PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Rok XX. **7 Października 1938 r.** **Zeszyt 19.**

Redaktor inż. WŁODZIMIERZ KOTELEWSKI Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

Elektryczność atmosferyczna w świetle nowszych badań i zabezpieczenie od niej budowli*)

Prof. **Mieczysław Pożaryski**

Piorunochrony.

Daty historyczne.

Na wstępie przytoczymy kilka dat historycznych, dotyczących pojęć o naturze pioruna i budowy pierwszych piorunochronów [15].

W r. 1650 anglik Wall wypowiedział się za elektryczną naturą pioruna.

W r. 1726 Akademia w Bordeaux nagrodziła komunikat, w którym autor twierdzi, że piorun powstaje na skutek zapalania się od promieni słonecznych skupionych przez soczewki wodne tłustych i siarkowych wyziewów ziemi.

W r. 1750 Akademia w Bordeaux przyjmuje komunikat Barbareta o hipotezie elektrycznej natury pioruna, a de Romasa o wynikach doświadczeń potwierdzających tę hipotezę. W tym samym roku Franklin wystosował do Piotra Colinson'a w Anglii list o zastosowaniu metalowych prętów do wyładowywania chmur. Wiadomość ta jednak w Towarzystwie Królewskim w Londynie została przyjęta z niedowierzaniem.

W r. 1752 Franklin przeprowadził swe znane doświadczenia z latawcem; w tym samym roku pozakładano w wielu miejscach pręty ściągające pioruny.

W r. 1753 od pioruna, który wypadł z takiego pręta, został zabity w Petersburgu fizyk Richmann.

Budowa piorunochronów.

Dla budowy piorunochronu miarodajne są okoliczności decydujące o drodze i miejscu uderzenia pioruna.

O drodze pioruna decydują: rozkład natężenia pola elektrycznego, jonizacja powietrza oraz położenie punktu uderzenia.

Punktami uderzenia piorunu są miejsca o największej jonizacji przyziemnej warstwy powietrza, przy czym pewien wpływ wywiera tu budowa geologiczna ziemi. Najbardziej są narażone na uderzenie pioruna uskoki, stanowiące przeważnie miejsca stykania się skał odmiennej budowy. Porównywując różne skały jednolite, stwierdzono, że skały wulkaniczne np. granit — są uderzane przez piorun częściej, niż skały osadowe.

Pierwszy piorunochron podobno postawił Diwisch w r. 1754 w postaci żelaznego pręta o wysokości 10 m, zakończonego krzyżem. W r. 1760 Wilson proponuje umieszczać na końcu pręta kulę.

Największe jednak rozpowszechnienie otrzymały konstrukcje piorunochronów Franklina i Gay-Lussaca, którzy pręt metalowy połączony z ziemią zalecali zaopatrzyć w ostrze. Ostrze takie sporządzano ze złota, platyny lub srebra, aby jak najdłużej zachowała się jego ostrość [16]. Jednak już w r. 1880 skuteczność działania ostrzy została wyraźnie zakwestionowana przez Helmholtza, Kirchhoffa i W. Siemensa, którzy zwrócili uwagę na to, że wpływ rozbrajający tych ostrzy na olbrzymie ładunki odległych chmur może być chyba znikomo mały.

Przez długi czas panowało przekonanie, że można wyznaczyć tak zwany stożek zabezpieczenia piorunochronu [16], przy czym ustalona była opinia, że piorun nie uderza w punkty, znajdujące się wewnątrz tego stożka. Wymiary stożka bywały określane rozmaicie. Jedni uważali, że stożek zabezpieczenia piorunochronu — przy wysokości równej odległości ostrza piorunochronu od ziemi — ma podstawę kołową o promieniu równym tej wysokości. Inni natomiast twierdzili, że podstawa kołowa takiego stożka posiada promień równy podwójnej wysokości.

Twierdzenia te były oparte na obserwacji i przypuszczeniach, dotyczących najmniejszego kąta względem powierzchni ziemi, pod którym mogą bić pioruny. Doświadczenie wykazuje, że na ogół pioruny biją przeważnie w kierunku pionowym lub zbliżonym do tego kierunku; ukośnie biją natomiast rzadko.

Jeżeli piorun może uderzyć ukośnie pod kątem co najmniej $63^0\,26'$ do poziomu, to wypadnie stożek zabezpieczenia o podstawie kołowej, mającej promień równy podwójnej wysokości; jeżeli zaś przyjąć, że piorun może uderzyć ukośnie pod kątem co najmniej 45^0, to podstawa stożka wypadnie kołowa o promieniu równym wysokości piorunochronu. W obu tych wypadkach miejsca leżące wewnątrz stożka będą położone dalej, niż ostrze piorunochronu, licząc wzdłuż ukośnej drogi pioruna.

Najnowsze obserwacje, dotyczące piorunów, stwierdzają jednak, że piorun często na niewielkiej wysokości od ziemi skręca w bok — do miejsca uderzenia [17], natomiast nigdy nie skręca do góry.

Tego rodzaju spostrzeżenia dają podstawę do określenia stożka zabezpieczenia w innych sposób — według pomysłu A. Schwaigera [18]. Zakładamy, że pioruny dochodzą pionowo do poziomu ostrza piorunochronu i stąd dopiero wybierają drogę do punktu uderzenia; wtedy wszystkie punkty nad powierzchnią ziemi, odległe dalej niż ostrze, znajdą się w obszarze stożka, mającego wysokość równą wysokości piorunochronu, podstawę kołową o promieniu równym wysokości piorunochronu i po-

*) Dokończenie artykułu do str. 640 „P. E." Nr. 18 r. b.

wierzchnię boczną zakreśloną przez obrót ćwiartki koła o promieniu równym wysokości piorunochronu.

W ogóle jednak należy stwierdzić, że takie czy inne stożki zabezpieczenia nie posiadają dużego znaczenia praktycznego, gdyż stan jonizacji powietrza rzadko chyba bywa jednorodny. O ile natomiast jonizacja w różnych miejscach jest różna, to wówczas wszystkie poprzednie rozumowania tracą wartość.

Rodzaje piorunochronów.

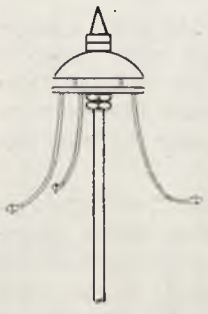
1. Piorunochrony prętowe, według Franklina — Gay Lussuca, stanowią żelazny pręt uziemiony, dotychczas jeszcze nieraz zaopatrywany w ostrze specjalnej budowy, zapewniającej mu ostrość na czas jak najdłuższy. Stosowanie takich prętów jest celowe, specjalne ostrze jest natomiast niewątpliwie, zbyteczne.

2. Wielokrotne piorunochrony według Melsens'a posiadają zamiast jednego pręta wiele zwodów w kształcie pęczków rozchylonych z kilkoma uziemieniami.

3. Wielokrotne piorunochrony oszczędnościowe syst. Findeisena-Ruppela różnią się od omówionych poprzednio wyzyskaniem wszystkich metalowych części budynku, które zostają przyłączone do obwodów piorunochronowych.

4. Piorunochrony klatkowe według Faraday'a — Melsens'a stanowią przewody pokrywające chroniony budynek metalową siatką z okami 10 × 10 m, 5 × 5 m, 2 × 2 m, — tym gęstszą, im dokładniej budynek ma być zabezpieczony; każdy przewód pionowy tego układu prowadzi do uziemienia. Takie zabezpieczenie budynku będzie skuteczne, gdy stoi on na gruncie dobrze przewodzącym. Tak np. obserwatorium na Mont Blanc zbudowane na grubej izolującej warstwie lodu, pomimo zastosowania miedzianego pokrycia zaopatrzonego w pręty, podlegało często uderzeniom piorunów, których wyładowania dostawały się do wewnątrz osłony.

5. Piorunochrony radioaktywne ustawia we Francji T-wo Helita (15); pod ostrzem pręta umieszczona jest odwrócona miseczka porcelanowa, emaliowana, pokryta nierozpuszczalnymi solami radu. Pod miseczką przymocowany jest izolowany od pręta pierścień metalowy, zaopatrzony w „wąsy" wygięte do góry z ostrzami pokrytymi również solami radioaktywnymi. Zakrzywione „wąsy" zwiększają gradient pola elektrycznego w pobliżu miseczki porcelanowej (rys. 11).



Rys. 11. Piorunochron radioaktywny firmy Société Helita.

Działanie ochronne tych piorunochronów, stosowanych od lat czterech z dobrym skutkiem, sięga podobno na odległość 900 m.

Przekrój przewodów piorunochronów.

Przewody piorunochronowe posiadać muszą, oczywiście, taki przekrój, aby prąd elektryczny pioruna nie stopił ich. Podamy obliczenie tych przewodów, wg. sposobu podanego przez W. Petersa [19].

Założymy aperiodyczny przebieg prądu według wzoru:

$$i = K \cdot \left(e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}\right).$$

Dla obliczenia skutecznej wartości natężenia prądu możemy zastosować wzór przybliżony:

$$I_0^2 = \frac{1}{t}\int_0^{\infty} i^2 \cdot dt.$$

Uwzględniając zmianę oporu z temperaturą otrzymujemy średnią gęstość prądu, przy której metal się topi, w postaci wzoru:

$$j = \frac{A}{\sqrt{t}}$$

gdzie: A — stała; t — czas przebiegu prądu.

Jeżeli czas będziemy mierzyć w sekundach, a gęstość prądu w amperach na mm², to otrzymamy dla miedzi A = 230, a dla żelaza A = 90. Przyjmując t = 60 μs, wypadnie dla miedzi: j = 29 700 A/mm, a dla żelaza j = 11 600 A/mm².

Jeżeli uwzględnimy jeszcze możliwość powstania np. 10 kolejnych wyładowań, a więc czas w powyższym wzorze weźmiemy 10 razy większy, to wypadnie dla miedzi j = 9400 A/mm², a dla żelaza j = 3670 A/mm². Stąd obliczymy następujące natężenia prądów stapiających przewody piorunochronowe, zwykle stosowane:

Miedź:	50 mm²	— 470 000 A
	25 mm²	— 235 000 A
Żelazo:	100 mm²	— 367 000 A
	50 mm²	— 186 500 A.

Ponieważ, jak wiemy z poprzednich danych, bardzo rzadko natężenie prądu piorunów wynosi 150 000 A, więc powyższe przekroje należy uważać za zupełnie wystarczające.

Sposób prowadzenia przewodów piorunochronowych.

U nas przewodów piorunochronowych nigdy nie izoluje się od budynków, podczas gdy we Francji np. M. D. Papin [20] zaleca umieszczać pręty na izolatorach, przewody zaś przeciągać przez porcelanowe pierścienie. Autor zapomina jednak przy tym, że napięcie prądów pioruna jest olbrzymie i dosięga nieraz kilku milionów woltów, żadna więc praktycznie wykonalna izolacja, takiego napięcia nie wytrzyma, a tylko ułatwi powstawanie bocznych wyładowań iskrowych. Również nie słuszna jest uwaga Papina, że przewody miedziane są dla urządzeń piorunochronowych znacznie lepsze ze względu na mniejszy opór, gdyż w porównaniu z często tu spotykanym oporem uziemień opór przewodów jest znikomo mały.

Uziemienia.

Dla uniknięcia wysokich napięć na przewodach piorunochronów przy znacznych natężeniach prądu wyładowań należy dbać o mały opór uziemień.

Według Löbla*) przeciętne dane, dotyczące oporności właściwej gruntów są następujące:

Grunt bagnisty	50 Ωm
Gleba urodzajna lub glina	100 „
Mokry piasek	500 „
Mokry kamień	700 „
Suchy piasek	1000 „
Żwir	2000 „

Jeżeli oznaczymy przez ρ oporność właściwą gruntu w Ωm, a przez *a* wymiar w metrach, wówczas uproszczone wzory na obliczenie oporności uziemienia różnych uziemiaczy w omach przybiorą dla różnych przypadków następującą postać:

Kwadratowa płaska blacha o wymiarze *a* × *a* metrów daje opór uziemienia wynoszący:

$$0{,}25\ \rho/a;$$

*) „Erdung" r. 1933.

Rura o średnicy od 1 do 2 cali i długości a — metrów:

$$0{,}9\ \rho/a\,.$$

Taśma o przekroju 3 × 16 mm lub drut o przekroju 50 mm² i długości a metrów:

$$2{,}1\ \rho/a\,.$$

Ze wzorów tych wypada np., że uziemienia w glebie, dla której $\rho = 100$ Ωm, mają następujące opory:

blacha 1 × 1 m — 25 Ω.
rura o długości 5 m — 18 Ω.
drut o długości 50 m — 4,2 Ω.

Celem uzyskania małych oporów uziemienia bywają często stosowane uziemienia wielokrotne. Dla osiągnięcia jak najmniejszego oporu takich uziemień należy umieszczać uziemiacze niezbyt blisko względem siebie. Odległość poszczególnych płyt powinna być większa od 3 m, rur — od 2 m, a drutów — od 1,5 m.

Często zakopuje się od 1 do 5 płyt albo od 1 do 4 rur na odległości ok. 5 metrów.

Dobre uziemienia rurowe otrzymuje się, gdy rura posiada długość 5 m i jest zagłębiona w ziemi w ten sposób, że wierzchołek jej znajduje się na głębokości 1 m pod powierzchnią ziemi.

Według systemu Messien [20] dla otrzymania dobrego uziemienia w ziemi o niewielkiej przewodności — należy używać rur miedzianych o znacznej średnicy i długości (co najmniej 3 m), podziurkowanych na całej długości i napełnionych piaskiem. W takich rurach oraz wokoło nich woda gruntowa podnosi się niemal do powierzchni ziemi, dzięki czemu utrzymuje się wilgoć w otoczeniu rury, a przez to mały opór uziemienia.

Według naszych przepisów dobre uziemienie powinno mieć opór wynoszący od 5 do 20 Ω; według niemieckich — od 5 do 10 Ω. Pożądany jest, oczywiście, zawsze opór jak najmniejszy.

LITERATURA.

[1] Handbuch der Experimentalphysik. Geophysik. 1928. B. Chauveau Electricité atmosphérique. E. Mathias Traité d'Electricité Atmospherique et Tellurique. 1924.
[2] Revue générale de l'Electricité 1937 str. 781.
[3] La Nature N. 3014 z 1937 r.
[4] Elektrotech. Zeitschrift 1937 r. str. 1214.
[5] Elektrotech. Zeitschrift. 1932 r. str. 488.
[6] Elektrotech. Zeitschrift 1933 r. str. 505.
[7] Elektrotech. Zeitschrift 1937 r. str. 1238.
[8] Elektrotech. Zeitschrift 1931 r. str. 722.
[9] Phyl. Transac. Roy. Soc. T. 221 str. 73 rok 1920.
[10] Elektrotech. Zeitschrift 1933 str. 16
[11] Elektrotech. Zeitschrift 1937 str. 337
[12] Dr. Walther Brand. Der Kugelblitz, r. 1923.
[13] Elektrotech. Zeitschrift 1935 str. 440.
[14] Physics T. 4 str. 372.
[15] Bulletin de la Societé française des Electriciens T. IV 1936 r. str. 513.
[16] Müller-Ponillets. Lehrbuch der Physik r. 1880—1890.
[17] B. Walter Zeit. f. techn. Physik 18, 1937.
[18] Elektr. u. Maschinenbau 31. 1937 r.
[19] Elektrotech. Zeitschrift 1937 str. 337. 339.
[20] M. D. Papin. Pour se preserver des dangers de la foudre. 1934.

Dziesięć lat rozwoju techniki wysokich napięć
w świetle nowego wydania „Hochspannungstechnik" A. Rotha

Doc. dr. inż. **J. L. Jakubowski**

Znany podręcznik A. Rotha „Hochspannungstechnik" [1]), wydany po raz pierwszy w r. 1927, dawał syntetyczne ujęcie ówczesnego stanu techniki wysokich napięć. Był on pod tym względem godnym następcą klasycznego dzieła W. Petersena z r. 1911, wydanego pod tym samym tytułem. Dziesięciolecie, dzielące nas od r. 1927, cechował olbrzymi rozwój omawianego działu techniki, rozwój, który w pewnych dziedzinach był nawet przełomem, przejściem na zupełnie inne, nieoczekiwane zasady konstrukcji.

Nowe, drugie wydanie „Hochspannungstechnik" jest doskonałym zmian tych odbiciem. Wydanie to, opracowane przy współudziale A. Imhofa, było oczekiwane przez inżynierów-wysokonapięciowców z dużym zainteresowaniem. Nie zawiodło ono pokładanych w nim nadziei. Można śmiało powiedzieć, iż ten, kto chce się zapoznać z obecnym stanem techniki wysokich napięć, znajdzie tu obraz pełny i wystarczający.

Porównanie wydań z r. 1927 i 1938 pozwala określić, jakim zmianom uległa technika wysokich napięć w ciągu ostatnich lat. Zmiany te są liczne. Dzięki celowemu stosowaniu praw wytrzymałości elektrycznej, polepszeniu własności różnych materiałów i poznaniu wymagań eksploatacji powstały: generatory na napięcie wyższe, niż dotychczas (do 35 kV), kable do 220 kV, nowoczesne transformatory na najwyższe napięcia o skupionej budowie, nowe, małowymiarowe typy transformatorów miernikowych i kondensatorów wysokiego napięcia. Postępy w poznaniu zjawisk wyłączania, a w szczególności własności łuku, wytrzymałości powrotnej i napięcia powrotnego, wywołały całkowity przewrót w budowie wyłączników i bezpieczników (wyłączniki małoolejowe i bezolejowe, odłączniki mocy, bezpieczniki dużej mocy), a co za tym idzie, uproszczenie urządzeń rozdzielczych. Bliższe poznanie wyładowań piorunowych i wytrzymałości udarowej izolacji wywarło decydujący wpływ na budowę linii i podstacji oraz na ochronę przeciwprzepięciową (nowczesne ochronniki). Dzięki temu również sprawa świadomej koordynacji izolacji stała się aktualna. W dziedzinie konstrukcyjnej duże znaczenie zyskało wprowadzenie izolujących zbiorników na olej, zamiast metalowych z izolatorami przepustowymi (wyłączniki, transformatory miernikowe, kondensatory).

Za największe i najważniejsze postępy uważam: 1) wykrycie znaczenia bezpośrednich uderzeń pioruna w linie, 2) celowe posługiwanie się zasadą zmniejszenia pracy wyłączania (energii łuku) oraz 3) stosowanie ciśnienia w kablach. Mimo ważności tych zagadnień nie omówię ich

[1]) Arnold Roth: Hochspannungstechnik, wyd. 2, opracowane przy współudziale A. Imhofa. Wiedeń, 1938 r. J. Springer. Str. IX + 624.

Rysunki z książki A. Rotha, reprodukowane w poniższym artykule, zostają umieszczone za zgodą autora oraz firmy J. Springer w Wiedniu.

na pierwszym miejscu; szczegółowe rozpatrzenie materiału podam w kolejności logicznej, odpowiadającej podziałowi podręcznika Rotha, — pozwala to bowiem na bardziej przejrzyste ugrupowanie materiału, niż przy braniu za podstawę podziału subiektywnej oceny ważności zagadnienia.

Posługując się zasadniczo porównaniem dwóch wydań „Hochspannungstechnik", w większości przypadków sprawdziłem również na podstawie innych źródeł, czy dana konstrukcja lub dane zagadnienie powstały w ostatnim dziesięcioleciu. W pozostałych przypadkach oparłem się tylko na książce Rotha, uważając, że brak wzmianki o danym zagadnieniu w pierwszym jej wydaniu, podanie jej natomiast w drugim — świadczy co najmniej o tym, że zagadnienie to w ostatnich dopiero czasach stało się naprawdę aktualne.

I. Układy izolacyjne.

Rozwój układów izolacyjnych przejawił się pod postacią:

a) celowego stosowania praw rządzących polem elektrycznym, b) wprowadzenia nowych materiałów izolacyjnych, c) lepszego poznania wytrzymałości dielektryków przy napięciu o częstotliwości technicznej i d) przy napięciu udarowym oraz e) lepszego poznania innych własności dielektryków.

a) Celowe stosowanie praw, rządzących polem elektrycznym.

Jest charakterystyczne, że 40-stronicowy dział „Pole elektryczne" przeszedł prawie bez zmian z wydania „Hochspannungstechnik" z r. 1927 do wydania z r. 1938. Świadczy to, że nauka o polu, jako całość, robi małe postępy. Jedynie doświadczalne badania pól stanowią wyjątek; na pierwszym miejscu wymienia A. Roth w tej dziedzinie metodę kompensacyjną wg K. Drewnowskiego[2]). Prawa pola elektrycznego są więc już oddawna ustalone. Ostatnie lata przyniosły tylko dużo ciekawych zastosowań tych praw, jak np. w konstrukcji transformatorów nierezonansowych, izolatorów przepustowych kondensatorowych itd. Zastosowaniami tymi zajmę się przy omawianiu odpowiednich przyrządów.

b) Wprowadzenie nowych materiałów izolacyjnych.

Z materiałów stosowanych dawniej, zwrócono w ostatnich czasach większą uwagę na szkło. Np. we Francji, w sieciach na napięcie 20 kV i niższe, używane są prawie wyłącznie izolatory szklane. Okazuje się, że przy odpowiedniej fabrykacji główna wada szkła, wrażliwość na cykle cieplne, nie stanowi istotnej przeszkody. Jest to m. inn. z tym związane, że szkło, jako przezroczyste, ogrzewa się pod wpływem promieni słonecznych o wiele mniej, niż porcelana. Roth podaje, że wzrost temperatury wyniósł w pewnych warunkach 21°C dla izolatora szklanego, a 64°C dla izolatora porcelanowego tego samego kształtu.

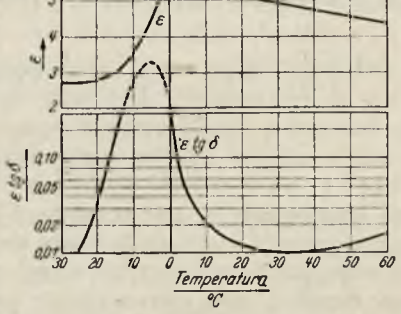
Nowe materiały izolacyjne podzielić można na ceramiczne, organiczne stałe i materiały płynne. Z pośród materiałów ceramicznych wymienię, jako nowe, kondensę i kalit. Kondensa, masa, zawierająca dużo związków tytanu, posiada b. dużą stałą dielektryczną (ε = 40 do 88); stosuje się ją, jako dielektryk w kondensatorach, zwłaszcza kondensatorach sprzęgających do urządzeń telefonicznych wielkiej częstotliwości. Kalit jest to porcelana specjalna o b. małym kącie stratności ($tg\,\delta$ = 0,0018 przy 20°C, podczas gdy dla zwykłej porcelany $tg\,\delta$ = 0,02 ÷ 0,06); główny zakres zastosowania — kondensatory pomiarowe, np. do mostka Scheringa.

W dziedzinie materiałów stałych organicznych na pierwsze miejsce wybija się wprowadzenie izolacji papierowej pod ciśnieniem. Ciśnienie powoduje zwiększenie wytrzymałości na przebicie. Układ izolacyjny, w którym papier pod ciśnieniem znalazł praktyczne zastosowanie, — to kable ciśnieniowe na najwyższe napięcia. Roth podaje również, że w Ameryce stosuje się w małych transformatorach i kondensatorach izolację papierową w sprężonym gazie.

Sztuczne żywice znajdują coraz większe zastosowanie w technice w. n. W r. 1927 Roth poświęcił im 8 wierszy, w r. 1938 — 3 strony. Wielki rozwój nowoczesnych wyłączników bezolejowych wprowadził masy o podstawie żywic fenolowych. Mają one dobre własności mechaniczne i dużą odporność na wilgoć, nawet przy częściowym zanurzeniu w wodzie. W mniejszym stopniu mają zastosowanie również inne masy o podstawie żywic fenolowo-formaldehydowych oraz masy o podstawie żywic anilinowo-formaldehydowych (ciba). Pierwsze, stosowane czasem do wyrobu izolatorów wsporczych, posiadają duże straty ($\varepsilon\ tg\,\delta > 50$) i małą wytrzymałość mechaniczną. Drugie mają lepsze własności elektryczne, ale za to miękną powyżej 110°C i są kosztowne.

Z nowości, mających na razie znaczenie czysto informacyjne, wymienić należy tzw. elektrety — specjalne mieszaniny wosków i żywic, w których stan polaryzacji dielektrycznej, raz wywołany, trwa latami, przy czym dipole utrzymują to położenie, jakie im nadało pole elektryczne przed skrzepnięciem elektretu. Są to elektryczne odpowiedniki trwałych magnesów.

Jednymi z najciekawszych są dane dotyczące niepalnych płynów izolacyjnych stosowanych ostatnio w Ameryce w transformatorach i kondensatorach. Podstawą tych płynów są pochodne chlorowe difenylu i benzolu (własności — patrz rys. 1), których cechą charakterystyczną jest duża stała dielektryczna ε = ok. 5. Jest to okoliczność b. korzystna dla konstrukcji kondensatorów, gdyż papier, nasycony płynem niepalnym, ma stałą dielektryczną 5÷6, nasycony zaś zwykłym olejem — zaledwie 3,5÷4,3. Stąd zysk na pojemności kondensatorów (tylko dla temperatury > 0, patrz rys. 1), przejawiający się w ok. 50% oszczędności na wadze i objętości. Wytrzymałość elektryczna płynów niepalnych, stosowanych w transformatorach jest nieco lepsza, niż oleju (conajmniej o 10%). Płyny takie mają być wprowadzone również do konstrukcji kabli wysokiego napięcia; w kablach niskiego napięcia są one w Ameryce już stosowane. Do wyłączników płyny te nie nadają się, gdyż pod wpływem łuku powstaje z nich chlorowodór.



Rys. 1.
Zależność stałej dielektrycznej ε i spółczynnika strat $\varepsilon\ tg\,\delta$ pentachlordifenylu (składnik niepalnych płynów izolacyjnych) od temperatury, przy 60 Hz (Boelsterli).

[2]) Porównaj: K. Drewnowski, Przegl. El. 1932 r., str. 623.

c) Dokładniejsze poznanie wytrzymałości dielektryków przy napięciu 50 Hz oraz stałym.

W ostatnim dziesięcioleciu zebrano b. obszerny materiał liczbowy, dotyczący wytrzymałości na przebicie różnych dielektryków. Wytrzymałość ta (napięcie przebicia), zależy, jak wiadomo, od przebiegu napięcia w czasie. Roth rozróżnia wytrzymałość krótkotrwałą, udarową (czas trwania napięcia od chwili przyłożenia do przebicia — mikrosekundy), wytrzymałość przy szybkim podnoszeniu napięcia (np. 1% na s), wytrzymałość 1-minutową (czas trwania napięcia — 1 min) oraz wytrzymałość długotrwałą (czas trwania napięcia — godziny). Napięcie we wszystkich przypadkach, z wyjątkiem wytrzymałości udarowej, może być stałe lub zmienne. Jako przykład podam, iż dla szeregu materiałów włóknistych stosunek napięcia przebicia 50 Hz przy szybkim podnoszeniu napięcia do napięcia przebicia 50 Hz 1-minutowego wynosi od 1,5 do 2,0. Napięcie przebicia papieru 0,1 mm nasyconego olejem jest ok. 1,8 razy większe przy napięciu stałym, niż przy zmiennym (mniejsze straty dielektryczne przy napięciu stałym). Okoliczność ta stanowi, jak wiadomo, duże ułatwienie przy budowie kabli prądu stałego.

Jak wykazały badania ostatnich lat, napięcie przebicia materiałów izolacyjnych stałych zależy w sposób b. istotny od ośrodka, w jakim znajduje się materiał stały. Dawniej stosowano z reguły olej transformatorowy, jako ośrodek; okazało się jednak, że wyładowania na krawędziach elektrod, powstające w oleju, ułatwiają przebicie materiału stałego. Stwierdzenie tego faktu przyczyniło się do zmiany poglądów na próbę przebicia izolatorów porcelanowych w oleju. Ponieważ próba ta nie określa „rzeczywistej" wytrzymałości porcelany i ponieważ ponadto warunki próby nie odpowiadają eksploatacyjnym — należy ją, stosownie do obecnych poglądów, zarzucić. Zamiast niej wprowadza się obecnie próbę na przebicie w powietrzu, stosując *udary napięciowe*, rodzaj napięcia występujący w eksploatacji. Inne rozwiązanie, — to stosowanie płynów słabo przewodzących, jako ośrodka. Dzięki przewodności nie występują duże naprężenia na krawędziach elektrod, a więc i nadgryzające badany dielektryk wyładowania. Jako płyny półprzewodzące stosuje się np. mieszaninę ksylolu i acetonu o $\varepsilon = 3{,}1$ i o przewodności $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ 1/Ωcm, lub olej specjalny firmy Hescho o $\varepsilon = 2{,}7$ i przewodności $0{,}0005 \cdot 10^{-6}$ 1/Ωcm. Przy próbach udarowych można użyć wodę, jako ośrodek ($\varepsilon = 80$, przewodność od 1 do $20 \cdot 10^{-6}$ 1/Ωcm). Dla porównania podaję, że olej transformatorowy ma $\varepsilon = 2$, przewodność $0{,}045 \cdot 10^{-12}$ 1/Ωcm.

Nowe wydanie Hochspannungstechnik wskazuje, że utrzymała się teoria cieplna przebicia dielektryków stałych, według której napięcie przebicia długotrwałe nie zależy, powyżej pewnej grubości dielektryka, od tej grubości. Roth uzupełnia powyższą teorię nowymi danymi liczbowymi i wynikami pomiarów. Tak więc już od napięcia roboczego 50÷70 kV napięcie długotrwałe, zwłaszcza w stanie gorącym izolacji, może się okazać zbyt małe. Jest to przypuszczalna przyczyna przebić przy zwarciu z ziemią jednej fazy nieuziemionych sieci dawniejszej konstrukcji. Dla porcelany kontrola wielkości tego napięcia jest konieczna przy napięciach roboczych powyżej 110 kV (dla 20°C), wzgl. powyżej 30 kV (dla 90°C); dla papieru kablowego w oleju — powyżej 240 kV (dla 20°C) i 200 kV (dla 90°C). Bardzo wymownym sprawdzianem teorii są wyniki pomiarów napięć przebicia rur z papieru bakelizowanego o grubości ścianek od 14 do 35 mm. Napięcie przebicia długotrwałe okazało się równe 64 kV_{sk} niezależnie od grubości ścianki.

Z innych nowych badań, dotyczących materiałów stałych, warto zanotować określenie zależności napięcia przebicia od stosowanego jednocześnie z napięciem obciążenia mechanicznego. Okazuje się, że silne rozciąganie, jednak nie tak silne, aby powodowało drobne rysy, zmniejsza wytrzymałość elektryczną niewiele, orientacyjnie o ok. 10% (ważne dla porcelany, szkła, miki i inn.).

Ciekawe są nowe dane, dotyczące oleju transformatorowego czystego technicznie, tj. oleju, o którego wytrzymałości na przebicie decydują włókna — zawiesiny. Dane te odnoszą się do układu walcowego współśrodkowego, o średnicy wewn. 1,5 cm, zewn. 3,6÷1,9 cm. Dla nadciśnień 0, 10 i 30 at naprężenia przebicia przy napięciu stałym wynoszą odpowiednio 100, 175 i 250 kV/cm, przy napięciu 60 Hz: 108, 225 i 390 kV/cm. Olej więc, przeciwnie niż np. papier, jest bardziej wytrzymały przy napięciu o częstotliwości technicznej, niż przy napięciu stałym.

Duże znaczenie praktyczne posiada rozpowszechniające się w szeregu konstrukcyj zwiększanie wytrzymałości układów izolacyjnych olejowych przez pokrywanie elektrod kilkumilimetrową warstwą materiału izolacyjnego stałego, lub stosowanie cienkich przegród (4÷8 mm) z takiego materiału w pobliżu elektrod (rys. 2). Zwiększenie wytrzymałości jest wywołane przeszkadzaniem w tworzeniu się mostków z włókienek; wynosi ono dla napięcia 50 Hz przy pokryciu elektrod 25 do 70%, a przy stosowaniu przegród nawet więcej, — np. dla układu „ostrze —płyta" 140÷160%. Przy udarach zwiększenie jest stosunkowo małe (10÷20%), gdyż wtedy rola ustawiania się włókienek jest niewielka; odbija się to na spółczynniku udaru.

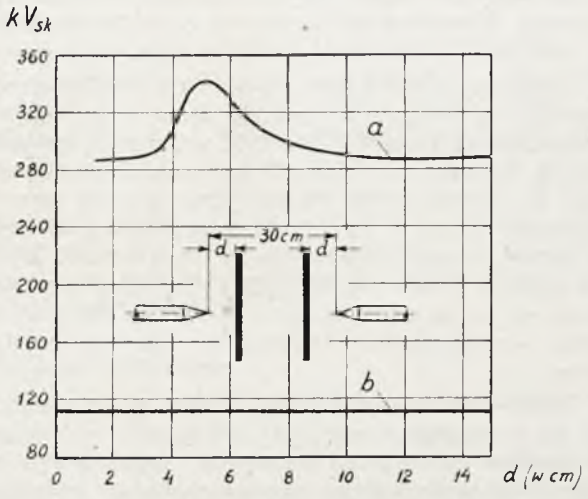
Rys. 2.
Izolacja końcowa transformatora trójuzwojeniowego, wykonana pod postacią przegród w oleju. Napięcie probiercze 500 kV (Mikafil).

W dziedzinie olei kablowych zwrócono ostatnio dużą uwagę na tworzenie się w kablach naprężanych elektrycznie tzw. wosku X. Zjawisko to, znane zresztą dawniej i związane z polimeryzacją oleju, jest b. niebezpieczne dla kabli, gdyż zmniejsza ich wytrzymałość elektryczną.

Podobne znaczenie praktyczne, jak przegrody w oleju, mają przegrody z dielektryków stałych w powietrzu. Różnica polega na tym, iż przegrody podnoszą wielkość napięcia przeskoku w powietrzu również i przy udarach, podczas gdy w oleju są one w tych warunkach mało skuteczne. Przyczynę działania osłon stanowią ładunki powierzchniowe, osiadające na osłonie, które ujednostajniają pole elektryczne, oraz ograniczenie prądu ew. wyładowań snopiących. Rys. 3 podaje jeden z wykresów, otrzymanych przez E. Marxa. Niezwykle interesujący jest przykład zastosowania praktycznego osłon rezocelowych 4 mm grubości w starszej podstacji, w której zainstalowano wyłączniki powietrzne (rys. 4). Napięcie przeskoku bez osłon wynosiło w zagrożonym miejscu 96 kV_{sk}, podczas gdy dzięki osłonom wzrosło ono powyżej 160 kV_{sk}. Bez osłon przeprowadzenie instalacji byłoby prawie niemożliwe.

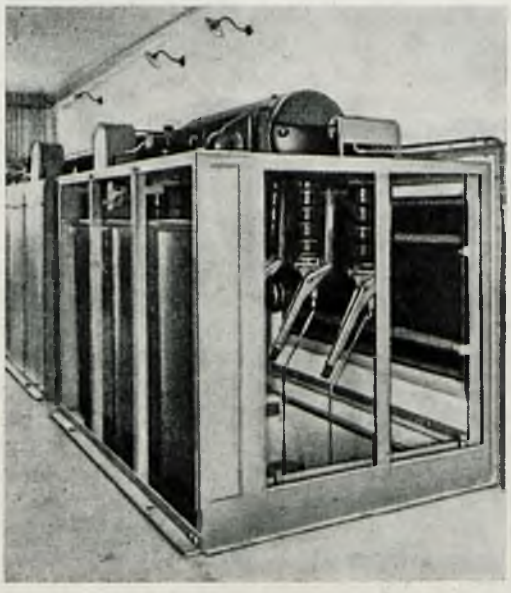
Znaczenie wyłącznie teoretyczne posiada obalenie przez W. Rogowskiego słuszności wzorów teorii Townsenda, określających napięcie początkowe (na-

pięcie świetlenia lub przeskoku) dla układów izolacyjnych powietrznych. Townsend pomijał wpływ ładunków przestrzennych, powstających skutkiem jonizacji, na rozkład pola elektrycznego. Nie jest to dopuszczalne według



Rys. 3.
Zależność napięcia przeskoku 50 Hz w powietrzu między ostrzami w zależności od odstępu przegród d (Marx). Krzywa b określa napięcie przeskoku bez przegród.

Rogowskiego. W szczególności teoria Townsenda nie tłumaczy niezwykle krótkich czasów zaniku napięcia na iskrach (rzędu $10^{-7} \div 10^{-8}$ s). Roth w swym dziele nie zajmuje się tymi sprawami, zostawia jednak warunek Schumanna, będący konsekwencją teorii Townsenda [3]).



Rys. 4.
Zastosowanie przegród z papieru bakelizowanego 4 mm w celu zwiększenia wytrzymałości na przeskok między wyłącznikami 50 kV a murem (Elektr. Werke Kanton Zürich — Micafil).

[3]) Warunek Schumanna (por. J. L. Jakubowski, „Przegl. El." 1930, str. 578) głosi, że wyładowanie samodzielne następuje, gdy

$$\int_0^a \frac{1}{K^2} e^{-\frac{6\,300}{K^2}} dx \geqslant 0{,}186 \cdot 10^{-5}$$

gdzie K — natężenie pola, x — długość w kierunku linii pola, a — odstęp elektrod.

Wynika stąd, że warunek Schumanna można jednak stosować w celu wyznaczenia chwili, w której ładunki przestrzenne zaczynają grać dominującą rolę, i że napięcie w tej chwili z dostateczną dokładnością jest równe krytycznemu.

W dziedzinie układów izolacyjnych niejednorodnych, złożonych z dwóch dielektryków, nowością jest wzór Imhofa, pozwalający na określenie napięcia początkowego wyładowań ślizgowych w oleju na izolatorach przepustowych, utworzonych przez jeden walec z dielektryka stałego i okucia. Wzór ten jest następujący:

$$U_k = (k\,d + 5) \text{ kilowoltów},$$

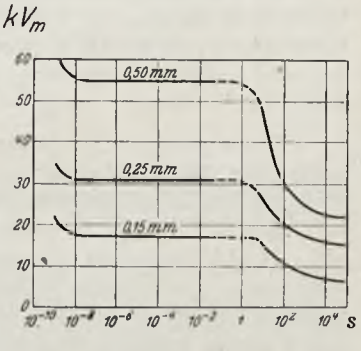
gdzie k — stała, zależna tylko od stałej dielektrycznej; d — grubość dielektryka w cm. Należy zaznaczyć, że wzór ten nie jest wystarczający do obliczania izolatorów bardziej skomplikowanych.

Zjawisko wyładowań ślizgowych w powietrzu nie doczekało się dalszych badań w ostatnich czasach [4]). Warto tylko wspomnieć, iż poddawanie w wątpliwość możności wytwarzania fal wędrownych przez iskry ślizgowe, wyrażone przed dziesięciu laty, nie znajduje się w nowym wydaniu „Hochspannungstechnik". Fale wędrowne rzeczywiście mogą powstawać i to o dużej wartości szczytowej [5]).

d) Dokładniejsze poznanie wytrzymałości dielektryków przy napięciu udarowym.

Najwyższe z napięć występujących w eksploatacji, a więc najgroźniejsze dla izolacji są wysokie napięcia udarowe, to jest b. krótkie przebiegi napięcia jednego znaku. Okoliczność ta była znana już przed r. 1927, w dużej mierze dzięki pracom F. W. Peeka. Jednak badania własności różnych dielektryków przy napięciach udarowych są dziełem dopiero kilku ostatnich lat. Badania te będą się rozwijały w dalszym ciągu w przyśpieszonym tempie, ze względu na ich pierwszorzędną wartość dla techniki. Przyczyni się do tego rozpowszechnienie środków badawczych (generatory udarowe i oscylografy szybkopiszące) oraz normalizacja międzynarodowa badań udarowych. Stan obecny naszej wiedzy w tej dziedzinie jest stanowczo niewystarczający.

Najmniej pewnych danych posiadamy co do wytrzymałości udarowej materiałów stałych. Do badań podstawowych należą prace Josta oraz Bellaschiego i Teague'a. Rys. 5, 6 i 7 podaje krzywe, otrzymane

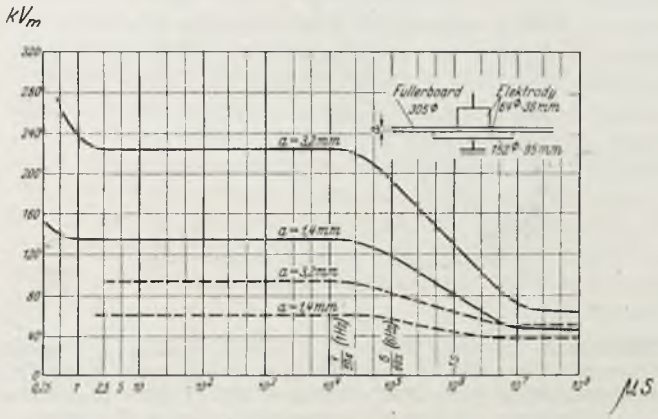


Rys. 5.
Wpływ czasu przyłożenia napięcia na napięcie przebicia płyty z papieru bakelizowanego (pertinaxu). Elektrody—odcinki kul o promieniu 50 mm, mające 45 mm średnicy; brzegi zaokrąglone (Jost).

[4]) Wprowadzony przez Rotha wzór na napięcie przeskoku skutkiem iskier ślizgowych niezupełnych, stosownie do którego napięcie to jest odwrotnie proporcjonalne do pierwiastka 20 stopnia z pochodnej napięcia (kV/μs) — jest wzorem Toeplera z 1921 r. W pracy oryginalnej („Arch. f. El." 1921/X, str. 158). Toepler zakłada, iż źródło napięcia posiada nieskończenie wielką pojemność, tak że wyładowania niezupełne nie mają wpływu na przebieg napięcia. Nie jest to zaznaczone u Rotha — stąd wpływ pojemności równoległej do izolatora przepustowego staje się niezrozumiały.

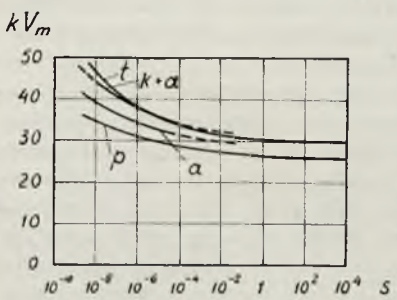
[5]) Porównaj J. L. Jakubowski, „Przegl. El:" 1937 r., str. 21 i 22.

przez tych badaczy, określające zależność napięcia przebicia papieru bakelizowanego, fullerboardu i porcelany od czasu przyłożenia napięcia. Na rys. 5 i 6 rzuca się w oczy stałość napięcia przebicia dla czasów przyłożenia tego napięcia od 1 μs lub części μs do 10^4 μs lub więcej. Ponadto charakterystyczna jest b. mała zależność napięcia przebicia porcelany (rys. 7) od czasu przyłożenia napięcia, a co z tego wynika wielkość spółczynnika udaru [6]) zbliżona do 1 (zależność ta prawdopodobnie nie jest słuszna dla wszelkich grubości porcelany).



Rys. 6.
Wpływ czasu przyłożenia napięcia na napięcie przebicia fullerboardu (rodzaj preszpanu) w oleju (Bellaschi i Teague).

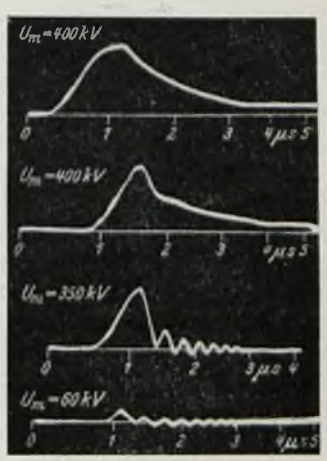
Nowe badania rzuciły światło nie tylko na charakterystyki udarowe, ale także na mechanizm przebicia materiałów izolacyjnych stałych. Okazuje się, że w pewnych przypadkach przebicie powstaje stopniowo, to znaczy, że przy stosowaniu wielu udarów napięcia każdy udar powoduje wydłużenie kanału wyładowania w dielektryku. Kanał osiąga drugą elektrodę dopiero po kilku — kilkunastu udarach. Pięknym przykładem takiego wgryzania się wyładowania w izolację kabla są oscylogramy Schneebergera (rys. 8), na których przedłużanie się kanału uwidacznia się w odkształceniu udaru.



Rys. 7.
Wpływ czasu przyłożenia napięcia na napięcie przebicia płytki porcelanowej o grubości 1 mm w różnych płynach. Elektrody — odcinki kul o promieniu 50 mm, mające 45 mm średnicy; brzegi zaokrąglone (Jost).
t—olej transformatorowy; *k*+*a*—ksylol +aceton; *p*—powietrze; *a*—aceton.

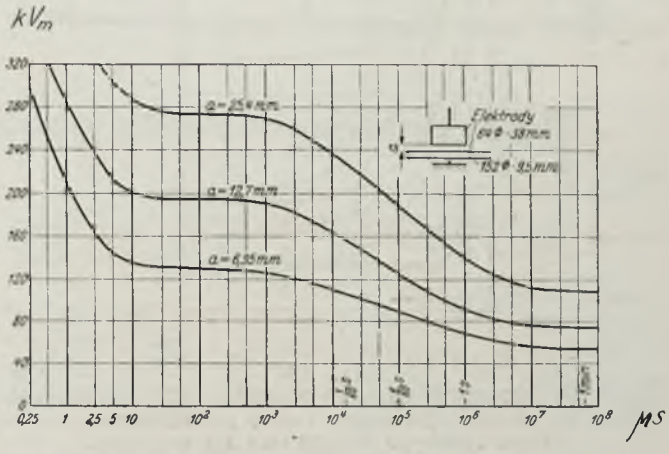
W dziedzinie wytrzymałości udarowej oleju rzucają się w oczy duże spółczynniki udaru, np. dla udarów 1/50 μs w układzie ostrzowym ok. 1,7, w układzie kulowym, dla kul o średnicy 50 mm, ok. 3,3÷5. Spółczynnik udaru nie zależy od znaku napięcia. Przebieg tych spółczynników w funkcji czasu przyłożenia napięcia wynika z załączonej krzywej (rys. 9). Wytrzymałość udarowa oleju w r. 1927 była jeszcze mało znana. Roth podawał np. (str. 213 wyd. pierwszego), że wytrzymałość udarowa mało różni się od długotrwałej (do 40%). Dziś wiemy, że twierdzenie to nie było ścisłe.

Zarówno duże spółczynniki udaru materiałów stałych, stosowanych w transformatorach, jak też i oleju, są czynnikiem b. korzystnym. Dzięki temu spółczynnik udaru dla izolacji wewnętrznej transformatorów przy fali 1,5/40 μs wynosi ok. 2,2 (wg. Vogla), co pozwala transformatorom wytrzymywać bez szkody znaczne przepięcia.



Rys. 8.
Stopniowe przebijanie izolacji kabla przez następujące po sobie udary napięcia (Schneeberger).

Duża wartość spółczynnika udaru dla oleju wynika stąd, że przy krótkim czasie działania napięcia cząstki włókniste, zawieszone w oleju, nie mogą tworzyć mostków; to też wytrzymałości oleju technicznie i absolutnie czystego są wtedy do siebie zbliżone. Jednak przy stosowaniu wielu kolejnych udarów cząstki ustawiają się i ułatwiają wyładowanie. Dla liczby udarów większej niż 100, wytrzymałość nie zależy już od liczby udarów i jest ok. 35% mniejsza, niż dla pojedyńczo zastosowanego udaru.



Rys. 9.
Wpływ czasu przyłożenia napięcia na napięcie przebicia oleju transformatorowego w układzie płytowym elektrod (Bellaschi i Teague).

Może najlepiej została zbadana wytrzymałość udarowa układów powietrznych. W szeregu prac starano się wyświetlić zależność napięcia przeskoku od czasu trwania napięcia (opóźnienia przeskoku). Obecne poglądy na istotę opóźnienia przeskoku można streścić, jak następuje. Opóźnienie (Entladeverzug) składa się z czasu powstawania początkowych elektronów poszczególnych lawin (statistische Streuzeit) oraz czasu budowy wyładowania (Aufbauzeit). Pierwszy jest normowany prawami przypadkowości [7]); elektrony powstają przy tym na drodze

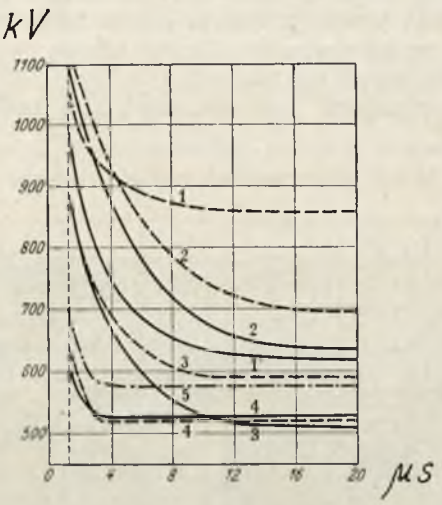
[6]) Spółczynnik udaru = napięcie przebicia (przeskoku) udarowe : napięcie przebicia (przeskoku) 50 Hz.

[7]) Czas ten jest na ogół dużo mniejszy, niż czas budowy. Można go jednak uczynić b. długim, nie dopuszczając do jonizacji gazu na jakiejkolwiek drodze (umieszczenie iskiernika w pancerzu ołowianym 7 cm grubości, zastosowanie powietrza pozbawionego emanacji radu). R. Strigel (ETZ 1938/59, str. 35) komunikuje o uzyskaniu opóźnień do 2 godzin przy napięciu wyższym o 32% od napięcia statycznego w zwykłych warunkach.

fotoelektrycznej lub przez wyrywanie ich z metalu w miejscach ostrzy. W drugim czasie następuje powstanie kanału lawinowego. Czas budowy w polu jednostajnym wynosi 0,48 μs dla spółczynnika udaru 1,0 oraz 0,02 μs dla spółczynnika udaru ≥ 1,5. Czas budowy w polu niejednostajnym jest o wiele większy, niż w jednostajnym (np. 10 μs lub więcej).

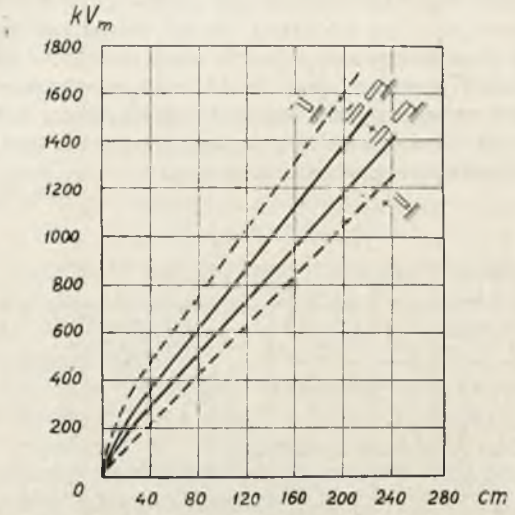
Czasu budowy nie należy utożsamiać z czasem, w jakim napięcie międzyelektrodowe znika; są to pojęcia odmienne. Czasem zaniku napięcia (rzędu 0,1 μs) rządzi prawo Toeplera, stosownie do którego napięcie na iskrze jest tym mniejsze, im więcej ładunku przepłynęło przez iskrę. Roth prawa tego obecnie nie wprowadza. Jest to prawdopodobnie tym wywołane, że jego podstawy teoretyczne były ostatnio kwestionowane przez W. Rogowskiego. Moim zdaniem nie przeszkadza to traktować wzór Toeplera, jako wzór empiryczny, tym bardziej, że również ostatnio znalazł on potwierdzenie doświadczalne przy użyciu nowoczesnej techniki eksperymentalnej [8]) [9]).

Aby zorientować się w skomplikowanych zależnościach, dotyczących praktycznych układów izolacyjnych powietrznych (rys. 10), najprościej porównać te układy z prostymi układami iskiernikowymi. Izolatory wsporcze



Rys. 10.
Zależność udarowego napięcia przeskoku od czasu do przeskoku w μs dla ujemnego (- - - -) i dodatniego (———) udaru 1,5/40 μs (Higgins i Rorden).
1—izolator wsporczy 100 kV, *2*—izolator przepustowy przyrządu 100 kV, *3*—iskiernik sztabowy, odstęp ok. 75 cm, *4*—iskiernik wielosztabowy, utworzony przez kilka iskierników sztabowych, połączonych równolegle, 5—izolacja wnętrzowa transformatora.

i łańcuchy izolatorów wiszących mają udarowe napięcia przeskoku zbliżone do napięć układu „ostrze-płyta" (izolatory wsporcze) lub „ostrze-ostrze" (łańcuchy) [10]). Układ „ostrze - płyta" odznacza się dużą zależnością napięcia przeskoku od biegunowości ostrza (rys. 11). Cecha ta, występująca zarówno przy napięciu stałym jak i udarowym, jest jasna na podstawie teorii Marxa (1930 r.), stosownie do której kanały, złożone z ładunków przestrzennych dodatnich (wyładowania snopiące) mogą wychodzić tylko z ostrza dodatniego; kanały te powodują przeskok przy stosunkowo niskim napięciu.



Rys. 11.
Minimalne udarowe napięcie przeskoku (udary o długości trwania półszczytu 40 μs) układów ostrzowych w funkcji odstępu ostrzy przy 20°C, 760 mm Hg, 11 g/m³ absolutnej wilgotności. Znaczenie krzywych od góry do dołu:
— — — — układ: ujemne ostrze — uziemiona płyta,
——— „ ujemne ostrze — uziemione ostrze,
——— „ dodatnie ostrze — uziemione ostrze,
— — — — „ dodatnie ostrze — uziemiona płyta.
Rys. zaczerpnięty z artykułu J. Rebhana (ETZ 1937/58, str. 1178).

Dane liczbowe, dotyczące wytrzymałości udarowej na przeskok izolatorów wsporczych, wynikają ze wzorów przybliżonych. Wg. Rotha minimalne udarowe napięcie przeskoku przy fali 0,5/50 ujemnej wynosi orientacyjnie:

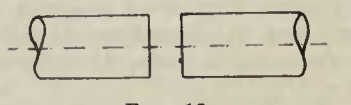
$$-U_{max} = (130 + 7{,}6\,a) \text{ kilowoltów},$$

a przy fali dodatniej

$$+U_{max} = (20 + 5{,}6\,a) \text{ kilowoltów}.$$

Wzory są ważne dla $a = 20 \div 200$ cm, przy czym a oznacza najkrótszy odstęp powietrzny między okuciami, czyli długość sznura naciągniętego, którego końce dotykają okuć. Dla napięcia 50 Hz słuszny jest znany wzór $U_{sk} = (14 \div 3{,}16\,a)$ w kilowoltach, ważny dla $a > 8$ cm. Stąd spółczynnik udaru dla izolatorów średniej wielkości wynosi 1,6 ÷ 1,9 dla udaru ujemnego oraz 1,15 ÷ 1,35 — dla dodatniego. Spółczynnik ten jest większy, jeśli okucia są mniej zaokrąglone, a więc pole elektryczne bardziej nierównomierne, lub gdy elektrody są otulone materiałem izolacyjnym stałym. Ponadto ujemne napięcie udarowe przeskoku jest mniejsze, jeśli płytę uziemioną oddalić od dolnego okucia izolatora (układ staje się wtedy bardziej zbliżony do ostrzowego). Dla małych i średnich izolatorów przepustowych spółczynnik udaru ujemnego może wynosić ok. 1,4 (fala 0,5/50), spółczynnik udaru dodatniego — mniej.

Jako przypadek, interesujący teoretycznie, warto wymienić występowanie spółczynnika udaru mniejszego od 1 dla tzw. pierścieni ulotowych, tj. dwóch walców blaszanych cienkościennych zwróconych do siebie ostrymi kantami blach (rys. 12). Pierścienie takie mają, jak wiadomo,



Rys. 12.
Układ dwóch walców z blachy o ostrych kantach (pierścienie ulotowe), mający spółczynnik udaru mniejszy od 1.

[8]) J. L. Jakubowski i A. W. Rankin, Arch. f. El. 1937/31 r., str. 186.

[9]) Roth w nowym wydaniu „Hochspannungstechnik" nie jest konsekwentny. Mimo że przemilcza o prawie Toeplera przy omawianiu iskier, posługuje się nim jednak na str. 238.

[10]) Izolatory przepustowe mają napięcie przeskoku udarowe, zbliżone do układu „ostrze—płyta", o ile przeskok nie jest wywołany wyładowaniami ślizgowymi.

zastosowanie w laboratoriach wysokich napięć, przy konstrukcji izolatorów wsporczych, gdyż napięcie przeskoku przy 50 Hz jest między pierścieniami ulotowymi większe, niż np. między kulami o powierzchni nieidealnie gładkiej. (Między pierścieniami ulotowymi nie występują wyładowania snopiące, powodujące obniżenie napięcia przeskoku).

c) Lepsze poznanie różnych własności dielektryków.

Z pośród badań, obliczonych na daleką metę, wymienić należy mające na celu zbadanie zagadnienia strat ulotu przy napięciu stałym. Myśl przesyłania energii na wielkie odległości przy pomocy prądu stałego została w ostatnich latach podniesiona na Międzynarodowej Konferencji Energetycznej i Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci. Jej zrealizowanie zależy między innymi od wielkości strat ulotu przy b. wysokich napięciach stałych. Badania najbardziej wartościowe zawdzięczamy Striglowi. Wg. Strigla należy rozróżnić dwa zakresy napięć: **a**) gdy świecą tylko pojedyńcze punkty przewodu, **b**) gdy świeci cała powierzchnia przewodu. W każdym z tych zakresów przy napięciach niższych straty są większe dla prądu stałego, a przy wyższych — dla prądu zmiennego. Zależność ta odnosi się do strat występujących skutkiem ulotu między dwoma przewodami, między którymi panuje napięcie stałe lub zmienne o tej samej wartości szczytowej. Ponieważ linie pracują zwykle na granicy między wspomnianymi wyżej zakresami napięć, stosowanie napięcia stałego nie ma przewagi nad stosowaniem napięcia zmiennego. W zależności od warunków lokalnych straty przy jednym lub przy drugim napięciu przeważają tylko nieznacznie.

W dziedzinie ulotu przy napięciu zmiennym warto zanotować nowy wzór V. Müllera na oszacowanie strat ulotu w chwili przekroczenia napięcia widocznego ulotu:

$$straty\ w\ przewodzie < (1 \div 2)\, r,$$

(r — promień w cm; straty w kW/km).

Straty w materiałach izolacyjnych stałych mają, jak wiadomo, inne znaczenie praktyczne, niż straty ulotu. Nie chodzi tu o straconą energię, lecz o możliwość lokalnego silnego ogrzania dielektryka i powstania wskutek tego przebicia. Za miarę strat przyjęty jest ogólnie tangens kąta stratności (tg δ). Jest jednak charakterystyczne, że obecnie Roth jako miarę strat przyjmuje $\varepsilon\, tg\, \delta$, gdzie ε — stała dielektryczna. Imhof kładzie duży nacisk na to, że straty w cm³ są proporcjonalne do const. $f \cdot \varepsilon\, tg\, \delta$ (f — częstoliwość). Przyjęte dotąd podawanie tg δ jest słuszne tylko przy porównywaniu materiałów o tych samych stałych dielektrycznych i w tej samej temperaturze (ε zależy od temperatury). Porównując np. dwa materiały o $\varepsilon = 40$ i tg $\delta = 0{,}003$ oraz $\varepsilon = 4$ i tg $\delta = 0{,}01$ tylko na podstawie tg δ, uzna się pierwszy za lepszy, podczas gdy w rzeczywistości straty na cm³ są w nim większe niż w drugim. Ponieważ straty te decydują o napięciu przebicia cieplnego, materiał pierwszy posiada bezwzględnie gorsze własności. Stosownie do tych uwag szereg wykresów w „Hochspannungstechnik" podaje $\varepsilon\, tg\, \delta$ a nie tg δ [11]).

(C. d. n.).

[11]) Warto zaznaczyć, iż w ten sam sposób ujął wyniki swych badań nad izolatorami szklanymi dr. inż. J. I. Skowroński już w r. 1934 (Przegl. El. 1934, str. 718).

Kontrola wyrobów stalowych metodą elektromagnetyczną*)

inż.-el. **K. Bałas**
St. Asystent Politechniki Warszawskiej

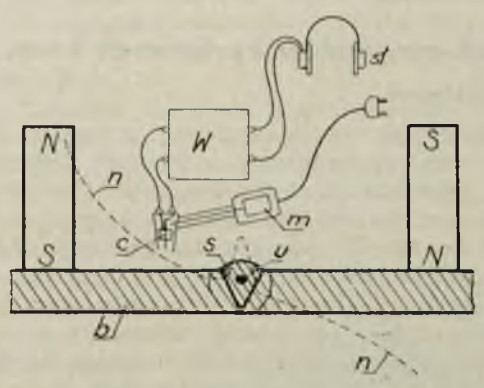
Badanie szwów spawanych.

Obecnie przechodzimy do omówienia metod wykrywania uszkodzeń (skaz) w przedmiotach wykonanych z materiału jednolitego pod względem magnetycznym (np. stali); obejmują one kontrolę szwów spawanych, przedmiotów kształtu obrotowego, rur, wałków, wałów korbowych, sprężyn, kół turbinowych, tłoków itp.

Kontrola szwów spawanych, która ma na celu sprawdzenie, czy wewnątrz szwu nie ma niewidocznych pęcherzyków lub innych skaz, jest o tyle ułatwiona, że znany jest dokładzie obszar, w którym należy szukać skaz.

Kontrola szwu spawanego może być wykonana dwoma sposobami — albo za pomocą specjalnego aparatu z cewką ruchomą (drgającą lub wirującą), albo też przy pomocy pyłu żelaznego. Oba te sposoby wykorzystują zjawisko powstawania ponad uszkodzonym miejscem normalnych składowych pola magnetycznego. Na rys. 19 pokazane jest schematycznie działanie aparatu z cewką ruchomą. Zasadniczą część przyrządu stanowi mała cewka c, osadzona na końcu obsady w sposób przypominający kształtem lutownicę. Wewnątrz uchwytu umieszczony jest magnes m, zasilany prądem zmiennym i wprawiający w ruch cewkę c. O ile w szwie s istnieje skaza u, to w przesuwanej ponad nim cewce zostaną wzniecone siły elektromotoryczne proporcjonalne do składowych normalnych pola (wykres tych składowych pokazany jest linią n); po wzmocnieniu we wzmacniaku W uzyskane napięcie wyjściowe zostaje doprowadzone do słuchawek $sł$ lub do woltomierza o małej bezwładności.

Na rys. 20 pokazany jest przyrząd z cewką drgającą w wykonaniu firmy AEG. (wewnątrz szafki widoczny jest wyraźnie uchwyt z cewką i magnesem); nadaje się on do kontroli części spawanych o grubości nie większej, niż 30 mm.



Rys. 19.
Schemat przyrządu z cewką drgającą.

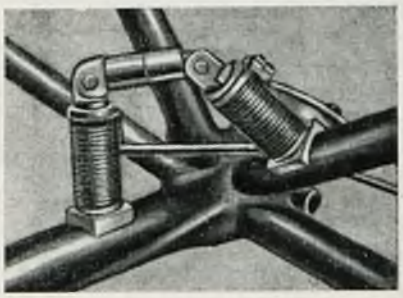
Sposób drugi badania szwów spawanych polega na zastosowaniu *pyłu żelaznego*; sposób ten, o którym mowa będzie jeszcze dalej, daje wyniki na ogół mało wyraźne, gdyż chropowata powierzchnia szwu utrudnia stosowanie pyłu, o czym zresztą wspomnimy jeszcze niżej. Obraz uzyskany przy pomocy pyłu żelaznego przy magnesowaniu badanego szwu w dwóch kierunkach pokazany jest na

*) Ciąg dalszy artykułu do str. 645 Nr. 18 „P. E." r. b.

rys. 21. Pomimo wspomnianych trudności, sposób badania szwów za pomocą pyłu żelaznego znalazł jednak duże rozpowszechnienie szczególnie przy kontroli skomplikowanych połączeń spawanych w budowie samolotów. Dużą rolę odgrywa tu umiejętne skonstruowanie magnesów do magnesowania badanych przedmiotów; dobre wyniki w tym kierunku dają przenośne aparaty typu *HM1* i *HM2* wyrobu firmy Heubach. Aparaty te stanowią odpowiednio zbudowane przegubowe elektromagnesy zasilane prądem stałym (rys. 22 i 23).

Rys. 20.
Widok przyrządu z cewką drgającą (AEG).

Rys. 21.
Widok spawanego szwu w czasie kontroli sposobem pyłu żelaznego.



Rys. 22.
Widok przenośnego elektromagnesu przegubowego typu *HM1* f-my Heubach.

Badanie rur, wałów korbowych i inn.

Uwagi wstępne.

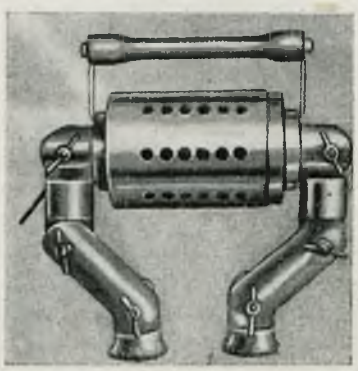
Sposób wykrywania uszkodzeń za pomocą pyłu żelaznego został opatentowany w Stanach Zjednoczonych A. P. (r. 1923) przez H o k e' a. Jego zasadę ilustruje rys. 24; jak widzimy, również i tu chodzi o wykorzystanie normalnych składowych pola. Pył żelazny, użyty do tego celu, może być kilku postaci. Obok pyłu żelaznego suchego lub zawieszonego w gęstym oleju wazelinowym, znajduje zastosowanie także pył żelazny zawieszony w nafcie — dla zapewnienia jego cząsteczkom możliwie jak największej ruchliwości. Cząsteczki pyłu skupiają się w miejscu przenikania normalnych składowych pola magnetycznego przez powierzchnię badanego przedmiotu, wskutek czego nad skazą (u'—rys. 24) obrysowuje się jej zarys, co umożliwia wykrycie obecności skazy. Zasadniczo zamiast rozcieńczonego pyłu żelaznego mógłby być użyty inny wskaźnik lub nawet miernik normalnych składowych pola (jak np. przy kontroli szwów).

Przy zastosowaniu suchego pyłu żelaznego badany przedmiot należy posypać pyłem żelaznym przez sito o bardzo drobnych oczkach. Lekkie pukanie młotkiem pozwala usunąć zbyteczny pył ze zdrowych miejsc; pozostaje on natomiast w miejscach uszkodzonych. Wadą stosowania suchego pyłu żelaznego jest mniejsza czułość, gdyż cząsteczki jego są mniej ruchliwe. Natomiast przy zastosowaniu pyłu zawieszonego w płynie uzyskujemy większą ruchliwość cząsteczek, większą czułość, a przeto i jaśniejszy obraz uszkodzenia. Sposób ten ma jednak tę wadę, że istnieje tu prawdopodobieństwo zmywania pyłu, który zbiera się ponad miejscem uszkodzenia — szczególnie przy uszkodzeniach położonych głęboko pod powierzchnią. Uwypuklają to rys. 25 i 26. Na rys. 25 pokazane jest pole rozproszenia, wywołane skazą u, położoną głęboko pod powierzchnią; na rys. zaś 26 — pole wywołane skazą sięgającą powierzchni. Pole rozproszenia na rys. 26 silniej przyciąga cząsteczki pyłu, niż na rys. 25, wobec czego znika obawa ich zmywania; daje to możność stosowania w tym przypadku tzw. „atramentu magnetycznego".

Wielkość poszczególnych ziarenek pyłu żelaznego winna być możliwie mała (w granicach od 5 do 10 mikronów), gdyż w przeciwnym razie nie uda się wykryć drobnych pęknięć. Wobec tego rozpoczęto użycie płynu, zawierającego najdrobniejsze cząsteczki żelaza — tzw. „atramentu magnetycznego". Atrament czarny stanowi zawiesinę żelaza karbonylowego w nafcie z niewielką domieszką cięższych olejów oraz z dodatkiem nitrobenzolu. Do wykrywania pęknięć w przedmiotach oksydowanych lub przedmiotach koloru ciemnego stosuje się atrament czerwony w postaci zawiesiny pyłu magnetycznego tlenku żelaza Fe_3O_4. Należy zaznaczyć, że niedawno podjęto studia wstępne nad produkcją atramentu magnetycznego w kraju.

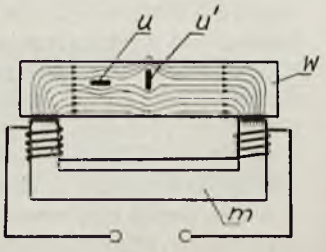
Magnetyczne własności cząsteczek składowych atramentu magnetycznego należy d o b r a ć do spodziewanego (prawdopodobnego) kształtu oraz wielkości skazy, a więc i wywoływanego przez nią pola rozproszenia.

Z przybliżonego obliczenia wielkości sił przyciągających cząsteczki wynika, że siły te rosną ze wzrostem indukcji w badanym przedmiocie, malejąc gwałtownie ze wzrostem odległości od miejsca uszkodzenia. Siły te są proporcjonalne do przenikalności magnetycznej cząsteczek atramentu.



Rys. 23.
Widok przenośnego elektromagnesu przegubowego typu *HM2* f-my Heubach.

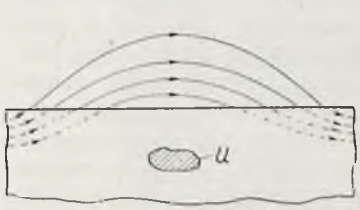
Opierając się na powyższym, należy zaznaczyć, że dla wykrycia drobnych chropowatości powierzchni oraz głębiej położonych skaz wewnętrznych, wywołujących nieznaczne zniekształcenia pola, lepiej użyć pyłu lub atramentu magnetycznego o możliwie du-



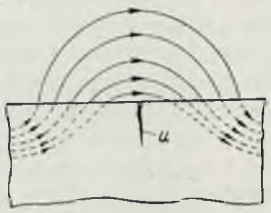
Rys. 24.
Schemat ilustrujący zasadę kontroli metodą pyłu żelaznego.

żej przenikalności. Do wykrywania zaś szpar głębokich, sięgających powierzchni badanego przedmiotu, można stosować pył o mniejszej przenikalności, gdyż szpary te wywołują silniejsze pola rozproszenia.

Z widocznego na rys. 24 przebiegu linij sił wynika, że w przypadku, gdy drobne pęknięcie lub skaza (*u*) posiada kierunek równoległy do przebiegu linij sił — nie wywoła ono częściowego nawet wyparcia strumienia poza



Rys. 25.
Przebieg pola rozproszenia przy skazie głębokiej (pył suchy).



Rys. 26.
Przebieg pola rozproszenia przy skazie sięgającej powierzchni (pył zawieszony w cieczy).

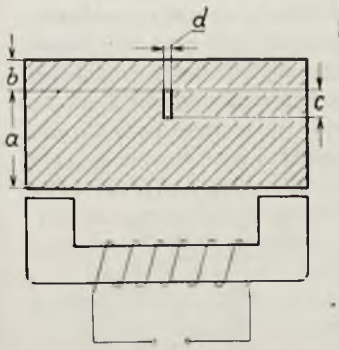
powierzchnię badanego przedmiotu *w* (jak to ma np. miejsce przy skazie *u'*), a tym samym nie zostanie wykryte. Wynika stąd, że dla uzyskania całkowitej pewności, że badany przedmiot nie posiada wewnątrz żadnych skaz lub pęknięć, należy przepuścić przezeń pole magnetyczne conajmniej w *dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach*. Zasada ta znajduje zresztą zastosowanie również i przy metodzie rentgenowskiej.

Aby osiągnąć najlepsze wyniki kontroli należy:

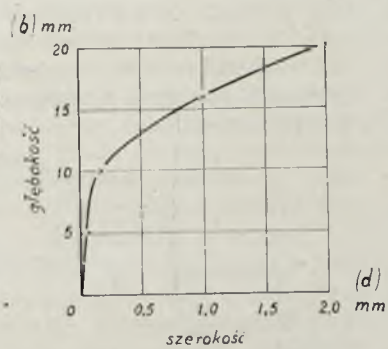
1. zastosować pole o dostatecznie dużej indukcji magnetycznej bliskiej stanu nasycenia; waha się ona, jak wynika z doświadczeń Schwarza i Krausego ok. 16 000 gausów;

2. możliwie jaknajdokładniej oczyścić i obrobić zewnętrzną powierzchnię badanego przedmiotu — celem uzyskania dużej ruchliwości cząsteczek żelaza umożliwiającej łatwiejsze ich skupienie się w miejscach „przebicia" powierzchni przez linie sił pola rozproszenia.

Uzyskanie zadawalających wyników zależy poza tym od wzajemnego ustosunkowania się wielkości skazy do geometrycznych wymiarów badanego przedmiotu oraz od odległości skazy od powierzchni przedmiotu. Jest to pokazane na rys. 27 i 28, opartych na doświadczeniach



Rys. 27.
Schemat pomocniczy do wykresu rys. 28.



Rys. 28.
Wykres stopnia wykrywalności uszkodzeń.

Schwarza i Krausego. Na rys. 27 pokazana jest skaza wraz z odpowiednimi wymiarami. Z wykresu rys. 28 widać, że (przy c=const) każdej szerokości d skazy odpowiada pewna głębokość jej b, powyżej której skaza przestaje w ogóle być wykrywalna. Tak np. przy $d = 0{,}5$ mm największa głębokość b, do której można skazę jeszcze wykryć wynosi ok. 13 mm.

Techniczne środki badania (aparaty).

Potrzeba wykonania szeregu skoordynowanych czynności przy kontroli wyrobów metodą elektromagnetyczną spowodowało konieczność opracowania specjalnie do tego celu przeznaczonych aparatów. Aparaty te — w zależności od sposobu wzbudzania pola magnetycznego w badanych przedmiotach — można podzielić na trzy grupy. Mogą tu być wzbudzane następujące pola:

I. pole magnetyczne stałe — „zewnętrzne", pochodzące od magnesów stałych lub od elektromagnesów, umieszczonych na zewnątrz;

II. pole magnetyczne własne—„wewnętrzne" kształtu kołowego o płaszczyznach prostopadłych do kierunku prądu, przepuszczanego wzdłuż badanego przedmiotu, oraz

III. pole magnetyczne „kombinowane", pochodzące kolejno (albo jednocześnie) bądź od pola zewnętrznego (p. *I*), bądź też od pola wewnętrznego (p. *II*).

Rys. 29.
Widok przenośnego aparatu do magnesowania.

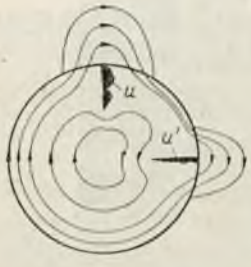
Jeżeli chodzi o aparaty o polu „zewnętrznym", to najprostsze urządzenie tego typu stanowią dwa silne magnesy stałe wzgl. dwa elektromagnesy ustawione na końcach odcinka badanego przedmiotu, pokrytego warstwą pyłu żelaznego lub atramentu magnetycznego. Podobne urządzenie przenośne, pochodzenia amerykańskiego, przeznaczone do badania niewielkich części stalowych, pokazane jest na rys. 29. Składa się ono z małej tablicy rozdzielczej, dwóch elektromagnesów (widocznych z prawej strony) oraz opornika do regulacji prądu wzbudzającego pole magnetyczne.

Przy badaniu większych części stalowych znajduje zastosowanie bardzo rozpowszechniony przyrząd włoski „Metalloscopio" f-my Giraudi, pokazany na rys. 30. Składa się on z żelaznej skrzyni, wewnątrz której mieszczą się rdzenie elektromagnesów zasilanych prądem stałym wraz z uzwojeniem. Badany przedmiot umieszczany jest pomiędzy wystającymi ze skrzyni, specjalnie ukształtowanymi, biegunami. Podczas magnesowania przedmiot zostaje oblany (za pomocą giętkiego węża metalowego) atramentem magnetycznym. Spływający atrament zbiera się w otaczającej

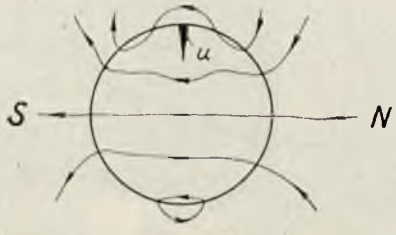
Rys. 30.
Widok przyrządu „Metalloscopio" Giraudi.

bieguny wannie, skąd spływa z powrotem do pompki, umieszczonej wewnątrz skrzyni. Aparaty te — zależnie od wielkości pobierają od 60 W do 4 kW. Jak wykazały badania Schwarza i Krausego, aparat ten daje wyniki zadawalające. Nadaje się on tylko do kontroli pojedyńczych sztuk lub seryjnej, gdyż czas potrzebny do zamocowywania przedmiotu pomiędzy uchwytami jest zbyt długi, jak na kontrolę masową. Wadą tego przyrządu jest niemożność wytworzenia pola magnetycznego w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach, bez odpowiedniego przestawienia badanego przedmiotu. Aparaty podobnej konstrukcji budują: Heubach (Niemcy) — typ Ferroskop, Equipment and Engineering Co. Ltd. (Anglia) oraz CNIIMASZ (Z. S. R. R.). Można je jednak obecnie uważać już do pewnego stopnia za przestarzałe. Wypierają je aparaty oparte na opatentowanym w St. Zjednoczonych A. P. przez De-Foresta sposobie wzbudzania pola za pomocą przepływu przez badany przedmiot prądu stałego. Przyrządy tego typu należą do wspomnianej wyżej grupy *II*.

Dużą zaletą pola magnetycznego, wzbudzonego przepływem prądu przez badany przedmiot, jest to, że pole to przebiega całkowicie wewnątrz badanego przedmiotu w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku prądu, występując na zewnątrz tylko wówczas, gdy natrafi ono na uszkodze-

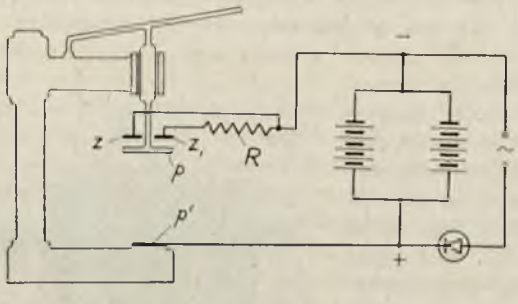


Rys. 31.
Przebieg pola kołowego.



Rys. 32.
Przebieg pola podłużnego.

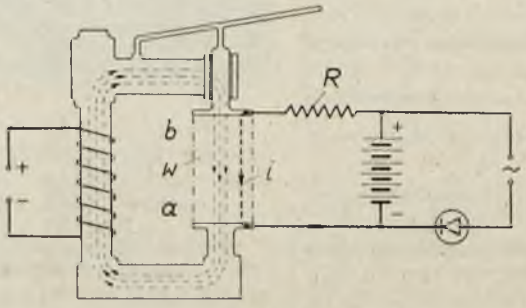
nie. Wyjaśniają to rysunki 31 i 32, na których widzimy przebiegi pól — kołowego (rys. 31) oraz liniowego (rys. 32); widać wyraźnie przewagę pola kołowego nad liniowym. Jasne jest, że pole kołowe nadaje się do kontroli długich części ciągnionych, przy których istnieje duże prawdopodobieństwo uszkodzeń podłużnych. Wzbudzanie pola za pomocą prądu przepuszczanego przez badany przedmiot zastosowane jest w amerykańskim aparacie typu B 200 f-my Magnaflux Corporation. Schemat tego przyrządu pokazany jest na rys. 33. Po za Ameryką znalazł on rozpowszechnienie w Z. S. R. R., gdzie również wyrabiane są aparaty podobnego typu — konstrukcji WIAM.



Rys. 33.
Schemat przyrządu „Magnaflux" *B 200.*

Aparat Magnaflux Corporation typu B 200 składa się z baterii akumulatorów, z której można pobierać krótkotrwały prąd o natężeniu 2 500 A przy napięciu 6 V ładowanej przy pomocy prostownika. Prąd włączany jest na przeciąg czasu 0,5 ÷ 1 sek. z chwilą, gdy ruchoma górna płyta *p* dotyka badanego przedmiotu. Wyłączanie prądu odbywa się w odwrotnej kolejności; najpierw zostaje oderwany od górnej płyty jeden z kontaktów pomocniczych z_1 przerywając przepływ prądu, a dopiero później unosi się górna płyta. Unika się przez to opalania powierzchni badanego przedmiotu. Opornik *R* służy do regulacji natężenia prądu. Górna płyta zaopatrzona jest w pierścień gumowy z otworami; obracając go, można uzyskać to, że dotykać do płyty będzie albo kontakt z_1 z oporem *R*, albo też drugi kontakt *z* — bez oporu. Dzięki powyższemu jednym naciśnięciem dźwigni można przeprowadzić namagnesowanie badanego przedmiotu zawartego między płytami *p* i *p'*; pozwala to na zastosowanie go do kontroli masowej. Wadą przyrządu jest to, że nie wykrywa on uszkodzeń prostopadłych do osi przedmiotu, pokrywającej się z kierunkiem przepływu prądu, gdyż wzbudzone pole przebiega wówczas w płaszczyźnie równoległej do skazy. Kontrola na tym aparacie opiera się na wywołanym przez prąd polu szczątkowym, po czym badany przedmiot po wyjęciu go z aparatu należy zanurzyć w atramencie magnetycznym lub posypać suchym pyłem żelaznym. W niektórych przypadkach wymaga się rozmagnesowania badanego przedmiotu po przeprowadzeniu badania, co pociąga za sobą konieczność posiadania specjalnego aparatu rozmagnesowywującego, a ponadto powiększa liczbę operacyj przy kontroli.

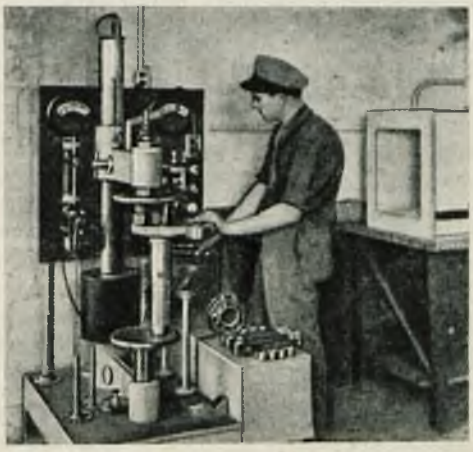
Z tych powodów bardziej dogodny jest podobny aparat typu „Ferroflux", firmy Heubach, którego działanie oparte jest na przepływie prądu z mienn ego 50 okr/sek. przez przedmiot badany. Polewanie badanego przedmiotu atramentem magnetycznym, dostarczonym przez specjalną pompę, odbywa się tu podczas przepływu prądu. W tym wypadku odpada potrzeba rozmagnesowywania. Jakkolwiek aparat ten jest bardziej uniwersalny od opisanego wyżej, to jednak również i on nie wykrywa uszkodzeń biegnących prostopadle do kierunku prądu. Natężenie prądu, jaki można przepuścić za pomocą tego aparatu przez badany przedmiot, sięga 1 500 A; odpowiada to (przy średnicy aparatu ok. 50 mm) gestości prądu ok. 76,5 A/cm² i leży w granicach gęstości prądu, wyznaczonych na podstawie własnych doświadczeń autora (50 — 100 A/cm²). Odpowiada to natężeniu pola ok. 100 erstedów przy indukcji w pobliżu powierzchni ok. 16 000 gausów czyli dwa razy większej od uzyskiwanej przy przyrządzie „Magnaflux" B 200. Należy jednak zaznaczyć, że przy tak znacznej wielkości linie sił nie sięgają zbyt głęboko, to też wykrywanie uszkodzeń na głębokości większej, niż 2÷3 mm jest już utrudnione.



Rys. 34.
Schemat aparatu „Magnaflux" *A 300.*

Zalety obu opisanych wyżej typów przyrządów łączą w sobie aparaty o tzw. polu „kombinowanym". Pozwalają one na przepuszczanie w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach pól magnetycznych — podłużnego „ze-

wnętrznego" oraz „wewnętrznego" — w płaszczyźnie prostopadłej do pola podłużnego. Na rys. 34 pokazany jest schemat amerykańskiego aparatu typu A 300 firmy Magnaflux Corporation, szeroko rozpowszechnionego w amerykańskim przemyśle samochodowym oraz lotniczym i opartego na zasadzie pola „kombinowanego". Na rys. 35 przyrząd ten pokazany jest podczas pracy w jednym z



Rys. 35.
Widok aparatu „Magnaflux" *A 300.*

warsztatów T-wa United Air Lines. Różni się on tym od opisanego wyżej aparatu B 200, że na kolumnie, służącej, jako rdzeń, nawinięta jest cewka wzbudzająca podłużne pole magnetyczne, której jarzmo stanowi badany przedmiot wraz z wysięgnikiem; włączanie prądu stałego, przepływającego przez badany przedmiot, odbywa się za pomocą specjalnego przekaźnika uruchamianego przy pomocy wmontowanego do dźwigni przycisku. Górna ruchoma płyta kontaktowa *b* dociska badany przedmiot przed uruchomieniem przekaźnika, zaopatrzonego w wyzwalacz czasowy, wyłączający prąd automatycznie po upływie 0,5 — 1 sek. Unika się przeto niepotrzebnego wyładowania baterii — np. na skutek nieuwagi robotnika obsługującego przyrząd. Ten sam przekaźnik włącza automatycznie na krótki okres czasu oraz wyłącza prąd w cewce wzbudzającej pole podłużne. Podobnie, jak i przyrząd typu B 200, aparat ten wykorzystuje do badań szczątkowe pola magnetyczne — podłużne i poprzeczne.

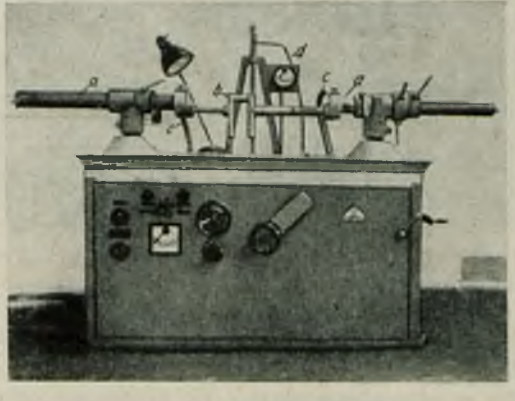
Czulszy i nieco dogodniejszy w użyciu od powyższego aparat o polu „kombinowanym" stanowi Ferroskop-Ferroflux f-my Heubach. W przyrządzie tym, o polu podłużnym stałym, pole poprzeczne zostaje wzbudzone prądem zmiennym b. niskiego napięcia. lecz o dużym natężeniu sięgającym 1 500 A (ze specjalnego transformatora). Przy jednoczesnym włączeniu prądu stałego, zasilającego elektromagnes, oraz prądu zmiennego powstaje w badanym przedmiocie pole magnetyczne o liniach kształtu śrubowego i o skoku zmiennym sinusoidalnie w czasie.

To pole śrubowe umożliwia wykrycie szpar i uszkodzeń o dowolnym przebiegu (kierunku). Ulokowana w skrzyni, tworzącej podstawę, pompa dostarcza atrament magnetyczny; polewanie nim badanego przedmiotu odbywa się podczas wytwarzania pola śrubowego. Przyrząd tego rodzaju wyrobu f-my „Siemens" pokazany jest wraz z badanym wałem na rys. 36. Różni się on elektrycznie od aparatu Heubacha tym, że oprócz podłużnego pola stałego oraz poprzecznego kołowego pola zmiennego — umożliwia on jeszcze wzbudzenie pola szczątkowego za pomocą impulsów prądu stałego. W tych wypadkach należy zwrócić uwagę na konieczność usunięcia podłużnego magnetycznego pola szczątkowego. Jest to szczególnie ważne w częściach ocierających się w czasie pracy, gdyż mogą one przyciągać drobny pył stalowy, powodując nadmierne zużycie się tych części.

Szczątkowe pole magnetyczne może być usunięte za pomocą nałożenia na pole szczątkowe zmiennego pola magnetycznego o amplitudzie malejącej do zera. Początkowa amplituda indukcji magnetycznej nie powinna być mniejsza od indukcji pola użytego do kontroli przedmiotu. Najprostszym sposobem odmagnesowania jest przepuszczanie przedmiotu przez cewkę zasilaną prądem zmiennym. Na skutek zmniejszania się amplitudy pola u brzegów cewki przedmiot — po przepuszczeniu go przez cewkę — staje się, praktycznie biorąc, pozbawiony magnetyzmu szczątkowego — lecz tylko podłużnego. Ten rodzaj rozmagnesowania stosuje np. f-ma Magnaflux Corporation. W wytwórniach samochodów Pratt & Whitney, zaopatrzonych w aparaty Magnaflux, przepuszczanie części stalowych przez cewkę rozmagnesywującą odbywa się za pomocą konwojera.

Opisana wyżej aparatura nie usuwa jednak szczątkowego pola kołowego, wywołanego przepływem prądu przez badany przedmiot. Zasadniczą jej wadą jest brak pełnego podobieństwa między polem magnesującym np. śrubowym, a jednokierunkowym polem rozmagnesowywującym, które nawet po przepuszczeniu pola rozmagnesowywującego w dwuch wzajemnie prostopadłych kierunkach nie wywołuje należytego rozmagnesowywania.

Na uwagę zasługuje aparat rozmagnesowywujący typu *EMA* f-my Heubach; w przyrządzie tym — przy pomocy specjalnego komutatora — zmienia się kolejno kierunek prądu stałego, zasilającego elektromagnes użyty do rozmagnesowania. Przy każdej zmianie kierunku prądu zmniejsza się jego natężenie aż do zera, a więc powstaje pole zmienne zanikające. Omawiany przyrząd jest tak zbudowany, że można go przyłączyć do omówionego wyżej aparatu typu Ferroskop-Ferroflux i rozmagnesować badany przedmiot, nie wyjmując go z uchwytów. Usunięcie magnetyzmu szczątkowego, wzbudzonego przepływem prądu stałego, można uskutecznić, przepuszczając przez namagnesowany przedmiot prąd zmienny o natężeniu malejącym do zera, lub co najmniej do 50 — 100 A.



Rys. 36.
Widok przyrządu f-my Siemens podczas badania wału korbowego.

O ile chodzi o dalszy rozwój przyrządów o polu kombinowanym, to ostatnie doświadczenia prof. A k u ł o w a (Z. S. R. R.) wykazują, że dobre wyniki dają przyrządy o polu podłużnym zmiennym, przesuniętym w czasie i przestrzeni o 90° względem (również zmiennego) pola kołowego wzbudzonego prądem zmiennym, przepływającym wzdłuż badanego przedmiotu. Wypadkowa obu tych pól w i r u j e, wykrywając uszkodzenia dowolnego kierunku.

(Dokończenie nastąpi).

ORZECZNICTWO ELEKTRYCZNE

Postanowienie umarzające sprawę ma charakter decyzji.

Żaden przepis prawny nie przewiduje możności dalszego prowadzenia postępowania uprzednio umorzonego prawomocną decyzją.

Powyższe stanowisko zajął Najwyższy Trybunał Administracyjny w wyroku z dn. 24 lutego 1938 r. L. Rej. 3916/35 w sprawie skargi firmy „H. L. Sobel i Synowie Tartak parowy i Elektrownia w Mikuliczynie" na orzeczenie Ministerstwa Przemysłu i Handlu z dn. 16 marca 1935 roku L. E. VIII-327/I/35 dotyczące uprawnienia na zakład elektryczny.

Uzasadnienie wyroku jest następujące:

H. L. Sobel, właściciel tartaku w Mikuliczynie, złożył w Urzędzie Wojewódzkim Stanisławowskim w dniu 13 listopada 1927 r. podanie o uprawnienie rządowe na wytwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej w obrębie gminy Mikuliczyna.

Sprawozdaniem z 28 lutego 1928 r. L. Ad. 2591 ex 1928 przedłożył Urząd Wojewódzki Stanisławowski b. Ministerstwu Robót Publicznych podanie Sobla z wnioskiem przychylnym.

Po wymianie szeregu pism pomiędzy b. Ministerstwem Robót Publicznych a obecną firmą „H. L. Sobel i Synowie, Tartak Parowy i Elektrownia w Mikuliczynie" w przedmiocie warunków uprawnienia rządowego na zakład elektryczny w Mikuliczynie, oraz po uruchomieniu w międzyczasie tego zakładu, pomienione Ministerstwo celem ostatecznego ustalenia warunków tego uprawnienia zwróciło się do firmy Sobel, pismem z dnia 2 stycznia 1930 r. Nr XVII—3468/29, wyznaczając jej termin jednomiesięczny na wyrażenie zgody na warunki uprawnienia według brzmienia ostatecznie w tymże piśmie podanego.

Na pismo powyższe Ministerstwa z 2 stycznia 1930 r., jak wynika z akt sprawy, firma Sobel nie tylko nie nadesłała żądanej zgody, ale w ogóle nie odpowiedziała.

Wobec powyższego b. Ministerstwo Robót Publicznych, zarządzeniem z 22 lutego 1930 r. Nr XVII—607/30 poleciło Urzędowi Wojewódzkiemu Stanisławowskiemu zamknięcie zakładu elektrycznego w Mikuliczynie, a decyzją z 10 listopada 1931 r. Nr XVII—3866/31, mając na uwadze, że firma „H. L. Sobel i Synowie" nie wyraziła zgody na warunki uprawnienia, ustalone ostatecznie pismem Ministerstwa z 2 stycznia 1930 r. Nr XVII—3468/29, orzekło, iż sprawa nadania tej firmie uprawnienia na powyższy zakład elektryczny ulega umorzeniu. Powyższa decyzja z 10 listopada 1931 wobec niezaskarżenia jej w swoim czasie, uprawomocniła się.

Następnie podaniem z 8 stycznia 1935 r. firma „H. L. Sobel i Synowie" zwróciła się do Ministerstwa Przemysłu i Handlu o wznowienie sprawy i o udzielenie jej uprawnienia na prowadzenie elektrowni w Mikuliczynie, wyrażając równocześnie zgodę na warunki tego uprawnienia, wyszczególnione w piśmie b. Ministerstwa Robót Publicznych z 2 stycznia 1930 r. Nr XVII—3468/29.

Ministerstwo Przemysłu i Handlu, mając na uwadze, że umorzenie decyzją b. Ministerstwa Robót Publicznych z 10 listopada 1931 r. sprawy nadania firmie „H. L. Sobel i Synowie" uprawnienia rządowego na zakład elektryczny w Mikuliczynie tak b. Ministerstwo Robót Publicznych, jak niemniej i pomieniona firma traktowały jako odmowę udzielenia wspomnianego uprawnienia, orzeczeniem z 16 marca 1935 r. Nr. E. VIII-327/I/35 na podstawie art. 97 prawa o postępowaniu administracyjnym poz. 341/28 Dz. Ust. odmówiło powyższemu wnioskowi firmy o wznowienie sprawy nadania jej rzeczonego uprawnienia. W uzasadnieniu orzeczenia Ministerstwo zaznaczyło, że firma nie wskazała, aby zaistniały w danym przypadku wymogi dla wznowienia, przewidziane w art. 95 punkty a) i b) bądź c) wyżej powołanego prawa, niezależnie już od niedopuszczalności, stosownie do przepisu art. 96 p. 3 zdanie drugie tegoż prawa, wznowienia danej sprawy, ponieważ od dnia uprawomocnienia się decyzji b. Ministerstwa Robót Publicznych z 10 listopada 1931 r. upłynął okres 3-letni, miarodajny w kwestii wznowienia postępowania.

No powyższe orzeczenie Ministerstwa Przemysłu i Handlu firma „H. L. Sobel i Synowie, Tartak Parowy i Elektrownia w Mikuliczynie" wniosła skargę do Najwyższego Trybunału Administracyjnego.

Skarżąca firma wywodzi, że w podaniu swym z 8 stycznia 1935 r. nie prosiła o wznowienie postępowania w sensie art. 95 prawa o postępowaniu administracyjnym, gdyż w podaniu tym nie powoływała się na okoliczności, wymienione w punktach a), b) i c) tegoż art. 95, lecz wychodziła z założenia, iż sprawa jej uprawnienia na zakład elektryczny, wszczęta na skutek jej podania z 1928 r., jest sprawą otwartą, albowiem podanie to nie zostało wówczas załatwione merytorycznie, że zatem ustosunkowanie się władzy pozwanej do podania skarżącej z 1935 r., ograniczające się do momentów formalnych, a nie załatwiając istotnego jego petitum, jest niezgodnym z rzeczywistością i niezrozumieniem intencji skarżącej, co stanowi istotną wadliwość postępowania administracyjnego. Nadto skarżąca firma dopatruje się dalszej wadliwości postępowania w tym, że władza pozwana oparła swe orzeczenie na jawnie, zdaniem skarżącej, nieważnej, a zatem nie mogącej urość w moc prawa i rodzić skutków prawnych, decyzji b. Ministerstwa Robót Publicznych z 10 listopada 1931 r., ponieważ orzeczone tą decyzją umorzenie sprawy było niezgodne z przepisem art. 71 prawa o postępowaniu administracyjnym albowiem, wobec istnienia i nieprzerwanej działalności zakładu elektrycznego w chwili wydania tej decyzji, ówczesna władza powinna była, stwierdzając, iż uzgodnienie co do warunków uprawnienia na ten zakład nie może nastąpić, odmówić wydania tego uprawnienia, lecz w żadnym razie nie wolno jej umarzać tej sprawy, wreszcie, że zaskarżone orzeczenie jest pozbawione słusznego uzasadnienia, oraz, że utrwala ono stan bezprawia, wytworzony przez wadliwą wyżej wymienioną decyzję z 10 listopada 1931 r., a zatem wykracza przeciw ustawie.

Rozpoznając powyższe zarzuty skargi, Najwyższy Trybunał Administracyjny rozważył, co następuje:

Decyzja b. Ministerstwa Robót Publicznych z 10 listopada 1931 r. przedstawia się według swej treści jako postanowienie, powzięte sa zasadzie art. 71 prawa o postępowaniu administracyjnym. Zgodnie z poglądem, wypowiedzianym w wyroku Trybunału z 21 kwietnia 1937 r. L. Rej. 2821/34, postanowienia takie mają charakter decyzji, a wobec tego przyjąć należy, że wymieniona wyżej decyzja, na skutek niezaskarżenia jej urosła w moc prawa. W związku z tym zarzuty skargi, skierowane przeciw tej decyzji, nie podlegają rozpoznaniu w obecnym sporze.

Podanie skarżącej firmy z 8 stycznia 1935 r. traktowane mogło być według swej treści bądź jako wniosek

o wznowienie postępowania, zakończonego wyżej wzmiankowaną decyzją z 10 listopada 1931 r., bądź też jako wniosek o wdrożenie dalszego postępowania przy uwzględnieniu dochodzeń już przeprowadzonych.

Niesporną obecnie rzeczą jest, że wniosek o wznowienie postępowania nie miał podstawy prawnej, wniosek zaś o wdrożenie postępowania dalszego przedstawiał się również jako nieuzasadniony wobec momentu, że postępowanie poprzednie zostało wyżej pomienioną prawomocną decyzją umorzone i żaden przepis prawny nie przewiduje możności dalszego prowadzenia takiego postępowania.

Pozwana władza, odmawiając wznowienia postępowania, wypowiedziała tym samym negatywne stanowisko prawne co do wniosku o dalsze prowadzenie sprawy, a stanowisko to przedstawia się jako trafne.

Uchylenie z urzędu decyzji z 10 listopada 1931 r. zależnym było od swobodnego uznania pozwanej władzy, a nieskorzystanie z jej strony z przysługujących jej ewentualnie w tym względzie uprawnień nie stwarza dla strony skarżącej żadnego roszczenia.

Kierując się powyższymi rozważaniami Trybunał oddalił skargę, jako nieuzasadnioną.

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (C E I)

I. Zebranie Plenarne 1938 roku w Torquary.

Zebranie plenarne CEI odbyło się w roku 1938 w Anglii, a mianowicie w Torquay. W Londynie odbył się oficjalny bankiet z udziałem J. K. W. Księcia Kentu. W zebraniu plenarnym wzięli udział delegaci 22 państw w liczbie 449 osób. Prócz tego w charakterze gości udział wzięło 114 osób.

Odbyły zebrania następujące Komitety Techniczne: *1* — Słownik Międzynarodowy; *2* — Sekcja *B* — Transformatory; *3* — Symbole graficzne; *5* — Turbiny Parowe; *6* — Oprawki i Trzonki Żarówek; *7* — Aluminium; *8* — Izolatory; *9* — Sprzęt Trakcyjny, oraz Komitet Mieszany dla spraw trakcji elektr.; *11* — Linie Napowietrzne; *12* — Radiokomunikacja; *13* — Przyrządy Pomiarowe; *15* — Materiały izolacyjne; *16* — Oznaczenia zacisków; *17* — Wyłączniki; *19* — Silniki Spalinowe; *20* — Kable Elektryczne; *21* — Akumulatory; *22* — Przyrządy Elektronowe; *24* — Wielkości oraz Jednostki Elektryczne i Magnetyczne; *25* — Symbole Literowe oraz *26* — Spawanie Elektryczne. Prócz tego odbyły się posiedzenia Komitetu Wykonawczego i Rady CEI.

Z ramienia Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego wzięła udział delegacja w następującym składzie:

1. Prof. K. Drewnowski, przewodniczący delegacji, członek Komitetu Wykonawczego CEI i delegat do Komitetów *1, 3* i *25* oraz Komitetu Wykonawczego i Rady CEI;

2. Dr. S. Dunikowski, delegat do Komitetów *22* i *24;*

3. Inż. G. Hornziel, 2-gi delegat do Komitetu *21;*

4. Inż. B. Jabłoński, delegat do Komitetu *13;*

5. Inż. L. Jachimowicz, delegat do Komitetu *20;*

6. Dr. J. L. Jakubowski, 1-szy delegat do Komitetu *8* i 2-gi delegat do Komitetu *17;*

7. Prof. A. J. Morawski, 1-szy delegat do Komitetów *7* i *17;*

8. Inż. J. Podoski, sekretarz delegacji, delegat do Komitetu *26* i do Rady CEI;

9. Prof. R. Podoski, delegat do Komitetu *9* oraz do Comité Mixte;

10. Inż. J. Roman, delegat do Komitetów *2* i *16;*

11. Inż. A. Zelenay, delegat do Komitetów *12* i *21,* oraz

12. Inż. J. Zieliński, delegat do Komitetu *11* i 2-gi delegat do Komitetu *7.*

Udział delegacji P. K. E. w plenarnym posiedzeniu CEI umożliwiony został dzięki pomocy szeregu instytucji przemysłowych, które przyczyniły się do tego finansowo.

Delegacja polska, mimo iż była jedną z mniej licznych, wzięła czynny udział w pracach większości Komitetów Technicznych CEI. Szczegółowe sprawozdania z posiedzeń Komitetów zamieszczane będą w kolejności.

Do ogólnego sprawozdania należy dodać, że uroczyste otwarcie zjazdu odbyło się w ratuszu miasta Torquay. Komitet Brytyjski, jako organizator i gospodarz zebrania, przyjął delegatów zagranicznych śniadaniem, na zamknięcie zaś zjazdu odbył się bankiet w sali Guildhall w Londynie z udziałem J. K. W. Księcia Kentu oraz Lorda Majora Londynu. Książę Kentu wygłosił do uczestników zjazdu dłuższe przemówienie, podnosząc znaczenie normalizacji, jako czynnika ułatwiającego współpracę międzynarodową.

Delegaci na zjazd CEI wzięli również udział w dorocznym raucie Instytutu Elektryków Angielskich, który odbywa się według ustalonej już tradycji w salach Muzeum Zoologicznego.

Tam odbyło się również zakończenie obrad zjazdowych, na którym przedstawił się członkom CEI nowy prezes prof. L. Lombardi wraz z Komitetem wykonawczym w nowym składzie. Poza tym wygłoszono wspomnienia pośmiertne, poświęcone zmarłym prezesom honorowym CEI P. Janetowi i S. P. Thomsonowi, oraz podziękowania organizatorom zjazdu, które złożyli w imieniu uczestników: Dr. Huber Stockar w ręce Komitetu angielskiego, a prof. K. Drewnowski — w ręce Komitetu organizacyjnego

II. Komitet wykonawczy CEI (Comité d'Action).

W zebraniu wzięli udział Prezes CEI p. Burke, członkowie Komitetu (pp. Drewnowski, Duval, Huber-Stockar, Kloss, Semenza i Sharp), przedstawiciele wszystkich pozostałych Komitetów Krajowych reprezentowanych na zjeździe, Sekretarz CEI p. Edgcumbe i Sekretarz Generalny p. Le Maistre, ze strony P. K. E. byli obecni prof. Drewnowski i inż. J. Podoski.

Porządek dzienny obejmował następujące sprawy:

1. **Przyjęcie sprawozdania** z posiedzenia Komitetu Wykonawczego CEI z dn. 23 czerwca 1937 r., odbytego w Paryżu. Sprawozdanie to (zamieszczone w Przeglądzie Elektrotechnicznym, zeszyt 20 z dn. 15.X.1937 r.) zostało przyjęte bez zmian.

2. **Wniosek Niemieckiego Komitetu, zmierzający do uzupełnienia wstępu do publikacyj oficjalnych CEI** tekstem skierowanym do krajów, które nie posiadają dotychczas krajowych przepisów, aby przy ustalaniu tych przepisów opierały się, jako na podstawie, na przepisach i zaleceniach CEI. Wniosek ten z pewnymi uzupełnieniami i zmianami przyjęto, jako zgodny z dążeniem CEI do międzynarodowej unifikacji w dziedzinie norm i przepisów elektrotechnicznych.

3. **Wniosek Niemieckiego Komitetu w sprawie używania języka niemieckiego na posiedzeniach CEI.** Językami oficjalnymi CEI od chwili jej założenia, tj. od r. 1906 są języki angielski i francuski. W tych też językach prowadzone są obrady i publikowane wszystkie wydawnictwa CEI. Wniosek niemiecki, obszernie umotywowany, zmierzał zdaniem delegatów niemieckich jedynie do zalegalizowania stanu faktycznego, gdyż delegacja niemiecka stwierdziła, że na całym szeregu posiedzeń Komitetów Technicznych używany jest często język niemiecki w dyskusjach na równi z językami angielskim i francuskim. Wniosek niemiecki spotkał się ze sprzeciwem ze strony delegatów kilku Komitetów, w imieniu których delegat czeski prof. List zaproponował odesłać tę sprawę do opinii poszczególnych Komitetów krajowych w normalnym trybie, tj. z 6-miesięcznym terminem do nadesłania opinii. Po dłuższej dyskusji przyjęto wniosek kompromisowy tej treści, że się prowizorycznie, tytułem próby, udziela upoważnienia przewodniczącym Komitetów Technicznych do zezwalania w razach wyjątkowych na używanie dowolnego języka na posiedzeniach Komitetów, z warunkiem, aby przemówienie to było przetłumaczone na angielski lub francuski staraniem osoby przemawiającej w innym niż te dwa języku. Wniosek ten nie ma charakteru uchwały obowiązującej, lecz jedynie prowizorycznej, wprowadzonej tytułem próby.

4. **Sprawozdanie finansowe** przedstawił płk. Edgcumbe, honorowy sekretarz CEI, komunikując, że Komitet Wykonawczy otrzyma wniosek skarbnika na jedno z najbliższych posiedzeń Komitetu o zwrócenie się z apelem do Komitetów krajowych w sprawie podwyższenia składek, a to w związku ze stale rozszerzającym się zakresem działalności CEI. Przy tej okazji należy wspomnieć, że Polska płaci jedną z najniższych stawek, znajdując się na szarym końcu płatników. W związku ze stale rozwijającą się współpracą P.K.E. z CEI należałoby podwyższyć przede wszystkim składkę ze strony Polski.

5. **Sprawozdania przewodniczących Komitetów Technicznych.** Przewodniczący wszystkich Komitetów czynnych na zebraniu plenarnym lub ich zastępcy zakomunikowali wyniki prac tych Komitetów. Podane one będą w szczegółowych sprawozdaniach poszczególnych delegatów P.K.E.

6. **Daty i miejsca przyszłych zebrań.** Na zakończenie określono, jako termin przyszłego plenarnego zebrania, rok 1941. Miejsce będzie ustalone później. Co do zebrań tzw. częściowych, tj. kilku Komitetów Technicznych, które odbywać się mają dwa razy do roku w okresie czerwca i w okresie września — postanowiono, że najbliższe takie zebrania odbędą się dopiero na jesieni r. 1939 prawdopodobnie w Szwajcarii (z okazji szwajcarskiej wystawy krajowej) i w USA (z okazji międzynarodowej wystawy w N. Yorku). Na czerwiec lub wrzesień 1940 roku przewidziane są posiedzenia w Polsce.

III. Rada CEI.

W posiedzeniu Rady CEI wzięli, stosownie do regulaminu, udział jako jej członkowie delegaci wszystkich Komitetów krajowych po 2-ch z każdego kraju. Delegatami P.K.E. byli pp. prof. K. Drewnowski i J. Podoski.

Porządek dzienny obejmował następujące sprawy:

1. Przyjęcie sprawozdania z posiedzenia Rady na ostatnim plenarnym posiedzeniu, które się odbyło w Brukseli w 1935 roku.

2. Przyjęcie nowego Komitetu krajowego. Przyjęto do CEI, jako nowego członka, Komitet Elektrotechniczny Afryki Południowej.

3. Aprobata uchwał Komitetu Wykonawczego CEI. Rada CEI zaaprobowała uchwały poszczególnych posiedzeń Komitetu od r. 1935, tj. od ostatniego posiedzenia Rady.

4. Wybór nowego Komitetu Wykonawczego na okres trzech lat. Zgodnie z regulaminem w roku bieżącym ustępują z Komitetu 3 kraje i na ich miejsce wchodzą 3 nowe. Stosownie do wyników losowania ustępują z Komitetu delegaci Francji, Italii i USA. Na ich miejsce weszły Anglia, Belgia i Norwegia. W ten sposób w skład

Komitetu na okres od 1938 r. do 1941 r. weszły następujące kraje: Anglia, Belgia, Niemcy (ponownie), Norwegia, Polska (ponownie) i Szwajcaria (ponownie).

5. Przyjęcie sprawozdania finansowego Biura Centralnego CEI. Sprawozdanie to, rozesłane uprzednio wszystkim Komitetom krajowym, zostało zatwierdzone przez Radę.

6. Wybór Prezesa Honorowego. Zgodnie z propozycją zgłoszoną na plenarnym zebraniu w 1935 roku, Rada CEI wybrała jednogłośnie na honorowego Prezesa CEI prof. dr Kennelly'ego, znakomitego uczonego elektryka amerykańskiego, nader zasłużonego dla prac CEI.

7. Wybór prezesa CEI. Wobec zakończenia kadencji prezesury p. Burke (USA) prezesa od 1935 r., wybrany został jednogłośnie na prezesa CEI prof. Luigi Lombardi, prezes Italskiego Komitetu Elektrotechnicznego, przewodniczący Komitetu 1 Słownika międzynarodowego i jeden z głównych autorów tego słownika, którego pierwsze egzemplarze, jako owoc 12-letniej pracy tego Komitetu CEI, były doręczone członkom Rady. Żegnając się z Radą CEI, jako prezes, p. Burke złożył podziękowanie członkom Rady i Komitetu Wykonawczego oraz Sekretarzowi Generalnemu CEI, po czym powitał prof. Lombardiego jako swego następcę, podnosząc jego zasługi naukowe oraz dla CEI.

Po przemówieniu nowego prezesa prof. Lombardiego zamknięto posiedzenie Rady, po czym odbyło się plenarne posiedzenie zamknięcia Zjazdu.

IV. Komitet 1 — Słownik Międzynarodowy.

W czasie zebrania plenarnego CEI w Torquay odbyły się 2 posiedzenia Komitetu 1 — Słownika międzynarodowego, pod przewodnictwem prof. L. Lombardiego, a przy udziale delegatów: Anglii, Argentyny, Australii, Czechosłowacji, Francji, Hiszpanii, Holandii, Niemiec, Norwegii, Polski, Rumunii, Stanów Zjedn. A. P. oraz Szwajcarii. Delegatem PKE był prof. K. Drewnowski.

Protokół (RM. 146) z poprzedniego posiedzenia z 5 do 8.IV.1937 w Paryżu przyjęto bez zmian, po czym rozpatrzono i załatwiono następujące ważniejsze sprawy:

1. Pierwsze wydanie Międzynarodowego Słownika Elektrotechnicznego.

Dotychczasowe prace Komitetu słownika, prawie dwunastoletnie, zostały zakończone pierwszym etapem w postaci okazałego tomu, zawierającego ok. 2000 najważniejszych terminów z następujących działów elektrotechniki: podstawy elektrotechniki, maszyny el., przyrządy, miernictwo, przesyłanie energii, trakcja, zastosowania mechaniczne i cieplne, oświetlenie, elektrochemia, teletechnika, radiotechnika, radiologia, elektrobiologia. Każdy termin opatrzony jest definicją w języku francuskim i angielskim, oraz odpowiednikami w językach: niemieckim, włoskim, hiszpańskim i — tytułem próby — esperanckim. Ta nowa publikacja CEI, która nosi Nr. 50, obejmuje 311 stron druku dużego formatu (w tym 217 tekstu i 94 indeksu) i kosztuje zaledwie 10 szylingów *).

Wydanie to jest prowizoryczne, tzn. poddane zostanie jeszcze krytyce i opinii komitetów krajowych, ulegnie więc zmianie, po czym będzie uważane za I wydanie, mające charakter oficjalnego zalecenia CEI. Dotychczasowe prace były prowadzone przez Komitet redakcyjny, w którym brał udział również delegat PKE. Wynikiem ich jest niniejszy projekt, który musi być poddany normalnej procedurze CEI. Jest on pierwszym międzynarodowym słownikiem elektrotechnicznym, przy układaniu którego ścierały się zdania przedstawicieli różnych narodów i języków i jako taki zasługuje na szczególną uwagę wszystkich sfer interesujących się tego rodzaju sprawami.

Obecnie komitety krajowe będą miały obowiązek poddać ten słownik studiom i przesłać swe opinie do przewodniczącego Komitetu *1* CEI, który je przekaże odpowiednim podkomisjom. Komitet *1* będzie koordynował prace tych komisyj celem przedłożenia tekstu ostatecznego do zatwierdzenia przez CEI.

Komitet z aplauzem przyjął sprawozdanie przewodniczącego oraz fakt ukazania się słownika.

2. Wprowadzenie innych języków do słownika.

Przewodniczący przedstawił genezę tej sprawy, która była przedmiotem dyskusji także i na poprzednich posiedzeniach Komitetu z racji wysunięcia żądania umieszczenia w wydaniu prowizorycznym (które obecnie się ukazało) również i innych języków, m. in. polskiego. Komitet zdecydował wówczas, aby zachować tylko 3 języki dodatkowe, tj. niemiecki, włoski i hiszpański oraz — prowizorycznie — esperancki, sprawę zaś innych języków odłożył do I-go wydania poprawionego. Przewodniczący uważa, że względy techniczne i finansowe stoją temu na przeszkodzie. Możnaby dopuścić chyba tylko jeszcze jeden język np. polski, jako przedstawiciela języków słowiańskich. W odpowiedzi delegat polski zaznaczył, że PKE domagał się już dawniej, aby w słowniku międzynarodowym znalazł się również i język polski; uważa, że jeżeli słownik ma być istotnie międzynarodowy, to powinno się dopuścić do niego wszystkie te języki, których przedstawiciele tego żądają. Wobec tego proponuje następujące załatwienie tej kwestii: definicje w słowniku podane będą w języku francuskim i angielskim, odpowiedniki zaś — w tych wszystkich językach, których przedstawiciele (komitety narodowe) zobowiążą się dostarczyć w przepisanym czasie odpowiedni materiał i pokryć część kosztów wydawnictwa, odpowiadającą wydatkom zwiększonym skutkiem umieszczenia ich języka w słowniku. Propozycja ta spotkała się na ogół z przychylną opinią większości zabierających głos, lecz również z opozycją niektórych przedstawicieli języków już przyjętych do słownika, którzy byli zdania, że wystarczy jeżeli będą uwzględnione tylko języki najbardziej rozpowszechnione i znane w elektrotechnice. W rezultacie zgodzono się, aby sekretariat Komitetu 1 opracował referat w tej sprawie i przesłał go do opinii komitetów krajowych wraz z projektem załatwienia.

3. Uzgodnienie słowników krajowych z międzynarodowymi CEI.

Sprawa ta była przedmiotem ożywionej dyskusji, przy czym wyłoniły się 2 zdania: 1 — za przyjęciem przez Komitety Krajowe dosłownego tekstu słownika CEI, jako podstawy słowników narodowych, oraz 2 — za pozostawieniem pewnej swobody przy układaniu słowników narodowych, lecz przy uwzględnieniu możliwie wiernych definicyj i podania numeracji terminów według CEI — obok własnej. Delegat polski wypowiedział się za tym drugim ujęciem, zgodnie zresztą ze stanowiskiem PKE i SEP. W wyniku dyskusji przyjęto takie właśnie zalecenie.

Na tym zakończono ważniejsze sprawy omawiane i załatwione na zebraniu w Torquay.

*) Jest ona do nabycia SEP w cenie zł. 10.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

PRACE PRZEPISOWE.

Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalń $\frac{\text{PNE}}{17 - 1937}$

Minister Przemysłu i Handlu zlecił stosowanie na całym obszarze Rzeczypospolitej Polskiej *„Przepisów budowy i ruchu urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalń $\frac{PNE}{17 - 1937}$"*.

(Monitor Polski Nr. 172 z dn. 30 lipca 1938 r.).

ZALEWY KABLOWE (PNE/16-1/33)

Nowelizacja.

Wobec przystąpienia do nowelizacji powyższych norm uprasza się zainteresowanych o nadsyłanie uwag i propozycji p. a. Sekretariatu Generalnego S. E. P. (Królewska 15) do dnia 15 listopada r. b.

KOMUNIKAT ZARZĄDU SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ S. E. P.

Po przerwie wakacyjnej Sekcja Radiotechniczna S. E. P. wznawia swą działalność odczytową. W dniu 12 października b. r. kol. inż. Karol Witkowski wygłosi referat p. t. „Wrażenia z XV-ej Berlińskiej Wystawy Radiowej" (5 — 21 sierpnia 1938 r).

Początek odczytu godz. 19. Sala odczytowa S. E. P. (ul. Królewska 15). Wstęp wolny dla członków S. E. P., S. T. P., Z. P. I. E. oraz wprowadzonych gości.

PROGRAM ODCZYTÓW NA MIESIĄC PAŹDZIERNIK I LISTOPAD.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Wtorek, dnia 11 października:

Dyr. Kazimierz Straszewski: *„Rola inżyniera-elektryka w dziele elektryfikacji Polski"*.

Treść odczytu: Na czym polega elektryfikacja kraju? Jej rola gospodarcza, społeczna i kulturalna. Poziom elektryfikacji w Polsce i w innych krajach Europy. Konieczność planowych wysiłków wszystkich elektryków dla propagandy idei elektryfikacji w różnych dziedzinach życia i gospodarstwa kraju. Rola inżynierów-elektryków w propagandzie elektryfikacji.

Wtorek, dnia 18 października:

Inż. St. Gołębiowski: *„Urządzenia elektryczne tuneli pod Skaldą w Antwerpii"*.

Treść odczytu: Portowie miasto Antwerpia w Belgii zbudowane jest na jednym tylko brzegu Skaldy. W celu pozyskania drugiego brzegu dla rozwoju miasta zbudowano w ostatnich latach dwa tunele: jeden dla pieszych i jeden dla samochodów; tunele te są największymi tego rodzaju budowlami w Europie. Wyposażenie elektryczne tunelu dla pieszych obejmuje prócz wentylacji i oświetlenia napęd ruchomych schodów oraz wind. W tunelu dla samochodów największą trudność stanowiło rozwiązanie zagadnienia wentylacji z uwagi na możliwość gromadzenia się gazów spalinowych. Referat opisuje przebieg budowy tuneli oraz urządzenia elektryczne do napędu dźwigów, klimatyzacji powietrza oraz kontroli ruchu w tunelach.

Wtorek, dnia 25 października:

Inż. Jan M. Grzybowski (z Bostonu, Mass., Stany Zjedn. A. P.): *„Stałe charakterystyczne maszyn prądu zmiennego i ich znaczenie dla pracy sieci"*.

Treść odczytu: Składowe prądu zmiennego. Reaktancja synchroniczna. Reaktancja nieustalona. Reaktancja początkowa. Reaktancja synchroniczna nasycona. Teoria dwu reaktancyj. Wykres wektorowy reaktancji. Stałe czasu. Stała bezwładności. Krzywe dekrementowe. Składowa symetryczna negatywna reaktancji. Składowa symetryczna negatywna oporności. Składowa symetryczna zerowa impedancji. Metody określania charakterystycznych składowych symetrycznych.

Wtorek, dnia 8 listopada:

Inż. Jan M. Grzybowski (z Bostonu, Mass., Stany Zjedn. A. P.): *„Podstawy równowagi elektrycznej linij przesyłowych i metody jej określania"*.

Treść odczytu: Definicje. Analogie. Czynniki wpływające na równowagę linii. Równowaga statyczna. Impedancja skupiona. Dwie maszyny i linia. Odbiornik nieskończenie wielki. Systemy o obciążeniu normalnym. Rozwiązanie analityczne. Rozwiązanie wykreślne. Rozwiązanie z uwzględnieniem nasycenia maszyn. Rozwiązanie za pomocą analizatora (modelu) sieci. Równowaga dynamiczna. Zakłócenia systemu. Ogólne równania pracy maszyn. Kryterium równowagi. Wykresy zmiany stanu systemu. Przedstawienie zwarcia za pomocą zastępczego układu bocznikowego. Rozwiązanie za pomocą „punktu po punkcie" oraz metody „równej powierzchni". Rozwiązanie za pomocą analizatora (modelu) sieci. Rozwiązanie za pomocą wzorów prelegenta. Sposoby zwiększenia równowagi linii.

Powyższe odczyty odbędą się w lokalu Stowarzyszenia Elektryków Polskich w Warszawie, przy ul. Królewskiej Nr. 15 o godz. 20-ej.

ODDZIAŁ TORUŃSKI.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego *):

Karabasz Edwin, inż., Toruń, Słowackiego 40.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Zgłoszenia na członków zwyczajnych *):

Bratkowski T., inż., Warszawa, Stanisława Noakowskiego 66 m. 6.
Charaszkiewicz Marceli Norbert, inż. Warszawa, Szopena 6 m. 15.
Pluciński Mieczysław Wacław, inż., Warszawa, Nalewki 4 m. 3.
Stasiak Tadeusz, inż., Warszawa, Tucholska 28.
Świerczyński Stanisław, inż., Warszawa, Żurawia 29 m. 29.
Ziółkowski Antoni, inż., Warszawa, Tucholska 28.

---

*) Uwaga: Zgodnie z par. 10 Statutu S.E.P., każdy członek Stowarzyszenia ma prawo złożenia właściwemu Zarządowi oddziału w ciągu 4 tygodni od daty niniejszego ogłoszenia umotywowanego protestu przeciwko przyjęciu powyższych kandydatów.

08.02.04	**decy-** déci- Deci- deci-	10^{-1}
	centy- centi- Centi- centi-	10^{-2}
	mili- milli- Milli- milli-	10^{-3}
	mikro- micro- Mikro- micro-	10^{-6}
	mikromikro-, piko- micromicro- Mikromikro- micromicro-	10^{-12}
.05	**Jednostki praktyczne** Unités pratiques Praktische Einheiten Practical units	Jednostki, oparte na układzie elektromagnetycznym jednostek CGS, którym nadano przez kongresy naukowe elektryczności nazwy osób na pamiątkę ich prac, stanowiących epokę w wiedzy elektrycznej. Jednostkami temi są: om, wolt, amper, kulomb, farad, henr, dżul, wat. Do nich należy dodać jednostkę mocy pozornej — woltoamper, oraz mocy biernej — war.
.06	**om** ohm Ohm ohm	Jednostka praktyczna oporności, wynosząca 10^9 jednostek elektromagnetycznych CGS.
.07	**wolt** volt Volt volt	Jednostka praktyczna napięcia, wynosząca 10^8 jednostek elektromagnetycznych CGS.
.08	**amper** ampère Ampere ampere	Jednostka praktyczna natężenia prądu, wynosząca 10^{-1} jednostek elektromagnetycznych CGS.
.09	**kulomb** coulomb Coulomb coulomb	Jednostka praktyczna ilości elektryczności, wynosząca 10^{-1} jednostek elektromagnetycznych CGS.

08.02.10	**farad** farad Farad farad	Jednostka praktyczna pojemności, wynosząca 10^{-9} jednostek elektromagnetycznych CGS.
.11	henr henry Henry henry	Jednostka praktyczna indukcyjności, wynosząca 10^9 jednostek elektromagnetycznych CGS.
.12	**wat** watt Watt watt	Jednostka praktyczna mocy rzeczywistej, wynosząca 10^7 jednostek elektromagnetycznych CGS, równa liczbowo pracy 1 dżula w 1 sekundzie.
.13	**woltoamper** voltampère Voltampere voltampere	Jednostka praktyczna mocy pozornej, stanowiąca moc pozorną takiego prądu, dla którego iloczyn napięcia, wyrażonego w woltach, przez natężenie, wyrażone w amperach, równa się jednostce.
.14	**war** var Var var	Jednostka praktyczna mocy biernej prądu, stanowiąca moc urojoną takiego prądu, dla którego iloczyn napięcia, wyrażonego w woltach, natężenia, wyrażonego w amperach i sinusa kąta różnicy faz równa się jednostce.
.15	**dżul** joule Joule joule	Jednostka praktyczna pracy lub energji wynosząca 10^7 jednostek elektromagnetycznych CGS (ergów).
.16	**siemens** siemens Siemens siemens	Jednostka praktyczna przewodności, wynosząca 10^9 jednostek elektromagnetycznych CGS.
.17	**makswel** maxwell Maxwell maxwell	Jednostka elektromagnetyczna CGS strumienia magnetycznego.
.18	**gaus** gauss Gauss gauss	Jednostka elektromagnetyczna CGS indukcji magnetycznej.
.19	**ersted** oersted Oersted oersted	Jednostka elektromagnetyczna CGS natężenia pola magnetycznego.
.20	**gilbert** gilbert Gilbert gilbert	Jednostka elektromagnetyczna CGS siły magnetomotorycznej.

(C. d. n.)

R Ó Ż N E

Pierwszy Polski Kongres Techników.

W dniach 11 — 13 listopada 1938 r. odbędzie się w Warszawie Pierwszy Polski Kongres Techników, organizowany przez Naczelną Organizację Stowarzyszeń Techników R. P. (NOST).

Obrady Kongresu toczyć się będą pod wysokim protektoratem Pana Prezydenta Rzeczypospolitej, prof. Ignacego Mościckiego i Pana Marszałka Polski Edwarda Śmigłego-Rydza.

Zadaniem Kongresu jest naświetlenie roli technika we wszystkich przejawach jego działalności zawodowo-społecznej.

Koszt udziału w Kongresie wynosi 7 zł.

O udziale w Kongresie należy zawiadomić do dnia 1 listopada 1938 r. Komitet Organizacyjny I Polskiego Kongresu Techników, Warszawa-Śródmieście, ul. Wiejska 1 m. 40, tel. 809-81.

Ze względu na liczny zjazd w czasie trwania Kongresu w związku z obchodem XX-lecia Niepodległości, Komitet Organizacyjny I Polskiego Kongresu Techników prosi o jak najszybsze zamawianie kwater. Termin zgłaszania zapotrzebowań na kwatery upływa z dn. 1 listopada b. r.

Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Polski Komitet Normalizacyjny przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu podaje do wiadomości wszystkich zainteresowanych, iż ukazały się między innymi w druku, uchwalone przez Komitet w grudniu 1937 r.

Polskie normy

P—401—403, 406, 407, 1001 —1012, 1018—1021, P—200—202, 211—224, 232 —234, 261—274, 276, 277.	„Przetwory naftowe, ich właściwości i Normalne metody badań". (Broszura)	12.—

Uwaga:

Ukazała się z druku oddzielnie część I-a powyższej broszury:

P—401—403, 406, 407, 1001 —1012, 1018—1021.	„Przetwory naftowe, ich właściwości" (Broszura)	3.—

Normy powyższe są do nabycia w Biurze Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Warszawa 12, Rakowiecka 4.

Polski Komitet Normalizacyjny przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu podaje do wiadomości wszystkich zainteresowanych, iż ukazały się między innymi w druku, uchwalone przez Komitet w dn. 9 grudnia 1936 r. i w dn. 16 grudnia 1937 r. Polskie Normy.

		Zł.
	Wytrzymałość materiałów.	
w-3	Próba (statyczna) rozciągania metali ciągliwych (2-gie wydanie zmienione. Niniejsze wydanie unieważnia poprzednie z grudnia 1925 r.) (4 ark.).	2.—
w-6	Próba twardości metali sposobem Brinell'a (4 ark.)	2.—
	Rurociągi.	
B-703	Barwy rozpoznawcze rurociągów . . .	1.50
	Technologia Chemiczna.	
C-501	Smoły drogowe (2-gie wydanie zmienione. Niniejsze wydanie unieważnia poprzednie z października 1932 r.). (4 ark.) .	2.—
C-507	Pobieranie próbek i badanie smoły do smarowania dachów, zaprawy smołowej oraz lepnika smołowego (3 art.) . . .	1.50
	Metale.	
H-250	Stal konstrukcyjna stopowa (walcowana lub kuta) 2 ark.	1.—
	Technika warsztatowa.	
	Narzędzia rzemieślnicze.	
N-1658	Przybory nitownicze śrubowe	0.50
N-1704	Nadstawki kowalskie. Gładziki kuliste . .	0.50
N-1713	Podcinki kowalskie wklęsłe	0.50
N-1756	Szczypce płaskie, równoległe krótkie . .	0.50
N-1757	Szczypce płaskie, równoległe wydłużone .	0.50
N-1766	Szczypce okrągłe równoległe krótkie . .	0.50
N-1767	Szczypce okrągłe równoległe wydłużone .	0.50
N-1846	Obcęgi do podkowiaków	0.50
N-1847	Obcęgi do obcinania rogu kopyt . . .	0.50
N-2022	Klucze łańcuchowe do rur	0.50
N-2668	Stopki formierskie okrągłe	0.50
N-2675	Gładziki formierskie kuliste (guziki) . .	0.50
N-2676	Gładziki formierskie półokrągłe . . .	0.50
N-2830	Łyżki lejnicze	0.50
N-2910	Pogrzebacz kowalski	0.50
N-2941	Łopatki formierskie. Gładziki	0.50
N-2944	„ „ Lancety z haczykiem .	0.50
N-2945	„ „ Jaszczurki	0.50
N-2946	„ „ Paluszki	0.50
N-2948	„ „ Esy	0.50
N-2949	„ „ Żmijki	0.50
N-2950	„ „ Lancety ze stopką .	0.50
N-2951	Łyżki formierskie półokrągłe	0.50
N-2952	Łyżki formierskie płaskie	0.50
N-2953	Łyżki formierskie sercówki	0.50
N-3311	Olejarki warsztatowe z zaworem . . .	0.50
N-3315	Olejarki płaskie	0.50
N-3317	Olejarka okrągła	0.50
N-3508	Trzonki do nadstawek kowalskich . . .	0.50
	Samochody.	
S-224	Silnik. Obsada nastawna z kołnierzem do prądnicy sprężarki, pompy itp. (2-gie wydanie zmienione. Niniejsze wydanie unieważnia poprzednie z października 1932 r.)	0.50
S-321	Podwozie. Zakończenie piór resorów .	0.50
S-324	„ Sworzeń kulisty	0.50
S-325	„ Taśma hamulca	0.50

Normy powyższe są do nabycia w Biurze Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Warszawa 12, Rakowiecka 4.

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

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Królewska 15, II piętro telefon № 690-23 i 648-65.
Administracja otwarta codz. od godz. 8 do 15, w soboty od 8 do 13
Redaktor przyjmuje we środy od godziny 19-ej do 20-ej
Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

Cennik ogłoszeń przesyła administracja na żądanie.
Telefon działu ogłoszeń 648-65.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny", Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska", Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87.98 w dzierżawie Sp. Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.