

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

Wychodzi 1-go i 15-go każdego miesiąca.

Przedpłata:
rocznie Mk. 1200,—
półrocznie " 600,—
kwartalnie " 300,—
Cena numeru niniejszego Mk. 60,—
Sprzedaż numerów pojedynczych
we wszystkich większych księgarniach.

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego (daw. Włodzimierska) № 5, m. 28, III piętro, (Gmach Stowarzyszenia Techników),
telefon № 90-23.

Administracja otwarta codziennie od godziny 11-ej do 2-ej i od 5-ej do 8-ej wieczorem.

Redaktor przyjmuje we wtorki od godziny 7-ej do 8-ej wieczorem.

Konto Nr. 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.

Cennik ogłoszeń od 1 sierpnia r. b.:
Ogłosz. Jednoraz. na 1/2 str. Mk. 7500,—
" " na 1/4 " " 4000,—
" " na 1/8 " " 2300,—
" " na 1/16 " " 1500,—
Strona tytułowa (I) 100 proc. drożej,
okładki zewn. (IV) 50%
" wewnątrz (II i III) 20% droż.
Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane są tylko całostronicowe.
Ogłoszenia przyjm. Administracja, Czackiego 5, III p., m. 28, tel. 90-23 (biura ogłosz.)

Rok III.

Warszawa, dnia 1 sierpnia 1921 r.

Zeszyt 14.

T R E Ś Ć:

- | | |
|---|--|
| 1. Fizyczne podstawy wytrzymałości elektrycznej materiałów izolacyjnych — inż. pułk. K. Drewnowski. | 5. „Przegląd Elektrotechniczny“ na Targu Poznańskim. |
| 2. Kooperatywy elektryczne — inż. Wacław Puwłowski. | 7. Wiadomości bieżące. |
| 3. Spawanie elektryczne — M. | 8. Przegląd czasopism. |
| 4. Składnice węgla — inż. Stefan Mazur. | 8. Nowe wydawnictwa. |

OD ADMINISTRACJI.

Pomimo wciąż wzrastających kosztów wydawnictwa Administracja „Przeglądu Elektrotechnicznego“ dotychczas nie podniosła cen prenumeraty, wyznaczonych jeszcze w końcu roku zeszłego. Ceny te, nieproporcjonalnie niskie w porównaniu do cen innych wydawnictw, nie stoją już obecnie w żadnym stosunku do kosztów wydawnictwa. Pragnąc prowadzić nadal pismo nie tylko w dotychczasowym rozmiarze, ale je jeszcze możliwie rozszerzyć tak, aby mogło rzeczywiście ono odpowiadać wymaganiom współczesnej elektrotechniki, Administracja widzi się zmuszoną podnieść obecnie cenę prenumeraty do wysokości 300 mk. kwartalnie, począwszy od 1 sierpnia r. b.

II Zjazd Elektrotechników Polskich w Toruniu

odbędzie się od 8 do 11 września r. b.

Komitet Gospodarczy Zjazdu w Toruniu (inż. A. Hoffmann, Mostowa 13^{III}) prosi o niezwłoczne zgłaszanie uczestnictwa w Zjeździe celem zapewnienia mieszkań.

Fizyczne podstawy wytrzymałości elektrycznej materiałów izolacyjnych.

Napisał inż. pułk. K. Drewnowski¹⁾.

1. Zagadnienia techniki wysokich napięć. Ubiegły dziesiątek lat zaznaczył się w elektrotechnice wysunięciem na porządek dzienny całego szeregu kwestji, związanych z przesyłaniem energii elektrycznej w coraz większych ilościach, na coraz dalsze odległości, co pociągało za sobą stosowanie coraz to wyższych napięć. Przed elektrotechnikiem, tak praktykiem, jak teoretykiem, stawały różne zagadnienia, które należało rozwią-

zać, aby zapewnić sobie prawidłowy i spokojny ruch urządzeń elektrycznych, służących do wytwarzania, przesyłania i odbierania energii elektrycznej, który przy stosowaniu wyższych napięć narażony był na częste zaburzenia, wynikające z przebicia izolacji, nadmiernych prądów i t. p.

Z szeregu wylaniających się tu zagadnień, największą uwagę zwróciły trzy następujące sprawy:

1. sprawa wytrzymałości izolacji przewodów, maszyn i t. p. w normalnych warunkach,
2. sprawa ochrony urządzeń elektrycznych od nagłych podskoków napięcia czyli przepięć i
3. sprawa zabezpieczenia tych urządzeń od nadmiernych prądów czyli przetężeń.

Przy niskim napięciu sprawy te były stosunkowo łatwe do rozwiązania:

¹⁾ Odczyt wygłoszony w Warszawskim Kole Stow. Elektrotechników dn. 31 maja 1921 r.

— izolacja była prawie że zapewniona, gdyż jej wielkość, uwarunkowana względami wytrzymałości mechanicznej, przekraczała wymiary wymagane przez wytrzymałość elektryczną;

— przepięcia nie dawały się silniej odczuwać przy małych odległościach; zresztą z punktu widzenia wysokiego napięcia można uważać urządzenie o niskim napięciu — a więc mające zwykle małą oporność izolacyjną — prawie jako uziemione, tak, że np. wyładowania statyczne były odrazu odprowadzane do ziemi; przetężenia zaś przy małej ilości energii były stosunkowo niewielkie i zwykle zabezpieczenia wystarczały w zupełności.

Przy wyższym napięciu, dużych odległościach i znacznej mocy powyższe sprawy komplikowały się niepomniernie. Proste zwiększanie grubości izolatorów, stosowanie ochronników o zwiększonych wymiarach (rozładowanych lub innych), względnie bezpieczników lub wyłączników samoczynnych — nie wystarczało. Należało rzecz zbadać głębiej, poznać dokładnie mechanizm zjawiska i obmyśleć środki zapobiegawcze i zabezpieczające.

Tak powstały nowe działy nauk elektrotechnicznych z zakresu techniki wysokich napięć, traktujące:

- o *wytrzymałości elektrycznej* i jej zastosowaniu przy budowie izolatorów, kabli, urządzeń i t. p.;
- o *przepięciach* i ochronie przed nimi;
- o *przetężeniach* i urządzeniach zabezpieczających od przetężeń, opierające się na teoretycznym ujęciu zjawisk, występujących w polu elektromagnetycznym, podczas stanu ustalonego i nieustalonego.

Kwestja pola elektrycznego i magnetycznego wysuwa się tu na plan główny, tu bowiem odbywają się wszelkie zjawiska elektryczne. Przy badaniu wytrzymałości elektrycznej obracamy się wyłącznie w polu elektrycznym; przy przepięciach występują pola magnetyczne i elektryczne, przy przetężeniach — prawie wyłącznie pole magnetyczne.

W ten sposób powyższe trzy działy są w sobie zamknięte i wzajemnie się uzupełniają.

W dalszym ciągu po kolei przedstawię w krótkości dzisiejsze poglądy na każdy z tych działów, rozpoczynając od *podstaw wytrzymałości elektrycznej*.

2. **Zjawiska.** Jakkolwiek przepisy bezpieczeństwa określają 250 V jako granicę między napięciem niskim a wysokim, to rozgraniczenie takie ma jedynie na względzie bezpieczeństwo życia ludzkiego przy bezpośrednim zetknięciu się z przewodami elektrycznymi. Dopiero urządzenia na kilka tysięcy woltów wyróżniają się wybitnie pod względem technicznym od urządzeń niskiego napięcia. Następny etap, rzucający się w oczy, zachodzi dopiero przy kilkudziesięciu tysiącach woltów (60–80 kV), gdzie stosujemy inne formy i konstrukcje. Górną granicą tej strefy *bardzo wysokich napięć* jest obecnie stokilkadziesiąt tysięcy woltów, jakie niejednokrotnie spotykamy (150 kV w Ameryce, 110 kV w Europie). Wyżej — to obecnie dziedzina laboratoryjna, chociaż już w Ameryce i w Niemczech

pracują teraz nad wykonaniem praktycznym urządzeń na 220 kV.

W rozmaitych warunkach towarzyszą wysokiemu napięciu różne zjawiska przeważnie świetlne, charakteryzujące stan środowiska. Zwiększając stopniowo napięcie, np. między elektrodami kulkowymi, zaobserwujemy kolejno światelko błękitnawe, jarzące się na okolo elektrody, jest to t. zw. *wyładowanie jarzące* — które stopniowo przejdzie w *wyładowanie snopiaste* w postaci snopu promieni świetlnych, wychodzących z elektrody; wreszcie nastąpi *wyładowanie iskrowe* między obiema elektrodami.

Jeżeli środowisko jest z innego dielektryku, niż powietrze, a mianowicie z materiału izolacyjnego stałego, wyładowanie iskrowe przybrać może formę *przebiecia* dielektryku lub też *przeskoku* naokoło izolatora. Napięcie, jakie potrzebne jest do tego, nazywamy *napięciem przebiecia* wzgl. *napięciem przeskoku* (iskry); może ono zresztą wpaść w napięcie, odpowiadające wyładowaniom snopiastym lub jarzącym. Wogóle napięcie, przy którym występuje iskra, nazywamy *napięciem iskrzenia*. Napięcie to zależne jest od kształtu elektrod, warunków atmosferycznych i t. p. Poznanie wysokości tego napięcia jest szczególnie ważne, gdyż zjawisk towarzyszących mu staramy się właśnie uniknąć; również wyładowania jarzące i snopiaste są, jak to poznamy dalej, niepożądane, a nawet szkodliwe. Elektrodami, między którymi występują powyższe wyładowania, mogą być np. przewody linii elektrycznych, uzwojenia maszyn i transformatorów, wogóle zaś każde 2 punkty urządzenia elektrycznego, mające różnicę potencjałów. Nieprzewidziane wyładowania między temi punktami psują nam izolację, przeszkadzając w ruchu, dążymy więc do uniknięcia takich wyładowań względnie do ich unieszkodliwienia.

Na pierwszy plan wysuwa się kwestja izolacji przewodów i uzwojeń maszyn, transformatorów i wogóle urządzeń elektrycznych i jej wytrzymałość wobec zjawisk wyżej opisanych, czyli *wytrzymałość elektryczna*.

3. **Naprężenia elektryczne.** Stosując coraz wyższe napięcie między elektrodami, doprowadzi się zawsze w ostateczności do przebiecia dielektryku, znajdującego się między nimi. Mówimy, że dielektryk pod napięciem, t. j. znajdujący się w polu elektrycznym, wytworzonym przez to napięcie, jest *naprężany na przebiecie*. Liczbę woltów, przypadających wtedy na 1 cm grubości dielektryku, mierzona wzdłuż prostej, łączącej elektrody, a więc najczęściej prostopadłe do powierzchni dielektryku, nazywamy *naprężeniem na przebiecie* i oznaczamy przez Δ w V/cm.

Ażeby do przebiecia nie dopuścić, trzeba znać granicę, do której jeszcze można podnieść napięcie, czyli *wytrzymałość elektryczną* δ , wyrażoną również w V/cm.

Stosunek wytrzymałości elektrycznej do naprężenia na przebiecie $k_s = \frac{\delta}{\Delta}$, nazywamy *stopniem bezpieczeństwa* danego układu (dielektryku); musi on być zaw-

sze większy od 1. Odgrywa on bardzo poważną rolę przy obliczaniu urządzeń i konstrukcji o wysokim napięciu, warunkuje bowiem granice pewności urządzenia nie tylko przy ruchu normalnym, lecz także przy wszelkich niespodziewanych podskokach napięcia; do niego stosujemy wszelkie urządzenia ochronne od przepięć. Największą pewność ruchu będzie miało urządzenie, które jest wykonane z dużym stopniem bezpieczeństwa w każdej najdrobniejszej jego części składowej.

Przepisy bezpieczeństwa, względnie normy dla urządzeń elektrycznych, zalecają różne granice, w których ma się obracać stopień bezpieczeństwa, stosownie do wysokości napięcia. Przy niższych napięciach jest on wyższy (ok. 5 przy 10 kV), przy wyższych—niższy (ok. 2 przy 110 kV). Różnice te tłumaczy się tem, że wysokość przepięć nie jest zależna tylko od wysokości napięcia roboczego, lecz jeszcze od innych czynników, o których tu na razie mówić nie będziemy.

Z praktyki wiadomo, że naprężenie na przebicie zależy od natężenia pola elektrycznego, przenikającego dielektryk, które wszak zależne jest od wysokości napięcia. Zagadnienia podstawowe z nauki o wytrzymałości elektrycznej opierają się zatem w głównej mierze na znajomości układu pola elektrycznego w dielektryku, a więc na prawach elektrostatyki.

Z prawa Coulomba natężenie pola H , pochodzące od ładunku Q kulombów w odległości r cm od tego ładunku, wypada:

$$H = \frac{1}{\epsilon} \frac{Q}{r^2} \cdot 3 \cdot 10^9 \text{ bezw. jedn. elektrostat.}$$

gdzie ϵ jest stałą dielektryczną środowiska. Z powyższego wzoru dla natężenia pola bezpośrednio wynika wzór dla naprężenia na przebicie — Δ . Przez odpowiednie podstawienie jednostek, możemy łatwo ten wzór wyrazić w V/cm:

$$\Delta = \frac{1}{\epsilon} \frac{Q}{r^2} \cdot 9 \cdot 10^{11} \text{ V/cm.}$$

Jest to wzór podstawowy, wyrażający równocześnie (tylko w innych jednostkach) natężenie pola czyli liczbę linii siły na cm^2 w tem miejscu.

Przy obliczaniu naprężeń jest bardzo niedogodne posługiwać się ładunkami, wprowadzamy zatem do wzoru pojemność C w cm, uwzględniając, że

$$Q = C \cdot V \cdot \frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$$

i otrzymamy wzór dla Δ następujący:

$$\Delta = \frac{1}{\epsilon} \frac{C V}{r^2} \text{ V/cm,}$$

gdzie C jest pojemnością badanego układu, obliczoną w centymetrach z jego geometrycznych własności, a V —jest napięcie w woltach, pod którym znajduje się dielektryk. Każdy układ, złożony z dielektryku i elektrod, rozpatrywać możemy jako kondensator, więc wzór powyższy wszędzie łatwo daje się zastosować.

Dyskusja ostatniego równania, zastosowanego do układów różnego rodzaju, prowadzi zawsze do stwier-

dzenia, że największe naprężenie elektryczne układu występuje w miejscu o najmniejszej krzywiznie elektrod, co zresztą można było z góry przewidzieć, gdyż tam panuje największa gęstość linii pola elektrycznego. Tak np. dla kabla o grubości izolacji $r_2 - r_1$, który rozpatrujemy jako kondensator cylindryczny,

$$\Delta = \frac{V}{r_1 \log \frac{r_2}{r_1}} \text{ V/cm.}$$

a Δ_{max} występuje na powierzchni żyły kablowej¹⁾.

Aby uniknąć zatem nadmiernego naprężenia izolacji tuż przy żyłce kabla, staramy się tę żyłę zrobić możliwie grubą, przez zastosowanie „duszy“ (z konopi), lub przez użycie materiału gorzej przewodzącego (niż miedź). Doświadczeniem możemy przekonać się o tem naocznie. Na elektrodzie o mniejszym promieniu krzywizny wcześniej pojawia się światełko jarzące, jako pierwsza widoczna postać wyładowania (niezpełnego). Między elektrodami ostrzei prędzej następuje przebicie, niż między kulistemi, a zwłaszcza płaskimi.

Stąd ważne правило techniki wysokich napięć: unikać ostrych krzywizn, krawędzi, rysów, ostrzy i t.p. gdyż one zmniejszają wytrzymałość elektryczną układu.

4. Naprężenia elektryczne w złożonych układach. O ile idzie o wytrzymałość układów prostych, t.j. utworzonych z jednolitego materiału izolacyjnego, w postaci łatwo obliczalnej, to wyznaczenie ich wytrzymałości nie przedstawia większych trudności. Sprawa się natomiast komplikuje, gdy mamy do czynienia z układami, złożonymi z kilku dielektryków, lub więcej niż dwu elektrod, a zwłaszcza, jeżeli postać układu wyklucza zastosowanie prostych wzorów dla kondensatorów.

Jako układ złożony uważać będziemy każdy układ (foremny), posiadający dwie elektrody i dielektryk z kilku warstw o różnych stałych dielektrycznych. Obliczenie wytrzymałości takiego układu, względnie naprężeń elektrycznych tu występujących, daje nam szereg ciekawych wniosków, mających duże znaczenie w praktyce. Najprostszym jest przypadek kondensatora płaskiego (Rys. 1), złożonego z dwóch dielektryków o różnych stałych ϵ_1 i ϵ_2 , grubości d_1 i d_2 ; V_1 i V_2 spadki potencjałów w poszczególnych dielektrykach.

Naprężenia w dielektrykach, według wzorów poprzednich, wypadną:

$$\Delta_1 = \frac{V_1}{d_1} \text{ i } \Delta_2 = \frac{V_2}{d_2},$$

a podstawiając wartość $V = V_1 + V_2$, otrzymamy ostatecznie:

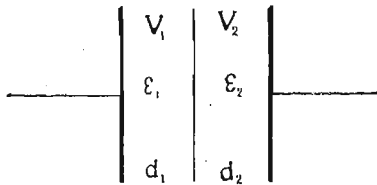
$$\Delta_1 = \frac{\epsilon_2 V}{\epsilon_1 d_2 + \epsilon_2 d_1}, \text{ a } \Delta_2 = \frac{\epsilon_1 V}{\epsilon_1 d_2 + \epsilon_2 d_1} \text{ skąd } \frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1},$$

t.j. naprężenia elektryczne w dielektrykach są odwrotnie proporcjonalne do stałych dielektrycznych.

¹⁾ por. artykuł prof. Staniewicza w „Przeglądzie Elektrotechnicznym“ № 1. 1921 r.

Poszczególne warstwy dielektryku mogą więc być różnie naprężane, zależnie od stałej dielektrycznej. Warstwa o większej stałej jest mniej naprężona i odwrotnie.

Załóżmy np., że w przypadku wyżej opisanym, (Rys. 1) warstwa pierwsza będzie z ebonitu ($\epsilon_1 = 2$), druga z powietrza ($\epsilon_2 = 1$), obie po 1 cm grubości, pod ogólnym napięciem $V = 30$ kV. Wtedy poszczególne naprężenia wypadną $\Delta_1 = 10$ kV a $\Delta_2 = 20$ kV. Ponieważ wytrzymałość powietrza ≈ 21 kV, a ebonitu ≈ 100 kV, układ wytrzyma powyższe napięcia. Weźmy jednak na miejsce ebonitu materiał lepiej izolujący i bardziej wytrzymały, np. porcelanę o stałej $\epsilon = 5$. Zdawałoby się, że układ przez to się wzmocni. Tymczasem rzecz ma się przeciwnie, gdyż, jak prosty rachunek wskazuje, naprężenia będą $\Delta_1 = 5$ kV, a $\Delta_2 = 25$ kV, a więc nastąpi bardziej nierównomierny rozdział napięcia i warstwa powietrza zostanie przebita.



Rys. 1.

Otrzymujemy stąd ogromnie ważną wskazówkę, że przy wszelkich konstrukcjach elektrycznych, gdzie mamy do czynienia z wysokim napięciem, należy unikać materiałów izolacyjnych mających różne stałe dielektryczne. Układ jest tem niebezpieczniejszy, im stałe te bardziej różnią się od siebie.

Ponieważ jednym z najczęściej spotykanych dielektryków jest powietrze, nie można więc stosować obok niego materiałów o dużej stałej dielektrycznej, licząc się z tem, że powietrze jako izolator występuje często niezależnie od nas, nawet gdy właściwym izolatorem jest inny materiał.

W takim razie zdarzyć się może, że „na oko” izolacja jest dobra, a tymczasem w warstwach powietrza, nadmiernie naprężonych występują wyładowania. Wyładowania takie często mają postać wyładowań jarzących, stanowiąc na pozór niewinne zjawisko wyładowań między izolatorami. Przypadek taki zjść może np. przy nie ściśle przylegających do siebie zwojach cewki maszyn czy transformatorów na wysokie napięcie, lub przy bańkach powietrza w izolacji kabli. Wystąpić mogą w tych bańkach powietrznych wyładowania jarzące lub nawet iskrowe, nagryzające powoli warstwę izolacyjną i prowadzące wreszcie przebicia zupełne i zwarcia.

W ten sposób tłumaczymy sobie różne zjawiska i wyprowadzamy praktyczne wskazówki konstrukcyjne. Stałe obserwowane zjawisko wyładowań, występujących przedewszystkiem na krawędzi elektrody, t. zw. *wyładowań krawędziowych*, jest właśnie wyładowaniem jarzącym, występującym szczególnie wyraźnie przy dużej różnicy w wartości stałych dielektrycz-

nych izolatora i warstewki powietrza. Taka warstewka znajduje się zawsze na krawędzi elektrody, np. przy okładzinach kondensatora. Skutkiem tych wyładowań następuje nierównomierne lokalne nagrzewanie się dielektryku, osłabiające go i prowadzące wreszcie przebicie. W takich okolicznościach wytrzymałość dielektryku jest mniejsza na krawędziach okładzin, niż zdala od nich. Stwierdzone to zostało dla szkła przez prof. Mościckiego, który, celem zwiększenia wytrzymałości kondensatorów szklanych, zgrubiał miejsca dotykające krawędzi okładzin i otrzymał w ten sposób techniczne kondensatory w postaci cylindrycznej, wytrzymujące do 60 kV.

W izolatorach napowietrznych mamy warstwy powietrza, znajdujące się w zagłębieniach pomiędzy płaszcami izolatora, w głębokich rowkach. Stanowią one wraz z porcelaną izolatora układ złożony o różnych stałych dielektrycznych. Wyładowania jarzące, które tam powstają, nagrzewają lokalnie izolator i zmniejszają jego wytrzymałość. Z tego względu nowoczesne izolatory mają szerokie szczeliny między płaszcami.

Kształt izolatora napowietrznego do wysokiego napięcia jest szczególnie dostosowany do wyżej opisanych warunków. Przy niskim napięciu czynnikiem, warunkującym konstrukcję izolatora, była głównie dążność do zapobieżenia wpływom elektrycznym po jego powierzchni w stanie mokrym; stąd zwiększenie drogi wpływów przez rowki, karby i t. p. Przy napięciu wysokim dążymy natomiast do możliwie równomiernego rozdziału pola elektrycznego i do unikania nadmiernych skupień linii elektrycznych, względnie do takiego ukształtowania pola, aby ewentualne wyładowania elektryczne poprowadzić po najmniej szkodliwej drodze.

Przebity izolator wysokiego napięcia, psuje całą linię, nie mówiąc już o tem, że jest kosztowny. Lepiej więc dopuścić do wyładowania około izolatora, czyli do przeskoku iskry między przewodem a trzpieniem izolatora przez powietrze, otaczające izolator, poczem linia może być dalej w stanie normalnym, aniżeli do przebicia przez materiał izolacyjny. Zewnętrzna powierzchnia izolatora staje się podczas deszczu dobrze przewodzącą, krople wody spadające poruszają się po liniach siły, mają więc dążność do trzpienia izolatora i zmniejszają wytrzymałość na przeskok iskry. Przez zastosowanie płaszcza zewnętrznego szerokiego, nadajemy kroplom wody kierunek odśrodkowy i zwiększamy wytrzymałość na przeskok; płaszcz wewnętrzny osłania trzpień (izolator deltowy). Przy wyższych napięciach stosujemy jeden lub więcej płaszczy środkowych. Wytrzymałość na przebicie jest zwykle już dostatecznie zabezpieczona względami na wytrzymałość mechaniczną izolatora, o ile tylko nie dopuścimy w jakim miejscu do nadmiernego skupienia linii siły.

Ta okoliczność, że zmoczony płaszcz zewnętrzny izolatora przestaje być izolatorem, prowadzi do stosowania daszków metalowych, połączonych metalicznie

z przewodem. W ten sposób otrzymujemy stale równomierniejszy rozkład linii pola. Poprawi się on jeszcze bardziej, jeżeli zastosujemy u spodu izolatora pierścieni lub kosz ochronny. Wtedy wyładowania odbywać się będą między daszkiem a pierścieniem, zdala od części izolacyjnych, które w ten sposób nie będą narażone na lokalne ogrzania, mogące uszkodzić izolator mechanicznie i elektrycznie.

Dochodzimy w ten sposób do innego „paradoксу elektrycznego“, że przez wprowadzenie metalu do konstrukcji izolacyjnej, wytrzymałość izolatora się zwiększa.

5. Naprężenia w układach skojarzonych. Pewną odmianę wyżej opisanych układów złożonych stanowią układy, które możemy uważać jako szereg kondensatorów, skojarzonych pojemnościowo między sobą; będziemy je nazywać krótko układami skojarzonymi. Do nich zaliczają się przede wszystkim izolatory wiszące, które przy bardzo wysokich napięciach zastępują izolatory stojące. Powyżej 70 kV zwykły izolator deltowy przybiera zbyt duże wymiary, pociągające za sobą wzrost kosztów i ciężaru, które naogół rosną od 60 kV z 3 potęgą napięcia; np. dla 66 kV izolator ma wysokość 40 cm, średnicę największą 32,5 cm, a ciężar około 15 kg. Wymaga to silnych masztów i t. p.

Ażebymy więc mieć do czynienia z mniejszymi izolatorami, łączymy szeregowo kilka izolatorów, które w ten sposób wytrzymują w sumie większe napięcie, gdyż rozkłada się ono na poszczególne ogniwa. Taki szereg izolatorów, zawieszonych na słupie, dźwiga przewód. Rozdział napięcia na izolatorach wiszących nie jest jednak równomierny; nie wynosi on dla każdego z n izolatorów $\frac{V}{n}$, jeżeli całe napięcie jest V , lecz — jak uczy doświadczenie — największy spadek napięcia przypada na izolator, znajdujący się najbliżej przewodu. Tłumaczymy to sobie szczególnym rozdziałem prądów pojemnościowych w takim układzie.

Szereg izolatorów wiszących można przedstawić schematycznie (Rys. 2) jako szereg kondensatorów C_1, C_2, C_3 , połączonych posobnie, przez które płynie prąd pojemnościowy od przewodu P do uziemionego masztu M . Prócz tego, każde ogniwo izolatora wykazuje pewną pojemność względem ziemi, co można sobie przedstawić jako grupę kondensatorów c_1, c_2, c_3 , połączonych równolegle jedną okładziną do ziemi.

Z rysunku widzimy wyraźnie, że przez izolator C_1 płynie największy prąd, bo tu mamy prąd przepływający szereg kondensatorów C_1 , jak i wszystkie prądy, płynące przez izolatory C . Przez każdy zaś następny izolator płynie prąd odpowiednio mniejszy. Największy więc spadek napięcia będzie na izolatorze C_1 i tu najprędzej mamy przebicie, wzgl. przeskok iskry; następne izolatory wykazują coraz mniejsze napięcia.

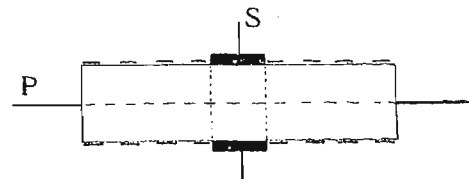
Nierównomierny rozdział napięcia będzie tem wybitniejszy, im większe będą prądy uboczne, czyli im

większe będą pojemności c_1, c_2 , t. j. im bliżej masztu wiszą izolatory. Staramy się więc otrzymać możliwie mały stosunek $\frac{c}{C}$, a więc małe c a duże C . Osiągamy to przez zwiększenie odległości zawieszenia przewodu od masztu tak, aby c nie grało roli, albo przez zwiększenie pojemności izolatorów, znajdujących się bliżej przewodu (stopniowo zmniejszając grubości dielektryku), albo stosowanie obok ogniw, wykazujących małą pojemność, typy o dużej pojemności, które zawieszamy bliżej przewodu.

Układy podobne możemy rozpatrywać nie tylko jako skojarzone pojemnościowo względem masztu, ale także względem przewodu, wprowadzając pojemności poszczególnych ogniw izolatora względem przewodu; ma to przeciwny wpływ, niż poprzednio opisany, ale znacznie słabszy.

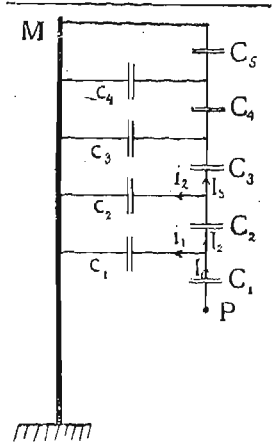
Jako układy skojarzone możemy rozpatrywać bezpieczniki przepięciowe rolkowe, zawory Giles'a i t. p.

6. Naprężenia powierzchniowe. Oprócz naprężeń na przebicie, występujących w dielektrykach pod wpływem pola elektrycznego w kierunku prostopadłym do powierzchni, zachodzą jeszcze naprężenia wzdłuż powierzchni, których skutkiem są wyładowania powierzchniowe w postaci iskier ślizgowych, rozchodzących się w różnych kierunkach po powierzchni dielektryku od elektrody, a sięgających do 2 i więcej metrów długości.



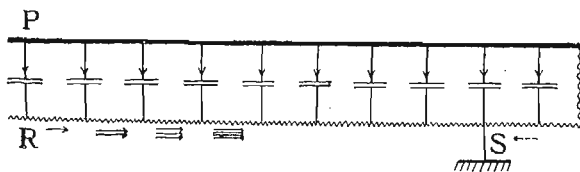
Rys. 2.

Powstawanie takich iskier tłumaczymy sobie w sposób następujący: powierzchnia izolatora nie jest nigdy doskonale czystą, zawsze mamy na niej warstwę przewodzącą, utworzoną z pyłu, brudu, wilgoci. Warstwa ta ma jednak zwykle pewien — bardzo znaczny — opór dla prądu i skutkiem tego wzdłuż jej występują spadki napięcia, zależne od wielkości tego oporu na danej przestrzeni. W ten sposób powierzchnia izolatora nie jest powierzchnią ekwipotencjalną. Między poszczególnymi punktami powierzchni występują znaczne różnice potencjałów, mogące przekroczyć granice wytrzymałości powietrza, co pociąga za sobą wyładowania i iskry ślizgowe.



Rys. 3.

Wyładowania powierzchniowe szczególnie dają się wznaki przy izolatorach przepustowych, przez ściany metalowe (np. osłony transformatorów). Taki izolator (rys. 3) stanowi układ pojemnościowy, którego jedną elektrodą (okładziną) jest przewód P , drugą — ściana metalowa S , dielektrykiem izolator. Słabo przewodząca (zanieczyszczona) powierzchnia izolatora, bierze również udział w rozdziale napięcia na izolatorze, tak że możemy ją sobie wyobrazić jako zbiór elementarnych elektrod, (Rys. 4) stanowiących okładziny elementarnych kondensatorów z przewodem jako drugą okładziną; okładziny pierwsze są połączone ze sobą równolegle dużym oporem powierzchniowym. Prąd ładujący płynie z przewodu przez kondensatory a następnie przez opór powierzchniowy R do osłony, względnie ziemi, powodując większe spadki napięcia bliżej osłony, gdzie też rze-



Rys. 4.

czywiście występują największe naprężenia i wyładowania powierzchniowe. Im większa jest pojemność kondensatorów, tem większe są prądy pojemnościowe i tem wcześniejsze wyładowania powierzchniowe. Dla uniknięcia ich zaleca się zmniejszenie pojemności przez stosowanie materiałów izolacyjnych o małej stałej dielektrycznej.

Na tych rozważaniach oparta jest teoria i budowa nowoczesnych izolatorów przepustowych i wsporczych, znana pod nazwą teorii Kuhlmana, profesora Politechniki w Zurychu¹⁾. W takich izolatorach nowoczesnych nie spotykamy już rowków, tworzących dłuższą drogę wyładowań powierzchniowych, charakteryzujących dawniejsze izolatory przepustowe i wsporcze. Powierzchnia ich jest prawie gładka, w kształcie stożków ściętych, o stosunkowo cienkiej warstwie powierzchniowej z porcelany, i wewnątrz z masy izolacyjnej, posiadającej małą wartość stałej dielektrycznej lub wprost wprost pustych w środku t. j. wypełnionych powietrzem. Porcelana stanowi tu tylko osłonę mechaniczną.

Bardzo dowcipnie na podstawach teoretycznych rozwiązuje Nagel kształt izolatorów przepustowych. Dielektryk jego izolatorów jest przedzielony koncentrycznymi warstwami metalowymi, tworzącymi niejako szereg kondensatorów cylindrycznych, koncentrycznych do przewodu. Przez odpowiedni dobór pojemności otrzymuje się równomierny rozdział naprężeń izolacji

¹⁾ Nieznana jest zapewne szerszemu ogółowi elektrotechników ta okoliczność, że podstawą tej teorii były poglądy prof. Mościckiego, który ich udzielił prof. Kuhlmannowi, gdy ten zwiedzał jego pracownię we Fryburgu. Następstwem tej rozmowy był artykuł Kuhlmana w ETZ.

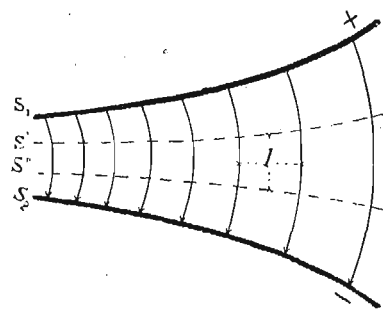
w kierunku prostopadłym. Ponieważ pojemność takich kondensatorów jest tem większa, im większą jest średnica (przy tej samej grubości dielektryku), przeto aby te pojemności zrównać, wzgl. odpowiednio ustąpić, robi się kondensatory stopniowo coraz krótsze, tak że tworzą one izolator przepustowy w postaci 2 stożków o powierzchni schodkowej, złączonych podstawami.

Przy tem otrzymuje taki izolator jeszcze inną ważną własność. Przez to, że okładziny poszczególnych kondensatorów, tworzących izolator przepustowy, dochodzą aż do powierzchni izolatora, a między nimi panują jednakowe napięcia, mamy przez to samo i równomierne rozłożenie napięć wzdłuż powierzchni izolatora. Przez dobór dostatecznie dużych odstępów między krawędziami okładzin, ewent. przez nasadzenie na okładziny pierścieni metalowych, możemy zapewnić sobie dostateczną wytrzymałość na wyładowania powierzchniowe.

Izolatory przepustowe takiego typu, budowane dla napięć do 500 kV, mają długość 4—5 m, a średnicę 40—50 cm.

7. Naprężenia w układach pojemnościowo nieforemnych. — Wyznaczanie naprężeń w układach, stanowiących kondensatory foremne, których pojemność łatwo obliczyć, jak widzieliśmy, jest rzeczą dosyć prostą. Inaczej się rzecz ma, jeżeli mamy do czynienia z kształtami, których pojemności niepodobna wyznaczyć prostym wzorem. Uciekamy się wtedy do innych sposobów i posługujemy się liniami elektrycznymi, które charakteryzują nam naprężenia, występujące w danym przekroju; im większa jest indukcja elektryczna w dielektryku, tem większe naprężenie.

Przedewszystkiem musimy przedstawić wykreślenie przebiegu i gęstości linii indukcji elektrycznej. W tym



Rys. 5.

celu rozpoczynamy od wykreślenia powierzchni ekwipotencjalnych, co przychodzi stosunkowo łatwo, jeżeli mamy (rys. 5) dany kształt elektrod (S_1 i S_2), między którymi istnieje pole elektryczne. Powierzchnie elektrod są zwykle powierzchniami ekwipotencjalnymi; między nimi rysujemy na oko szereg innych powierzchni ekwipotencjalnych (S' , S''). Linie indukcji elektrycznej przebiegają prostopadle do powierzchni ekwipotencjalnych. Kreślimy je w odległości od siebie równej odstępowi dwu sąsiednich powierzchni ekwipoten-

cyjonalnych; utworzą one wtedy jednostkowe rurki indukcji, złożone w przybliżeniu z sześciątów, przedstawionych na rysunku w przekroju jako kwadraty. Konstrukcja tych kwadratów pozwala na dosyć dokładne wyznaczenie układu pola elektrycznego (powierzchni ekwipotencjalnych i linii indukcji) i przy pewnej wprawie idzie dosyć szybko.

Mając taki rozkład pola, możemy wyznaczyć jego natężenie w każdym punkcie według wzoru: $H = \frac{v}{l}$, dzieląc napięcie, panujące między dwiema powierzchniami ekwipotencjalnymi (v), przez odstęp tych powierzchni, wzg. szerokość rurki indukcji (l). Wyraz ten przedstawia również napięcie elektryczne Δ .

Daje nam to możność wyznaczenia pojemności takiego układu nieforemnego. Opór bowiem dielektryczny rurki o długości l i przekroju s , $W = \frac{l}{\epsilon \cdot s}$, jest w pewnym stosunku do pojemności rurki ($C_0 = \epsilon \frac{s}{4\pi l}$), a mianowicie: $C_0 = \frac{1}{4\pi W}$. Przez dodanie pojemności rurek jednostkowych C_1 , otrzymamy w przybliżeniu pojemność całego układu, $C = \Sigma(C_1)$.

Wytrzymałość układów izolacyjnych zależy zatem — jak poznaliśmy — od ich kształtu i stałej dielektrycznej materiału. Po za tem ma na nią znaczny wpływ ustrój samego materiału i czynniki zewnętrzne. Rozpatrzmy pokrótce kolejno trzy rodzaje materiałów izolacyjnych: lotne, ciekłe i stałe.

8. Materiały izolacyjne lotne. — Najważniejszym materiałem tej grupy jest powietrze. Jest ono zawsze w większym lub mniejszym stopniu przewodzące. Stopień przewodzenia zależy od stopnia zjonizowania powietrza. Pod wpływem pola elektrycznego, panującego między elektrodami, występuje ruch jonów dodatnich do katody a ujemnych do anody, czyli przewodzenie elektryczności, które, z razu niewidoczne, z rosnącym napięciem przybrać może formę wyładowań jarzących snopiastych, iskrowych.

Jonizacja powietrza następuje albo pod wpływem zewnętrznych czynników jonizacyjnych, jak promienie pozafioletowe, röntgenowskie i t. p. i wtedy nazywa się takie przewodzenie niesamodzielnem, albo też powodują je swobodne jony, które zawsze — choć i w drobnej ilości — są w powietrzu. Pod wpływem stosunkowo znacznego napięcia nabierają one dużej prędkości, uderzają o cząstki niezjonizowane i rozdziela je na jony. W ten sposób jonizacja potęguje się lawinowo i powstaje samodzielne przewodzenie. Do tego potrzebną jest jednak pewna minimalna prędkość swobodnych jonów, a więc pewne minimalne napięcie, wywołujące minimalne natężenie pola, które wynosi przynajmniej około 100 gausów, co odpowiada około 30kV/cm.

Średni spadek potencjału na jednostkę odległości między elektrodami nie określa dostatecznie wytrzyma-

łości elektrycznej powietrza. Poznaliśmy, że wyładowania zależą także od kształtu elektrod; na ostrych krawędziach pojawiają się wyładowania wcześniej, t. j. przy niższym napięciu, niż przy łagodnie zakrzywionych. Po za tem wyładowania te przybierają rozmaite formy, zależnie od elektrod. To też podając skok iskry w iskierniku pomiarowym, spowodowany pewnem napięciem, należy zawsze zaznaczyć rodzaj elektrod, wzgl. ich promień krzywizny. Zwykle przyjmujemy elektrody kulkowe o średnicy 1, 2, 5, 10 cm i jako napięcie przebicia uważamy napięcie początkowe wyładowań jarzących, które zwłaszcza w iskierniku cylindrycznym można według Petersena — dokładnie spostrzec uchem, jako charakterystyczny suchy trzask, zjawiający się przed wyładowaniami widzialnemi.

Tak wyznaczona wytrzymałość powietrza nie jest jednak niezależna od odległości elektrod. Jonizacja bodźca przez zderzenie cząsteczek może bowiem wystąpić tylko w razie dostatecznej prędkości jonów swobodnych, co wymaga pewnej długości ich drogi biegu (odstęp elektrod); musi zatem istnieć pewne minimum odległości. Wynika z tego, że przy słabych polach potrzebna jest dłuższa droga do wywołania wyładowania, przy małym odstępie elektrod potrzebne jest większe napięcie do przebicia. Wytrzymałość powietrza zmniejsza się więc ze zwiększeniem grubości dielektryku (powietrza); dąży ono dla powietrza do 29 kV/cm, czyli ok. 21kV/cm skutecznego napięcia.

9. Materiały izolacyjne ciekłe. — Najważniejszym materiałem tej grupy jest olej, stosowany głównie w transformatorach i wyłącznikach. W oleju występują zjawiska podobne, jak w powietrzu, a więc mogą nastąpić wyładowania jarzące, snopiaste i iskrowe. Przy tem powstają jednak pewne zjawiska uboczne, jak rozkład materiału izolacyjnego podczas wyładowań jarzących i snopiastych, co zmienia znacznie granice przebicia, a więc wytrzymałość elektryczną. Do pomiarów wytrzymałości używamy iskiernika o elektrodach płaskich, przy których nie występują wyładowania jarzące i snopiaste, lub cylindrycznych Petersena.

Wytrzymałość oleju na przebicie jest bardzo zależna od stopnia wilgoci; spada ona dosyć szybko z rosnącą zawartością wody. Powyżej 0,3% wody utrzymuje się już prawie w jednakowej wysokości. Przy 0,3% wilgoci wytrzymałość spada o 50%.

Wytrzymałość dobrych oleji transformatorowych wynosi do 100kV/cm.

10. Materiały izolacyjne stałe. Jest ich ogromna różnorodność; najlepszymi są porcelana (izolatory) i papier impregnowany (kable). Wszystkie te materiały mają współczynnik termiczny oporu ujemny. Jeżeli zatem jakieś miejsce ogrzeje się bardziej, niż sąsiednie, np. skutkiem przepływania prądu, to tam opór się zmniejsza, a przez to prąd zwiększa się, ogrzanie znowu wzrasta i t. d., aż nastąpi przepalenie lub stopienie i przez to przebicie. Wytrzymałość takiego izolatora

jest więc mniejsza, niż gdyby się znajdował w normalnych warunkach. Podobnym jest wpływ wilgoci; materiały higroskopijne mają mniejszą wytrzymałość. Wytrzymałość elektryczna szkła osiąga: 1000 kV/cm, porcelany — 100 kV/cm, papieru — 200 kV/cm.

Ogrzewanie dielektryku następuje skutkiem przepływu prądu (ciepło Joule'a) lub skutkiem histerezy elektrycznej. Lokalne ogrzanie może powstać skutkiem wyładowań jarzących, np. na krawędzi elektrod, bańkach powietrznych w izolacji kabli lub cewek maszyn, o czym wyżej była mowa. Takie wyładowania są bezwzględnie szkodliwe i należy ich unikać, a przy obliczaniu wytrzymałości uwzględniać.

Badanie wytrzymałości materiałów izolacyjnych stałych daje bardzo niejednolite wyniki, zależnie od składu chemicznego materiału, stopnia zanieczyszczenia jego, spoistości, stosowanej metody pomiarów i t. p. Stąd są różne dane co do wytrzymałości tych materiałów i jej zależności od grubości dielektryku.

Spotykane wzory tej zależności u różnych autorów są rozmaite i oparte na więcej lub mniej przekonujących tłumaczeniach. Prawie wszyscy godzili się na to, że zależność ta jest podobna, jak u ciał lotnych i ciekłych, t. j. że wytrzymałość maleje z rosnącą grubością dielektryku. Jakkolwiek doświadczenia to potwierdzały, to jednak nie można szukać wytłumaczenia tego zjawiska w teorii jonizacji i jej wpływie na przewodzenie elektryczności, gdyż jest ono inne u ciał stałych.

Najbardziej przekonującymi były badania Mościckiego, który znalazł, że wytrzymałość szkła jest na krawędzi okładzin kondensatora mniejsza i zmniejsza się z grubością, podczas gdy pośrodku okładzin jest wprost proporcjonalna do grubości. Wytłumaczenie pierwszego jest proste na podstawie podanych wyżej faktów wyładowań krawędziowych, wzgl. jarzących; drugie zjawisko tłumaczyć sobie można właśnie brakiem tych wyładowań, czyli dokładnym przyleganiem elektrod do dielektryku. To potwierdza również ta okoliczność, że zwiększenie ciśnienia elektrod na dielektryk zwiększa jego wytrzymałość na przebicie, gdyż warstwa powietrza (mała stała dielektryczna!) między okładzinami a dielektrykiem (duża stała!) zmniejsza się.

W ostatnich paru latach profesor Politechniki w Karlsruhe (Schwaiger*) przez zastosowanie nowych metod badania, które mu pozwoliły uniemożliwić powstawanie wyładowań jarzących podczas próby, stwierdził, że wytrzymałość materiałów stałych niehigroskopijnych, *jest niezależna od grubości* kawałka badanego. Stosuje on dwie równoległe elektrody płytowe, zanurzone w oleju o tej samej stałej dielektrycznej i wytrzymałości większej, niż badany materiał. Założeniem jednak jest, że ma się do czynienia z materiałem jednolitym; niejednolite wykazują znacznie mniejszą

wytrzymałość i z tej racji powinny być zarzucone w technice wysokiego napięcia.

Z tych badań wynika, że wytrzymałość materiałów izolacyjnych stałych jest naogół większa, niż dotąd powszechnie pojmowano. Wprowadzenie tego do praktyki stanowi znaczną oszczędność materiałów, pod warunkiem atoli, że materiały te będą najlepszej jakości, jednolite w swej strukturze chemicznej i mechanicznej i że zachowane będą wskazania, wynikające z teorii doświadczenia, co do zapobiegania wyładowaniom jarzącym i t. p. przyczynom, zmniejszającym wytrzymałość elektryczną.

Kwestja wytrzymałości elektrycznej materiałów izolacyjnych wysunęła się w ostatnich latach na pierwszy plan, przy stosowaniu co raz to większych napięć przy przesyłaniu energii elektrycznej. Co raz silniej podkreśla się obecnie potrzebę doskonałej izolacji, jako najlepszego środka ochronnego przeciw skutkom napięć elektrycznych.

Dokładność obliczeń, wysoka dobroć materiałów, staranność wykonania, a nie projektowanie „na oko“ i „z doświadczenia“ — oto hasła dzisiejszej techniki wysokich napięć!

Kooperatywy elektryczne.

Podał inż. elektr. **Wacław Pawłowski.**

Czasopismo „Samorząd“ (Tygodnik Związku Sejmików Powiatowych Rzeczyposp. Polskiej) zamieścił w Nr 15, 16, 17 i 18 r. b. szereg artykułów, poświęconych elektryfikacji, pióra inż. D. Sokolcowa. Aktualność sprawy i sposób ujęcia jej przez autora zasługują na to, aby z treścią tych artykułów zapoznać czytelników „Przeglądu Elektrotechnicznego“.

W formie prostej i zrozumiałej dla szerokich kół niefachowych wyjaśnia autor na wstępie istotę sprawy, wskazuje racjonalne sposoby wyzyskania naturalnych źródeł energii i podkreśla doniosłość elektryfikacji dla polityki gospodarczej Państwa Polskiego, które winno w tej mierze kierować się zasadą samopomocy, a które posiada w kraju wszystkie potrzebne warunki, aby pod względem gospodarczym dorównać najbardziej przodującym krajom Europy i Ameryki. Pożytek, płynący z elektryfikacji, która bywa nieraz wywoływana przez konieczność, został już dawno zrozumiany przez inne państwa, a przede wszystkim przez Niemcy.

Dając szkic historyczny rozwoju elektryzacji w Europie, autor podkreśla głównie tę okoliczność, że doniosłość sprawy została szybko zrozumiana przez działaczy na polu kooperacji. Nic bardziej naturalnego. To też znów, niestety, w Niemczech — już przed wojną znajdowały się w Prusach Wschodnich trzy duże elektrownie, zbudowane na zasadach współdzielczych. To jest myślą przewodnią autora, który, będąc dobrym znawcą tych stosunków i gorącym zwolennikiem kooperacji, popiera bardzo przekonującymi argumenta-

*) Schwaiger: „Lehrbuch der elektrischen Festigkeit“ 1919.

mi swoją teorię. Bo istotnie. Niepodobna wszak czekać tutaj na inicjatywę rządu; czy to w postaci jakiegokolwiek akcji władz centralnych, czy miejscowych lub też instytucji o charakterze społecznym. Te ostatnie winny dać jedynie pomoc i poparcie: przystąpić do pracy twórczej mogą jedynie i wyłącznie organizacje spożywców, do których wejść mogą naturalnie i miasta i gminy i w ogóle większe lub mniejsze organizacje samorządowe i komunalne.

Dla ilustracji przytacza autor konkretny przykład elektrowni, opartej na powyższych zasadach, a mianowicie—elektrowni w Löppin. Wyprodukowano tam w r. 1908 około 440.000 kWg, zasilając maszynami o mocy ogólnej około 260 kW 28 wodnych zakładów przemysłowych, a wogóle przeszło 100 odbiorców. Analizując szczegółowo rozdział energii, wytwarzanej przez tę stację, autor dłużej się zastanawia na przemyśle rolnym. Zupełnie słusznie. Budują się elektrownie zazwyczaj wtedy, gdy są odbiorcy. O ile w naszych warunkach (zwłaszcza w b. Kongresówce) przemysł fabryczny dopiero się odradza, przemysł rolny już istnieje, a niema potrzeby dowodzić, że może i winien być spotęgowany pod względem swej wydajności. Rysując ponętny i niepozabawiony uroku poezji obraz wsi, korzystającej z usług elektryczności, autor zastanawia się nad zastosowaniem napędu elektrycznego do różnych gałęzi przemysłu rolnego, przytacza tablice i dane porównawcze, z których przekona się rolnik, jaką oszczędność czasu i kosztów da mu zastosowanie maszyn wogóle, a silnika elektrycznego w szczególności—w konkretnym wypadku—gospodarstwa wiejskiego o obszarze około 50 mórg.

Z kolei stara się autor w sposób przystępny dać bliższe pojęcie o tem, co to jest elektrownia okręgowa, z czego się składa i co kosztuje jej urządzenie. Wzięty jest wypadek najbardziej typowy dla szerokich połaci naszego kraju—wypadek, gdy niema ani wody, ani węgla lub ropy, a jedynie torf. Mamy tu rozpatrzoną elektrownię większą—o mocy ok. 50.000 kW, mniejszą 4.500 kW. Obliczone są koszty budowy i wyprowadzone ceny jednostkowe, posiadające, rzecz jasna, wartość orientacyjną.

Wszystko, co dotąd autor podawał, czyli strona techniczna tego rodzaju przedsiębiorstwa, jest rzeczą stosunkowo prostą i łatwą do rozwiązania, jak to zresztą sam on zaznacza. Do urzeczywistnienia tego rodzaju projektów potrzebne są jednak fundusze. Tu właśnie tkwi jądro sprawy i dla tego też tej sprawie poświęca autor osobny artykuł, który traktuje o finansowo-gospodarczej organizacji spółdzielni. Mając na uwadze torf, jako paliwo, rozróżnia autor trzy momenty zasadnicze: 1) eksploatację torfowiska, 2) produkcję prądu, 3) dostawę prądu odbiorcom.

Biorąc za punkt wyjścia pow. Zamojski, autor dochodzi do koncepcji urządzenia o mocy maszyn około 4.000 kW. Koszt budowy wraz z różnymi wydatkami na eksploatację mógłby wynieść około pół miljarða

mk. pol. Na zasadzie danych statystycznych powiatu Zamojskiego i przeciętnego stopnia zamożności mieszkańców daje się wyprowadzić wniosek, że przy wysokości udziałów ok. 20.000 mk. p. bez wielkiego trudu zebracby można $\frac{1}{3}$ wyż. podanej sumy. Po za tem winny swą pomoc okazać banki spółdzielcze, komunalne i inne, a wreszcie—poparcie finansowe rządu w postaci gwarancji pieniężnej tej lub innej wysokości i rozciągłości.

Interesujący ten artykuł, aczkolwiek nie wyczerpuje sprawy całkowicie, przekona niezawodnie każdego, kto go przeczyta, że sprawa elektryfikacji, ujęta należycie, bynajmniej nie jest w naszych warunkach czemś fantastycznym i urojonem. Trzeba mieć tylko odrobinę dobrych chęci, przedewszystkiem zaś świadomość i zrozumienie własnego interesu. Nie brak specjalistów, którzy przeprowadzą kalkulację, zaprojektują i wykonają budowę*). Trzeba jedynie zrozumieć, że będzie to pożyteczne przedewszystkiem dla własnej naszej kieszeni, a przez to i dla kraju.

Należy podnieść z uznaniem inicjatywę Redakcji „Samorządu“, że świadomość tę wśród czytelników swych budzi, zachęca ich do zbiorowego czynu i przez to przyczynia się do podniesienia kultury kraju.

Spawanie elektryczne.

Rozróżniamy dwa rodzaje spawania elektrycznego: oporowe i łukowe.

1. Spawanie oporowe stosuje się do łączenia równych przekrojów i styków, najczęściej blach. Powierzchnie, starannie oczyszczone, przyciska się mocno i przepuszcza prąd o małym napięciu, lecz b. wielkiem natężeniu (zmienny!), aż do osiągnięcia żaru spawalnego, poczem prąd się przerywa i powierzchnie ściska mocno. Z powodu znacznej wielkości prądu zaciski, doprowadzające prąd, muszą mieć odpowiednie wymiary i muszą być bardzo starannie wykonane.

Tablica potrzebnego czasu.

Żelazo lub stal		Miedź	
Przekrój w m/m. ²	Czas spawania w sek.	Przekrój w m/m. ²	Czas spawania w sek.
250	33	62	8
500	45	125	11
750	55	187	13
1000	65	250	16
1250	70	312	18
1500	78	375	21
1750	85	440	22
		500	23

*) Mamy wszak Koło inżynierów doradców i inżynierów rzeczoznawców. Mamy „Przegląd elektrotechniczny“, który chętnie każdemu służy radą, informacjami i wskazówkami.

Tablica potrzebnej mocy.

Najw. przekrój w m/m. ²		KW
żelazo	miedz	
30	—	1,5
60	—	3,0
—	12	3,0
150	—	7,5
180	—	10,5
360	120	15
740	240	30
1800	450	60

Maszyny do spawania oporowego według Thomsona z transformatorami, przetwarzającymi prąd zmienny normalnego napięcia na prąd zmienny o bardzo niskim napięciu, buduje Pow. Tow. Elektr.

2. Spawanie łukowe używa się przeważnie przy naprawach. Stosuje się tu prąd stały według sposobów:

a) Bernados'a—dla żeliwa—z elektrodą węglową. Dla otrzymania twardego spojenia łączy się węgiel z dodatnim biegunem, dla miękkiego—z ujemnym. W celu przyspieszenia spojenia wrzuca się na miejsce spawane kawałeczki żelaza, które w łuku prędko się stapiają.

b) Sławianowa—dla stali i żelaza kutego—z elektrodą stalową lub żelazną w kształcie pręta, połączonego z dodatnim biegunem (w celu szybszego topienia się pręta).

Przy spawaniu łukiem Volty miejsce uszkodzone należy objąć formą z prasowanych płytek z koksu retortowego, piasku kwarcowego lub grafitu, obłożonych piaskiem formierskim, ażeby przeszkodzić spływaniu materiału.

Skomplikowane części żeliwne winny być przed spawaniem mocno zagrzone w ogniu drzewnym w celu usunięcia istniejących już naprężeń międzycząsteczkowych i uniknięcia powstania nowych; zaoszczędza to wiele energii. elektr. Po skutecznieniu spojenia ogień gasi się stopniowo i przykrywa sztukę popiołem. Inż. Schumacher w Hamburgu (№ 11 Autogene Metallschweissung) nie zagrzewa przedmiotów żeliwnych, używa natomiast elektrody z drutu żelaznego, wyżarzonego węglem drzewnym i pokrytego specjalną masą, tamującą dostęp powietrza. Radzi on stosować cienkie druty 3—4 m/m, ponieważ grube mogą powodować przepalenie materiału. Spawanie powinno się odbywać z wielką wprawą, dość szybko i równomiernie, gdyż zbyt długie zatrzymywanie się na jednym miejscu powoduje przepalenie się materiału. W celu ułatwienia spawania łukowego części żeliwnych, można stosować wkręcane sztyfty żelazne, odpowiednio rozmieszczone i obliczone. Inż. Schumacher twierdzi, że jego pręty, pokryte specjalną masą, doskonale łączą się z żeliwem, czyniąc stosowanie sztyftów zbędnym.

Uszczelnianie za pomocą zwykłego spawania łukowego blach żelaznych, wystawionych na ciśnienie (np. blach kotłowych), jest rzeczą trudną i wymaga wielkiej wprawy i bardzo starannej roboty. Niezbęd-

nem jest nakładanie bardzo cienkich warstw i każdorazowe wymłotkowanie (wkuwanie) poszczególnej warstwy w celu stworzenia zupełnie gładkiej i ściślej podstawy do nałożenia warstwy następnej. Spawanie i młotkowanie powinno być wykonywane przez różne osoby. Oczywiście przed rozpoczęciem spawania powierzchnie winny być najstaranniej oczyszczone z brudu, rdzy i t. p. Podczas spawania oczy i twarz bezwarunkowo należy ochraniać podwójnymi szklami: zielonym i czerwonym. Odpowiednio umocowana ramka z szybkami kolorowymi, dająca się nastawiać, jest więcej celowa, niż ramka ręczna, gdyż daje swobodę ruchów również lewej ręce. Czasem stosowane są urządzenia do równomiernego prowadzenia elektrody (prętu) nad naprawianym przedmiotem.

Ochrona rąk od działania promieni łuku jest również wskazana.

Prądnice bocznikowe zwyczajne nie nadają się do spawania łukowego z powodu narażenia na zepsucie przy bezustannych zwarcjach podczas spawania i konieczności stosowania skomplikowanych i kosztownych urządzeń ochronnych. Zwarcia szkodzą nadzwyczajnie kolektorowi i prądnicę niezbyt mocną mogą zniszczyć. Potrzebna więc jest: prądnicą z zapasem, zaopatrzoną w koło zamachowe, opornik szeregowy, oraz bezpieczniki lub automat. Sam łuk zużywa 55—65 woltów, prądnicą daje około 110 woltów. Chociaż bezpieczniki lub automat zabezpieczają prądnicę od uszkodzeń, to jednak przerywanie prądu przeszkadza w robocie, studzi przedmiot, powoduje stratę czasu i uniemożliwia dokładne wykonanie roboty.

Dla powyższych przyczyn stosuje się do spawania łukowego prądnicę specjalną o wzbudzaniu podwójnym. W tych prądnicach przy gwałtownym wzroście prądu (zwarcie) przed rozpoczęciem spawania napięcie prądu spada, a przy zmniejszeniu się prądu (spawanie) napięcie wzrasta, przyczem moc pozostaje prawie stałą; przy wahaniu się oporu łuku od 1 do 6-krotnie wielkości moc prądnicą waha się w granicach 22—30 kW; silnik, pędzący prądnicę, obciążony jest prawie jednostajnie, nie podlega przeciążeniom i koło zamachowe jest zbędne. M.

Składnice węgla.

Podał inż. Stefan Mazur.

Przyczyny, które spowodowały magazynowanie węgla przy centralach elektrycznych i przy kotłowniach zakładów przemysłowych zostały spotęgowane obecnie przez warunki, które za sobą przyniosła wojna.

Celem, który przedewszystkiem stawia sobie zarząd każdego zakładu przemysłowego, jest ciągłość pracy, a zabezpieczeniem celu powyższego winno być uniezależnienie się od wpływów rynku i jego zmian w dziedzinie surowców, jak również i w dziedzinie pracy ludzkiej. Wpływy wojny odbiły się przedewszystkiem na gospodarce kolejowej; jednocześnie zmiana warunków,

nowe granice spowodowały nierównomierną podaż surowców, wprowadziły tę niepewność ekonomiczną, która tak charakteryzuje nasze czasy.

O ile dawniej na wielkość magazynów węglowych wpływała ocena nierównomierności dostawy węgla, przypuszczalna możliwość strejków oraz niejednakowa w różnych porach roku produkcja kopalń i sezonowy przypływ i odpływ rąk roboczych, o tyle teraz zarządy fabryk starają się magazynować możliwie więcej, gdyż jest rzeczą trudną określić, jak się będą kształtowały dalej warunki rynku węglowego, zależne niekiedy od nieobliczalnych przyczyn o charakterze politycznym.

Nawet w Ameryce, gdzie wpływ wojny był mniejszy, niż w Europie, spotykamy w obecnym czasie składy węgla o wymiarach wprost olbrzymich.

Commonwealth Edison Company w Chicago posiada obecnie składy na lat dziesięć; obejmują one kilkanaście setek tysięcy tonn węgla. W czasie strejku 1919 roku składy te zmniejszyły się do 15 000 tonn węgla¹⁾.

U nas składów podobnych nikt nie posiada, lecz magazyny węgla większych zakładów przemysłowych 300—700 wagonów nie są rzadkością.

Składy te mieszczą się przeważnie na dziedzińcach fabryk i placach, wolnych od zabudowań fabrycznych. W większych kotłowniach spotykamy zbiorniki węgla (cool bunker) niekiedy o dużej pojemności, nie jest to jednak zapas większy, niż na 3—6 godzin maksymalnej pracy kotłów, gdyż w przeciwnym razie koszt budynku kotłowni wzrastają niepomiarowo, a przy dzisiejszym udoskonalaniu środków transportowych mamy zwykle gwarancję ciągłej i nieprzerwanej dostawy węgla ze składów poza budynkiem. I w tym wypadku więc musimy się liczyć z dużymi składami węgla na placach fabrycznych.

Na pytanie, jak węgle magazynować, ażeby nie ulegały one powolnemu zniszczeniu, można odpowiedzieć, wyjaśniawszy, jakie przyczyny wywołują straty w węglu, leżącym na składzie. Największe straty powoduje samozapalenie się węgla. Niekiedy, co miało miejsce późną jesienią 1920 r., na niektórych kopalniach Zagłębia Dąbrowskiego powstawały pożary, wywołane powyższą przyczyną, które zagrażały nawet na paru szybach budynkom kopalnianym. Węgiel, który się już raz przepalił, traci swą wartość cieplną, rozpada się i niekiedy jest już nie do użycia.

Przyczyny, które powodują samozapalenie, były badane już nieraz. W 1920 r. wobec ważności tej sprawy Amerykańskie instytucje naukowe (np. Uniwersytet w Illinois, Bureau of Mines i t. d.) poświęcały temu zagadnieniu wiele czasu; wyniki tych badań podajemy w krótkich słowach poniżej.

Zagrzewanie się węgla, a potem samozapalenie spowodowane jest przede wszystkim powolnym utlenianiem się; w mniejszym stopniu—połączeniem siarki z tlenem, którą to siarkę zawiera węgiel w postaci piritów. Jeżeli ilość powietrza wewnątrz stożka węglowego

jest dostateczna, ażeby pozwolić na łączenie się tlenu z węglem, a zbyt mała dla należytego przewietrzania, temperatura wewnętrzna stożka węglowego będzie się powoli podwyższać, aż nareszcie węgiel się zapali. Zimą proces ten trwa wolniej, niż w dniach ciepłych lata i jesieni. Poza tem najszybciej zapala się węgiel niedawno wydobyty z szybu. Węgiel, który już leżał na składach więcej, niż 3 miesiące zapala się z trudnością.

Na szybkość samozapalania się wpływa jakość i czystość węgla. Orzech lub nawet grysik zapala się trudniej, niż miał i pył węglowy, mający dużo (około 20—25%) części lotnych.

Węgiel przemity i sortowany jest bardziej odpowiedni do magazynowania, niż nieoczyszczony.

Z powyższego wynika, że głównie należy zwrócić uwagę na miał i pył węglowy, którego nie można składować razem z innymi gatunkami węgla, gdyż to może spowodować wzniecenie pożaru nawet w tym gatunku, któryby sam się nie zapalił.

Po drugie należy dać stożkowi węgla dużą powierzchnię ochładzania; po trzecie trzeba go starannie przewietrzać, t. j. stożków nie robić zbyt wysokich; najlepiej, jeżeli nie mają więcej, jak 3 metry wysokości; najlepiej węgiel przechowywać pod wodą.

Ten sposób najbardziej pewny, bardzo często stosowany w Ameryce, u nas jest prawie nieznan. Próby, które mieliśmy sposobność przeprowadzić na południu Rosji, dawały rezultaty bardzo dodatnie, dla tego też pozwolimy sobie na tym sposobie trochę się dłużej zatrzymać, sądząc, że być może i u nas podobne próby będą przeprowadzone.

Na miejscu odpowiednim ze względu na warunki miejscowe, jak to bliskość transporterów, elewatorów, kolejki linowej i t. d., wykopuje się basen o ścianach z pochyleniem o 35—40°, głębokością od 3—7 metrów, szerokością od 12—25 metrów; długość zależy od ilości węgla.

Dla napełniania i wydobycia węgla zwykle przez środek basenu na rusztowaniu układa się tor kolejki na poziomie terenu, po którym przesuwają się dźwigi z czerpakami.

Dla zalania nagromadzonego węgla w basenie i odpompowywania wody służy pompa, zwykle elektryczna.

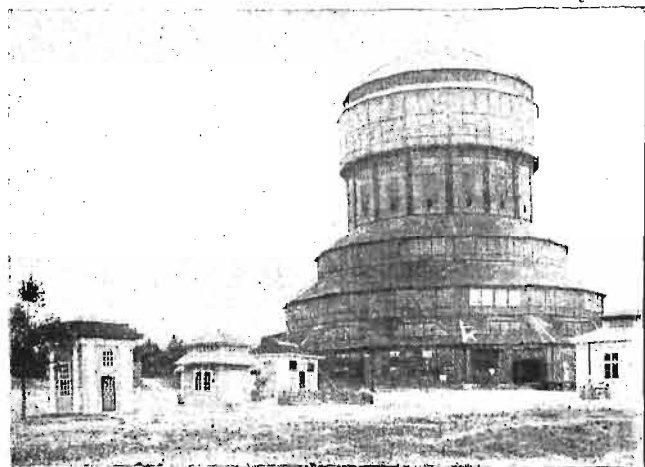
W podobnych basenach węgiel można przechowywać bardzo długo. Wartość cieplna węgla, trzymanego pod wodą, zmniejsza się nieco w porównaniu do węgla, przechowywanego w zwykły sposób, gdyż wilgotność jego nieco się zwiększa (o 3—5%).

Na samozapalenie się węgla poza powyższymi przyczynami, zależnymi od samego węgla, wpływa i teren, na którym się węgiel magazynuje. Powierzchnia, na której się składa węgiel, winna być zupełnie równa i czysta, bez roślinności, przyczem węgiel należy składować od rur z parą, ciepłym powietrzem lub cieczami oraz od kominów lub gorącej szlaki kotłowej.

¹⁾ El. World № 5 1920 r.

„Przegląd Elektrotechniczny“ na Targu Poznańskim.

Wzięcie udziału w Targu Poznańskim przez „Przegląd Elektrotechniczny“ może się wydawać na pierwszy rzut oka dziwnem: przecież rzecz szła o wystawę wzorów wytworów przemysłu, o ułatwienie transakcji handlowych, o przegląd naszego młodego przemysłu, cóż więc z tem ma wspólnego pismo fachowe?



Widok pawilonu „Przeglądu Elektrotechnicznego“ na tle wieży Górnosławskiej.

Rozważywszy jednak rzecz głębiej, łatwo się przekonamy, że tak nie jest i że udział ten był ze wszech miar wysoce wskazany.

Elektrotechnika dziś nie powinna zajmować wyłącznie fachowców elektrotechników, lecz przeciwnie wszystkich techników i przemysłowców, gdyż żadne poważniejsze przedsiębiorstwo techniczne nie może się obecnie już obejść bez elektryczności czy to dla światła, czy dla napędu maszyn. Należało więc koniecznie zaznajomić szerszą publiczność z naszym pismem, z tem, że jedyne to w naszym kraju pismo fachowe elektrotechniczne egzystuje i że każdy może w niem znaleźć wszelkie wiadomości, dotyczące elektrotechniki.

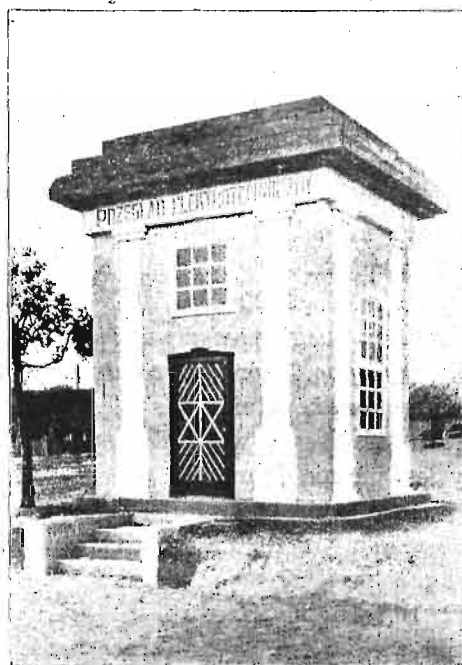
Dalej chciała Redakcja wykazać, że piśmiennictwo fachowe może i powinno u nas się rozwijać i że nawet skromnymi środkami można przy dobrej woli sporo zrobić i nie tylko pismo utrzymać, ale je nawet rozwijać i rozszerzać.

Pozatem uważała Redakcja za konieczne dać szerszej publiczności możność zaznajomienia się z naszym piśmiennictwem fachowem wogóle, pokazać, że piśmiennictwo to, aczkolwiek w porównaniu do piśmiennictwa innych krajów ubogie, jednak egzystuje i pomimo ciężkich warunków wydawnictwa rozwija się, że już posiadamy sporo dzieł elektrotechnicznych oryginalnych w języku Polskim, o egzystencji których nawet wielu elektrotechników nie wiedziało; dla tego więc urządzone została w pawilonie Przeglądu wystawa dzieł elektrotechnicznych.

Aby elektryfikację kraju wyprowadzić ze stadjum teoretycznych dociekań i projektów i wprowadzić na realną drogę, należy przedewszystkiem ideję elektryfikacji możliwie spopularyzować. O elektryfikacji mówi się wprawdzie u nas dużo, ale wyłącznie w kołach fachowych; czytujemy poważne i cenne o niej artykuły, ale również tylko w pismach fachowych: do szerszej publiczności nic, albo bardzo mało co z tego przenika. Jakie korzyści daje szeroko przeprowadzona elektryfikacja kraju, jak ona wpływa na ogólne uprzemysłowienie, jakim marnotrawstwem cennego paliwa są małe elektrownie, jak można wyzyskać siły wodne, pokłady paliw małowartościowych i t. p., to wiedzą dobrze elektrotechnicy, ale tylko oni: do dziś dnia nie rozumie wielu przemysłowców potrzeby dużych elektrowni okręgowych i uważa, że jeżeli już ich zakład potrzebuje energii elektrycznej, no to najtaniej i najracjonalniej jest zbudować własną elektrownię. O zastosowaniu elektryczności w rolnictwie mało kto wogóle słyszał.

Aby więc spróbować spopularyzować ideję elektryfikacji, w pawilonie Przeglądu została urządzone wystawa planów i map elektryfikacji kraju, łaskawie na ten cel przez Urząd Elektryfikacyjny udzielonych, oraz plastycznych modeli: nowobudującej się elektrowni wodnej w Gródku, sieci wysokiego napięcia i t. p. Dyżurujący stale w pawilonie członkowie Poznańskiego Koła elektrotechników udzielali zwiedzającym objaśnień w formie możliwie popularnej i dla każdego zrozumiałej.

Objaśnień tych słuchano chętnie i z wielkim zainteresowaniem, a że elektryfikacją zainteresować szerszą



Pawilon „Przeglądu Elektrotechnicznego“ na Targu Poznańskim.

publiczność nie trudno, dowodzi tego fakt, że pawilon nasz zwiedziło przeszło 10 000 osób.

Budową i urządzeniem pawilonu zajął się Komitet miejscowy, wyłoniony z Poznańskiego Koła Stowarzy-

szenia elektrotechników Polskich, w skład którego weszli p. p. inż. Badyda, Namysł i Rychter, jako Komitet wykonawczy, oraz p. p. Gaertig i Sroczyński w charakterze honorowych doradców. Plany wykonał inż. B. Kalusiński. Ze strony Redakcji należy się wyżej wymienionym osobom głęboka wdzięczność.

W.

Wiadomości bieżące.

O położeniu ekonomicznym inżynierów. Przeglądając Raport Komisji do klasyfikacji i uposażenia inżynierów w Ameryce z 1920 r., która z polecenia Rady inżynierskiej (Engineering Council New York), wybranej przez wszystkie instytucje zawodowe i naukowe inżynierów w Ameryce, zbadała położenie ekonomiczne inżynierów we wszystkich instytucjach związkowych, komunalnych i kolejowych, zwrócimy uwagę, że uposażenie około 200—240 \$ miesięcznie (na nasze pieniądze 160.000 marek) nazywa się małym i niedostatecznym. Jeśli przewalutujemy przedmioty pierwszej potrzeby Ameryki w dolarach na marki polskie, np. obuwie 4,25 \$, ubranie 20—25 \$ i t. d., to okaże się, że ceny te są w stosunku do kosztów życia u nas napewno nie wyższe, a może w niektórych wypadkach i niższe. Widzimy, że i w tym wypadku sytuacja w Ameryce silnie się różni od sytuacji w Europie, gdzie ustosunkowanie płac sił fachowych przed i po wojnie uległo zasadniczej zmianie.

Przed wojną stosunek płac inżyniera, zatrudnionego w przedsiębiorstwie prywatnym w fabrykach, kopalniach i t. d., można było przyjąć 2 do 3 razy wyższy, niż płaca najbardziej wykwalifikowanego robotnika; pozwalało to ludziom fachowym żyć na stopie komfortu, odpowiedniego do zajmowanej pozycji i stanowiska społecznego.

Dziś w kraju pensja 30 000 mkp. miesięcznie dla średniego inżyniera z pewną kilkoletnią praktyką, napewno nie jest uważana za niską, nie bacząc na to, że w stosunku do Ameryki przy jednym i tym samym koszcie przedmiotów pierwszej potrzeby jest 5 razy mniejsza, w porównaniu zaś z wykłm robotnikiem jest napewno nie większa lub nawet niższa. Powstaje pytanie, w jaki sposób została zdegradowana w sensie ekonomicznym praca inżyniera i jakie widoki ma na przyszłość jego sytuacja.

Czasy powojenne charakteryzują się wielkim wstrząśnieniem ekonomicznym, początkowo wielkim zastojem i zdezorganizowaniem przemysłu, który był narażony na ciągłą niepewność jutra. Sytuacja ta spowodowała brak możliwości zastosowania sił fachowych (w kraju po wojnie pracowała ledwo $\frac{1}{4}$ wszystkich zakładów przemysłowych), no i oczywiście zniżkę cen za pracę inżynierów w stosunku do przedwojennych. Jednocześnie wielka ilość sił napwół fachowych, ludzi, którzy przeszli w wojsku szkoły miesięczne o specjalnościach technicznych, powiększyła ilość żądnych pracy, nie więc dziwnego, że inżynierowie byli zmuszeni ograniczać się minimalnymi warunkami płac, chcąc przetrwać ten czas przejściowy, który, zdawało się, będzie krótkotrwały. W tym czasie robotnicy, korzystając z silnych organizacji zawodowych, nie licząc się zupełnie ani z potrzebami kraju, ani też z warunkami dopiero co powstającego przemysłu, niekiedy nawet siłą i terorem wymuszali wciąż nowe podwyżki, które

po uzyskaniu były powodem do nowych żądań. Tą drogą inżynierowie iść nie mogli i nie chcieli, rozumiejąc, do czego podobne kroki prowadzą.

Wytworzyła się więc sytuacja taka, że wprost niekiedy lepiej nie przyznawać się do stopni inżynierskich, a iść pracować jako zwykły monter lub też wogóle porzucić fachowe zajęcia a zająć się handlem, który przy dzisiejszych stosunkach niekiedy osobom o mniejszym poziomie etycznym przynosi w ciągu dnia zarobek miesięczny przeciętnego inżyniera.

Dla tego też widzimy obecnie odpływ ludzi fachowych z urzędów do przemysłu, z przemysłu do handlu. Czem to grozi dla Państwa i dla przemysłu, nie wymaga chyba objaśnień.

Złe płatny inżynier może przynieść straty o wiele większe, niż wynosi różnica tej płacy.

Inżynier zajmuje zwykle odpowiedzialną pozycję na kolei, w fabryce i t. d.; w wykonaniu, projektowaniu, winien mieć inicjatywę, szeroką wiedzę i znajomość rzeczy. Brak tych warunków powoduje wielką stratę pieniędzy, często zwiększającą koszt robót, o czem szeroka publiczność nawet nie wie.

Jednocześnie utrzymanie inżynierów na stanowiskach przez odpowiednie wynagrodzenie winno być postawione jako wskaźnik dla wielu zarządów fabryk.

Powyższy pogląd oraz szybkie tempo rozwoju przemysłowego kraju, odpływ jednostek mniej silnych i odpornych stwarza coraz bardziej korzystną konjunkturę dla technicznej inteligentnej pracy.

W Niemczech, gdzie się najszybciej ze wszystkich krajów Europy rozwinął po wojnie przemysł, nie bacząc na wielkie straty polityczne, widzimy już podobną tendencję, co daje podstawę do twierdzenia, że i u nas inżynier będzie mógł ekonomicznie zająć stanowisko odpowiednie do lat jego pracy, przygotowania fachowego i praktycznego i do tej odpowiedzialności, którą na siebie bierze.

St. M.

Koło Stowarzyszenia Elektr. Polsk. w Toruniu wystosowało następujący okólnik do firm, wytwarzających wyroby z dziedziny elektrotechniki w Polsce:

Tegoroczny Zjazd Elektrotechników całej Polski odbędzie się w Toruniu w dniach od 8 do 11 września 1921 r. Zlecono nam organizację wystawy wyrobów rodzimych, czego się z największą gorliwością podjęliśmy. Mamy błogą nadzieję, że nie zabraknie eksponatów ani jednej firmy polskiej na tej wystawie!

Zwracamy Szanownym Fabrykantom uwagę na to, że Pomorze rozpoczęło elektryfikację w sposób realny:

1) Starostwo Krajowe Pomorskie kończy w przyszłym roku budowę wodnej elektrowni w Gródku (pod Laskowicami), podstacji przy elektrowni w Grudziądzu i dużej krzyżowej stacji rozdzielczej w Chełmży z linią 70 km-wą o napięciu 60 000 woltów. Część tych instalacji wykonywa się bezwarunkowo rodzimym materiałem. Gródek buduje sam wszelkie instalacje niskiego napięcia w elektrowni i rozdzielniach. (Adr.: Toruń, Mostowa 13. III).

2) Związek Elektryfikacyjny powiatów Chełmno-Świecie-Toruń sieć z transformatorami pp. o 300 km długości przy napięciu 15 000 woltów. (Adres: Związek Elektryfikacyjny, Starostwo Chełmno (Pomorze).

3) Związek Elektryfikacyjny powiatów Wąbrzeźno-Lubawa-Brodnica jak pod 2). (Adres: Starosta Dr. Szczepański, Wąbrzeźno — Pomorze).

4) Powiatowa Sieć Obwodowa na powiat Grudziąski. (Adres: Starostwo Grudziądz — Pomorze). Rozbudowa sieci o 15 000 woltach.

5) Elektrownia Obwodowa miasta Tezewa, rozbudowa sieci o 15 000 woltach. (Adres: Elektrownia Tezew — Pomorze).

Program powyższy obejmuje na przyszłe 5-ciolecie obiekt około 2 miliardów marek.

Targ Poznański nie dał nam niestety — po części z powodu zaniedbania firm wytwarzających — poglądu ani całkowitego, ani obszernego.

Niech wystawa w Toruniu spełni zadanie:

a) zapozna przedewszystkiem b. Dzielnicę Pruską, urzędy tutejszych Dyrekcji pocztowych, kolejowych i inne z wyrobami rodzimymi;

b) pomnoży zamówienia;

c) doprowadzi wymianę zdań, życzeń klientów i zdania firm co do podjęcia nowych gałęzi i t. d.

Prosimy o odwrotne nadesłanie wypełnionego formularza załączonego. Czas nagli! Koło nasze chętnie podejmuje się umieszczenia, ustawienia i ew. przyłączenia eksponatów do sieci miejskiej elektrowni. Prawdopodobnie będzie do dyspozycji tylko prąd stały 2×220 woltów, ale może też trójfazowy 220 woltów.

Wysłać należy eksponaty zupełnie frankowane na adres: Elektrownia Toruń—Pomorze, z wyraźnym dopisem na pudłach i listach przewozowych: „Na wystawę“!

Hoffmann
Przewodniczący.

Męczykowski
Sekretarz.

Spółka Akc. „Siła i Światło.“ W Monitorze Polskim ukazało się zatwierdzenie podwyższenia kapitału do 300 milionów marek. Najważniejsze banki polskie, zgrupowane w „Łączności“, wzięły udział w nowej emisji w wysokości 150 milionów marek, co może służyć dowodem powagi i użyteczności przedsięwzięcia.

Fabryki lamp AUER Gesellschaft, AEG i Siemens Halske A. G. złączyły się pod firmą Osram Werke G. m. b. H. Kommandit Gesellschaft. Cel tego połączenia jest, według słów prezesa AEG dr. Rathenau, uproszczenie produkcji, fabrykacji i przedewszystkiem wymiana rezultatów doświadczeń teoretycznych i praktycznych zrzeszonych fabryk. Dodatkowo przyłączone zostały do powyższego koncernu zjednoczone huty szkła Lausitz (Vereinigte Lausitzer Glaswerke), które się specjalizowały na wyrobie szklanych gruszek lampowych.

Na Górnym Śląsku kilkanaście fabryk, które wyrabiały smołę, benzol i amoniak, złączyły się pod firmą „Chemische Werke Oberschlesien G. m. b. H.“ Przeważeniem wszystkich fabryk oraz sprzedają wyrobów zajęła się jedna ze zrzeszonych firm, mianowicie „Ober-schlesische Koks Werke.“

Grupa Stinnesa nabyła w marcu 1921 z rąk grupy włoskiej Castiglioni większość akcji Alpinen — Montan Gesellschaft, które obecnie, wobec rozpadu Austrii, zostały bez węgla. Przez przyłączenie ich do grupy Stinnesa węgiel (około $2\frac{1}{2}$ rocznej produkcji Niemiec węgla koksującego) będzie dostarczony dla hut powyższego Towarzystwa, położonych w Styrii z Niemiec.

Czem zastąpić platynę w elektrotechnice? Według prof. K. Arndt'a (ETZ. zes. 14. 1921 r.) w lampach żarowych platynę zastępuje stop niklu z żelazem, wyrabiany we Francji; metalowe druty, pokryte cienką warstwą platyny, które wyrabia Heracus w Hanau, — drut niklowostalowy, pokryty miedzią. W aparatach sygnalizacyjnych Siemens i Halske dla kontaktów stosuje wolfram. Wolframowe kontakty dostarcza Arthur Schmidt w Berlinie NW. 87.

Postępy w dziedzinie izolacji uzwojeń prądnic prądu zmiennego dla wysokich napięć. Izolacja ma tu czynić zadość nie tylko normalnym warunkom ruchu, ale nadto ma wytrzymać wszelkie podskoki napięcia, które występują przy włączaniu lub odłączaniu maszyny jakoteż przy zwarciach (na krótko lub z ziemią), a te właśnie przepięcia są niebezpieczne dla izolacji. Przewody są odizolowane od żelaza twornika zapomocą gilz z mikanitu (o grubości 2 mm i więcej) przy napięciach ponad 3.900 V; przy niższych napięciach wystarczają gilzy z papieru lakierowanego, które posiadają dobrą wytrzymałość na przebicie, wytrzymałość mechaniczną i higroskopijność taką samą, jak mikanitowe, lecz za to nieco mniej są odporne na wyładowania jarzące. Szczególną uwagę należy zwracać na zwiększenie dróg, po którychby mogły się rozchodzić wyładowania powierzchniowe.

Do niedawna zbyt mało starano się o dobrą izolację części czołowych cewek, poprzestając na izolacji samych drutów. Jednak ze względu na przebicia i przeskoki (od wyładowań powierzchniowych) taka izolacja jest niewystarczająca, zwłaszcza, gdy uzwojenie oraz gilzy izolacyjne z czasem ulegają zapyleniu, np. kurzem, mającym pewną przewodność; wtedy występują przebicia i przeskoki. Zaradzono temu, owijając ściśle części czołowe cewki taśmą lakierowaną w wyborowym gatunku (np. Cambrie, Excelsior etc.) aż po same żelazo twornika, bacząc przytem, aby taśma została zakończona nie dookoła gilzy, lecz wewnątrz niej, gdyż inaczej utworzyły by się na przejściu do gilzy niepożądane warstwy powietrza. Izolacja pomiędzy przewodami w żłobku, zależy od napięć pomiędzy warstwami drutów; wykonywa się z bawełny i papieru. Przy przewlekanii oddzielnych drutów przez gilzę, izolacja taka łatwo może być uszkodzona. Więc wykonywa się cewkę teraz na szablonie, ściśle według podanych wymiarów, a następnie poszczególne jej druty są kolejno wkładane do żłobka.

Jeszcze większe zabezpieczenie izolacji drutów osiąga się, gdy zamiast drutów o przekroju okrągłym zastosuje się druty o przekroju prostokątnym, które dadzą się w żłobku ułożyć równymi warstwami, wypełniającemi go daleko lepiej.

Jednak przy maszynach na 5.000 — 10.000 V powyższe sposoby już nie wystarczają wobec mogących wystąpić wyładowań jarzących. Pod wpływem tych wyładowań izolacja staje się kruchą, a miedź nagryza się i zielenieje, gdyż tym wyładowaniom towarzyszy powstawanie ozonu oraz tlenu azotu, który w obecności wilgoci tworzy kwas azotowy. Na zasadzie licznych badań z uzwojeniami o różnej izolacji w warsztatach fabryk Tow. Akc. Siemens-Schuckert stwierdzono, że, jakkolwiek możliwem byłoby obliczać wysokość przepięć prawdopodobnych, jednak tu wiele czynników komplikuje sprawę. Pierwsze zwoje i pierwsze cewki są bardziej narażone na fale przepięciowe, aniżeli zwoje i cewki dalsze. Zatem te pierwsze, wpustowe cewki, stanowiące około 10% całej długości uzwojenia, należy izolować lepiej, niż następne. Miejsce na powiększenie izolacji w żłobku uzyskać można, opuszczając 1 lub parę przewodów. Między przewody wstawia się wkładki z preszpanu lub miki; ponadto u tych cewek trzeba starannie (niż u następnych) owinać taśmą izolacyjną połączenia czołowe. Dotychczasowe przepisy Związku niemieckich elektrotechników o próbach izolacji nie brały pod uwagę fal przepięciowych, zatem były pod tym względem niewystarczające. Firma Siemens-Schu-

ekert przewidziała, że odnośne przepisy zostaną wkrótce uzupełnione i zastosowała odpowiednie środki zapobiegawcze od tych fal.

Dla maszyn powyżej 4.000 V z reguły stosuje się asfaltowanie cewki przed włożeniem jej w żłobki. W tym celu wygotowuje się czynne boki cewek wraz z izolacją w specjalnej masie (takiej, jakiej się używa do zalewania złączy kablowych), przez co zostają usunięte resztki powietrza i zastąpione przez wytrzymałszy na przebicie smołowiec. Następnie cewka owija się cienkim papierem i ściska się pod prasą, co zwiększa pewność, że już więcej niema powietrza pomiędzy przewodami. Następnie na bokach cewki wprasowuje się na gorąco dookoła mikanitową powłokę czyli gilzę. Gotowa cewka stanowi już zwartą całość, niełatwą do rozdzielania.

O ile żłobki są otwarte, co jest możliwe u maszyn synchronicznych, to cewkę zakłada się wprost w żłobki zamykając te ostatnie klinami drewnianymi lub z fibry. Natomiast w silnikach asynchronicznych celem zmniejszenia prądu magnesującego i polepszenia współczynnika mocy żłobki powinny być nawpół zamknięte. O ile niema zbyt wiele przewodów czynnych w uzwojeniu, to przygotowaną w powyższym sposób cewkę można rozciąć (odcinając jedną stronę czołową) a pozostałą część w formie wydłużonej litery U wsunąć w oba żłobki, poczem uważnie dolutowywać lub spawać odciętą część czołową.

Jest to robota dość trudna, lecz zakłady Siemensu nieraz ją z powodzeniem stosują przy pomocy transformatora spawającego. Lepsze są kliny specjalnie do zamykania żłobków, złożone z ułożonych naprzemian płytek żelaznych i mosiężnych. Kliny te stosowane są w silnikach do trakcji.

S.

„Siemens Zeitschrift“ № 1—2, rok 1921.

Samoczynna centrala telefoniczna w zakładach Siemensu w Berlinie. Zakłady Siemens-Halske oraz Siemens Schuckert w dzielnicy Spandau stanowią razem t. zw. Siemensstadt; obejmują one kilkanaście fabryk specjalnych (np. Dynamowerk, Kabelwerk etc.) oraz gmach głównego zarządu. Pomiedzy poszczególnymi oddziałami odbywa się ożywiona komunikacja telefoniczna, dlatego też założono na tym terenie własną centralę telefoniczną, w przeważnej części jako zupełnie samoczynną, a nadto do specjalnych połączeń—dodatkową centralę półautomatyczną.

Centrala główna samoczynna mogąca objąć do 10000 numerów (obecnie obsługuje 4250 numerów) jest oparta na zasadzie podwójnego układu wybieraczy, dzięki czemu wybieracze grupowe dają się jaknajlepiej wykorzystać, wystarczy mniejsza ich ilość, co zmniejsza znacznie koszta nakładowe. Dodatkowe urządzenie nawpół samoczynne przeznaczone jest głównie do komunikacji z oddziałami Siemensu w odleglejszych dzielnicach: w Charlottenburgu i w Lichtenbergu, połączone ni własnymi przewodami z powyższą centralą; połączenia są tu dokonywane przez telefonistki według żądań (wywoływań) nadchodzących do centrali. Nadto gdy któryś z dyrektorów, inspektorów, członków zarządu zechce rozmawiać kolejno z szeregiem osób przez telefon, to wtedy, aby uniknąć straty czasu na każdorazowe próbowanie, czy każdy z potrzebnych numerów jest niezajęty, daje odrazu polecenie telefonistce, ta zaś kolejno musi mu przygotować żądane połączenia. Nadto jest dołączona do centrali sygnalizacja, zawiadamiająca interesantów, chcących rozmawiać telefonem z wyżej wspom-

nianymi dyrektorami i t. p., że ci są w danej chwili zajęci, np. jakąś ważną konferencją.

Siemens-Zeitschrift № 1, rok 1921.

Nowa placówka przemysłowa. W Małopolsce powstaje fabryka do regeneracji żarówek z drutem metalowym. Na razie fabryka przyjmuje do naprawy żarówki do 100 św. normalnych z wyjątkiem: a) węglowych, b) tantalowych, c) półwatowych. Nie nadają się również do regeneracji żarówki z pękniętym słupkiem lub nadbitym balonem szklanym.

Elektrownia kolejowa w Skarżysku. Radomska Dyrekcja kolejowa przystąpiła do budowy elektrowni kolejowej w Skarżysku na potrzeby miejscowych warsztatów i stacji. Moc maszyn wynosić ma ok. 250 kW. Prąd stały o napięciu 220 V.

Prąd jałowy transformatorów. Comité Electrotechnique Français ułożył najwyższe normy dla wielkości prądu w transformatorach przy otwartym wtórnym obwodzie.

W tablicy liczby wskazują prąd jałowej pracy w procentach od prądu przy pełnym obciążeniu dla transformatorów w oleju.

kVA	Straty zmniejszone				Straty normalne			
	25 okr.		50 okr.		25 okr.		50 okr.	
	5000 V	15000 V	5000 V	15000 V	5000 V	15000 V	5000 V	15000 V
1	—	—	14	—	32	—	28	—
3	15,5	—	12,5	—	28	32	23	—
5	14,5	18	11,5	16	25	28,5	21,5	28
10	12	15,8	9,5	13	28	24,0	18,5	22
30	8	10	6,5	8	16	17,1	13	14,6
50	6,5	7,8	5,3	6,3	13,7	14,5	10,8	12,2
100	5,9	6,6	4,6	5,4	11,7	12,0	9,3	9,9
200	4,8	5,4	3,8	4,5	10	10,4	8,1	8,7

Dla transformatorów, chłodzonych wodą:

kVA	25 okr.		50 okr.	
	15000 V	30000 V	15000 V	30000 V
300	11,5	12,5	10,0	10,7
500	10,2	10,8	8,6	9,2
1000	8,7	8,8	7,2	7,4
2000	8,0	8,0	6,5	6,5
i więcej				

Dla transformatorów jednofazowych stosują się liczby, podane przy transformatorach trójfazowych o 50% większych (Revue Gén. de l'Electr. tom 8. 1920 r. str. 22).

Telegraf maszynowy w radiotelegrafii. Pomiedzy Berlinem a Lipskiem prowadzone są próby zastosowania aparatu telegraficznego maszynowego Siemensu. Wynik prób jest pomysłny. Zdołano przesłać 120 depesz w ciągu godziny.

Elektryfikacja Japonji. Japonja będzie wkrótce posiadała linię przesyłania energii na 160 kV między Seto i Osaka. Odległość między powyższymi miejscowościami wynosi około 260 km. Linja ta obecnie już się buduje i będzie przeznaczona do przesyłania 200 000 kW z hydroelektrycznego urządzenia w Seto; w 1-ym okresie budowy będzie przesyłane 30 000 kW, w drugim — 70 000 kW i w 3-m — 100 000 kW prądem trójfazowym o 60 okresach na sekundę.

Electrical World str. 254 1920 r.

Powłokę ołowianą kabli telefonicznych, izolowanych papierem, daje się reparować o ile powłoka ma być wytrzymałsza stopem ołowiu z 1% antymonu — np. dla kabli napowietrznych — lub ołowiu z 3% cyny, o ile ma być więcej jednolita.

Annales de Postes, Télégraphes et Téléphones.

Przegląd czasopism.

Ukazał się № 7 **Przeglądu Przemysłowo-Handlowego** zawierający między innymi: Sprawozdanie z Wszechpolskiego Zjazdu Kupiectwa Polskiego, ciekawy artykuł dr. St. Olszewskiego „Wielki kapitał, jako czynnik międzynarodowy”, obfitą kronikę przemysłową, handlową i finansową, kronikę zagraniczną, artykuł Z. Straszewicza „Istota Reklamy”, kronikę giełdową i akcyjną. Strona zewnętrzna, jak zwykle, nader wykwintna, liczne winiety i ozdobniki, bardzo pomysłowe i artystyczne.

Oświetlenie. Szczegółowe liczby porównawcze, dotyczące różnych lamp elektrycznych i gazowych znajdujemy w ETZ zeszyt 8 i 9, 1921 r.

Dr. L. Bloch rozważa szczegółowo sprawę oświetlenia elektrycznego w zestawieniu z oświetleniem gazowym i słusznie dochodzi do wniosku, że oświetlenie gazowe powinno być wszędzie zastąpione przez elektryczne chociażby dla tego, że zużycie węgla przy oświetleniu elektrycznym jest oszczędniejsze, poza to przez zastąpienie oświetlenia gazowego elektrycznym możemy gaz użyć do celów ogrzewniczych.

Elektryfikacja kolei Szwedzkich. Szczegółowe dane, dotyczące projektu elektryfikacji, znajdujemy w ETZ zeszyt 8, 1921 r.

Ochrona od promieni Röntgena. Budowniczy Kampe i doktor Lorey w Hamburgu wynaleźli nowy materiał budowlany, zabezpieczający równie dobrze, jak ołów od promieni Röntgena ETZ. zeszyt 8, 1921 r.

Projekt zasad oceny i prób transformatorów mierniczych podany szczegółowo — ujęty w 35 paragrafach z objaśnieniami znajdujemy w ETZ. zeszyt 9, 1921 r.

Oszczędność w ilości drutu oporowego w opornikach. R. Richter z Karlsruhe podaje w ETZ. zeszyt 10 1921 r. opis oporników, w których zawsze cały drut znajduje się pod prądem; zmiana wielkości oporu skutecznia się przez zmianę układu połączeń pomiędzy poszczególnymi częściami dla opornika.

Wystawa elektryczna w Ameryce w 1925 roku. Senatowi Stanów Zjednoczonych Ameryki przedstawiony został projekt prawa, który upoważnia Prezydenta zaprosić obce narody do wzięcia udziału w wystawie „Atlantic-Pacific Highways and Electrical Exposition in Portland”, która ma być urządzona dla upamiętnienia stułecnej rocznicy wynalazku elektromagnesu i dla zaznaczenia ukończenia dróg łączących Atlantyk z Oceanem Spokojnym — ETZ. zeszyt 10 1921 r.

Prądnicze radiotelegraficzne. W 11 i 12 zeszytce ETZ. 1921 r. znajduje się artykuł inż. K. Schmidt'a, omawiający szczegółowo prądnicze dla prądów średniej częstotliwości (300—600), głównie budowane w Niemczech. Krótko przedstawiona jest także sprawa maszyn na prąd wysokiej częstotliwości. Kar. Schmidt mówi,

że wynalazł transformator częstotliwości, umożliwiający w prosty sposób, oszczędnie zwiększać częstotliwość prądu wielokrotnie np. 100-krotnie.

Uziemienie. W 13 zeszytce ETZ. 1921 znajdujemy obszernie sprawozdanie z pracy O. S. Peters'a, drukowanej w Ameryce w „Technologic Papers of the Bureau of Standards” w Waszyngtonie. Praca dotyczy uzemień, stosowanych w urządzeniach dla prądów silnych. Podane są wykresy, wskazujące wielkość oporu uzziemienia w zależności od długości rur i blach, stanowiące przewodniki uzemiające. Są także wykresy, wyrażające wielkość oporu uzziemienia w zależności od pory roku i wpływu przysypki z koksu czy też soli.

Przemysł elektrotechniczny i elektryfikacja Czechosłowacji omawia G. W. Meyer w zeszytce 13, ETZ. 1921 r.

Projekt przepisów dla przyrządów pomiarowych znajdujemy w ETZ. zeszyt 13 i 14, 1921 r.

Kabel telegraficzno-telefoniczny pomiędzy zachodnimi a wschodnimi Prusami przez Bałtyk. Szczegółowy opis tego kabla znajdujemy w 14 i 15 zeszytce ETZ. 1921 r.

Bezpieczniki topliwe dla wysokich napięć, zabezpieczone opornikami opisuje inż. F. Patzelt w ETZ. zeszyt 13, 1921 r.

Obliczanie przewodów na prąd zmienny omawia I. Teichmüller w ETZ. zeszyt 13 i 14, 1921 r.

Schemat automatycznej podstacji znajduje się w ETZ. zeszyt 14, 1921 r., strona 347.

Dr. inżynier Karol Ilgner zmarł 18 stycznia 1921 roku w Bertelsdorf u podnóża Gór Olbrzymich (Riesengebirge).

Projektowanie kolei elektrycznych. E. E. Seefehlner w zeszyt 9 i następnych ETZ. 1921 r. podaje cały szereg nomogramów, dotyczących projektowania i pracy kolei elektrycznych.

Nowy piec elektryczny łukowy opisuje A. Sahlin w The Electrician T. 83, 1919, str. 164. Patrz także ETZ. zeszyt 11.

Elektryfikacja Anglii. W 12 zeszytce ETZ 1921 r. znajdujemy wiadomości, dotyczące prac nad racjonalną elektryfikacją Anglii.

Izolatory rurowe. W. Christiani z Sassnitz opisuje zupełnie nowy rodzaj izolatorów w kształcie rurek, które mają zastąpić zwykłe izolatory porcelanowe, używane od chwili wynalazku telegrafów. ETZ. zeszyt 13, 1921 r.

Nowe wydawnictwa.

Die Transformatoren Dr. Milau Vidmar, wydanie J. Springera w Berlinie 1921 r.

„Die elektrische Maschine“, dwutygodnik. Nowe pismo niemieckie, poświęcone wyłącznie naprawie maszyn elektrycznych. Wydawca A. F. Dittberner, Berlin Steglitz, Martinstr. 9.

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Dr. Ing. I. Herzog und P. C. Feldmann, trzecie wydanie str. 731, rys. 519. J. Springer, Berlin 126 mk. n.