

BADANIE PRZEBIEGU FALI USKOKOWEJ METODĄ JEDNOCZESNEGO POMIARU DWÓCH NAPIĘĆ.

Inż. Stanisław Szpor.

St. asystent Zakł. Wysokich Napięć Pol. Warsz.

(Ciąg dalszy).

4. Porównanie układów pomiarowych.

Pod względem dokładności można podzielić układy pomiarowe na dwie grupy. Układy pierwszego typu (równoległy dwóch członów, drugi kaskadowy) dają bardzo duży uchyb w początkowej części badanego przebiegu czasowego. Układy drugiej grupy (układ jednego członu czasowego, pierwszy kaskadowy dwóch członów) są wolne od tej ujemnej własności, wysuniemy je więc na pierwszy plan przy wyborze właściwego układu.

Przy zastosowaniu układu jednego członu czasowego jedną z wielkości, których wartości jednocześnie mierzymy, jest badane napięcie u , dzięki czemu występuje tylko uchyb czasu, związany z $\frac{\Delta F(u)}{F(u)}$. Przy układach dwóch członów czasowych obie wielkości mierzone u_1, u_2 są wtórne, wskutek

czego oprócz uchybu czasu, zależnego od $\frac{\Delta F(u_1)}{F(u_1)}$ występuje jeszcze uchyb $\frac{\Delta u}{u}$ przy określaniu napięcia u równoczesnego wartości u_1 . Pierwszy układ kaskadowy jest więc mniej dokładny, niż układ jednego członu.

Przy praktycznym zastosowaniu metody otrzymujemy ważny warunek, że przyrządy pomiarowe wartości jednoczesnych (iskierniki) pozwalają pracować tylko w zakresie rosnących wielkości mierzonych. W układzie jednego członu czasowego mierzymy równoczesne wartości u, u_1 , nie możemy więc badać opadającego grzbietu fali u . W układach dwóch członów przy odpowiednim dobraniu elementów można uzyskać wzrastające przebiegi czasowe u_1, u_2 w badanym zakresie opadającego grzbietu fali u .

Pierwszy układ kaskadowy dwóch członów łączy zaletę stosunkowo niezłej dokładności (choć mniejszej, niż w układzie jednego członu) z możliwością badania opadającego grzbietu fali.

II. Metoda iskiernikowa w zastosowaniu do pomiaru generowanych fal uskokuwych.

1. Własności metody.

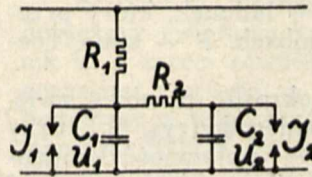
a. Wybór układu połączeń i opis działania.

Przyrządy pomiarowe, zastosowane w metodzie na którą jest nastawiony iskiernik I_1 (oczywiście,

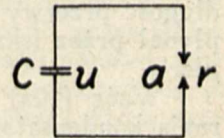
pomiaru dwóch wartości jednoczesnych, muszą spełniać dwa warunki: 1) mierzyć wartości chwilowe, 2) pozwalać stwierdzać jednoczesność tych wartości. Te dwa zadania powinny być spełnione dokładnie, czemu na przeszkodzie staje przede wszystkim bezwładność układów pomiarowych.

Przy wyborze przyrządów pomiarowych zwróciliśmy się z jednej strony do iskierników, z drugiej do układów lamp katodowych. Druga próba, przy zastosowaniu lamp dwusiatkowych z siatką przeciwdłunkową, dała rozwiązanie dość skomplikowane, ponieważ trzeba było przewidzieć oddzielne organy pomiaru napięć i sprawdzania ich jednoczesności. Uzyskano prawidłowe działanie układu, ale nie udało się ograniczyć bezwładności tak, żeby można było mierzyć dokładnie przebiegi rzędu 1 μ sek.

Lepsze wyniki osiągamy z iskiernikami pomiarowymi, których mała bezwładność pozwala na dokładny pomiar wartości chwilowych, a szybki proces zwierania można wyzyskać dla stwierdzenia jednoczesności. Opierając się na wynikach rozważań ogólnych w części I-szej, wybieramy pierwszy układ kaskadowy dwóch członów czasowych i dołączamy iskierniki pomiarowe I_1, I_2 , jak na rys. 6a. Zasada działania układu jest prosta.



Rys. 6a.



Rys. 6b.

Fala napięcia u wywołuje wtórne przebiegi napięć u_1, u_2 (rys. 4b) na kondensatorach C_1, C_2 . Iskiernik I_1 , nastawiony na pewną wartość chwilową u_1 , zapala się w chwili, gdy napięcie na nim osiągnie wartość u_1 , i zwiera kondensator C_1 . Równocześnie przestaje wzrastać napięcie u_2 na kondensatorze C_2 , który rozładowuje się przez opornik R_2 i iskiernik I_1 . Największe napięcie u_2 na kondensatorze C_2 , zmierzone iskiernikiem I_2 , jest więc wartością chwilową jednoczesną wartości u , na którą jest nastawiony iskiernik I_1 (oczywiście,

jeżeli niema wpływu bezwładności, który omówimy w dalszym ciągu).

Dla uzyskania jednego punktu krzywej $u_2 = f(u_1)$ musimy po nastawieniu iskiernika I_1 na wartość u_1 regulować iskiernik I_2 aż do uzyskania równowagi, t. j. do określenia największej przerwy iskrowej, przy której następuje przeskok. Musimy obserwować działanie układu i regulować iskiernik I_2 przy powtarzaniu takich samych fal. Układ nadaje się więc tylko do badania fal uskokowych, wytwarzanych w generatorach.

b. Bezwładność iskierników pomiarowych. Bezwładność iskierników pomiarowych nasuwa dwa zagadnienia: pierwsze, czy przy fali uskokowej iskiernik zapala się przy takim samym napięciu, jak w warunkach statycznych (przy prądzie stałym lub zmiennym), co ma znaczenie ze względu na dokładność pomiaru wartości chwilowych u_1, u_2 ; drugie, jak szybko po zapaleniu znika napięcie na iskierniku (I_1), co ma wpływ na dokładność sprawdzania jednoczesności.

Na pierwsze zagadnienie odpowiedź wypada korzystnie na podstawie znanych wyników badań nad działaniem iskierników pomiarowych kulowych przy falach uskokowych⁴⁾. Przy zastosowaniu elektrod aktywnych, t. j. czystych i posiadających na powierzchni drobne ostrza (np. oczyszczonych przed pomiarem papierem karborundowym), lub przy sztucznej jonizacji przerwy iskrowej (np. przez naświetlanie radem) bezwładność iskierników jest znikoma nawet przy bardzo krótkotrwałych przebiegach (rzędu 10^{-9} sek). Jeżeli elektrody nie są aktywne i nie stosuje się sztucznej jonizacji, to bezwładność daje się zauważyć nawet przy obciążeniach rzędu 10^{-6} sek. Ponieważ trudno byłoby utrzymywać aktywność elektrod przy powtarzanych przeskokach, więc musimy stosować sztuczną jonizację (np. użyto jednakich preparatów radowych po $1/3$ mgr).

Na drugie zagadnienie, dotyczące szybkości znikania napięcia na iskierniku możemy odpowiedzieć na podstawie badań Toepler'a nad zmianami oporności przerwy iskrowej po zapaleniu. Toepler ustalił wzór:

$$r = \frac{ka}{q}, \dots \dots \dots (10a)$$

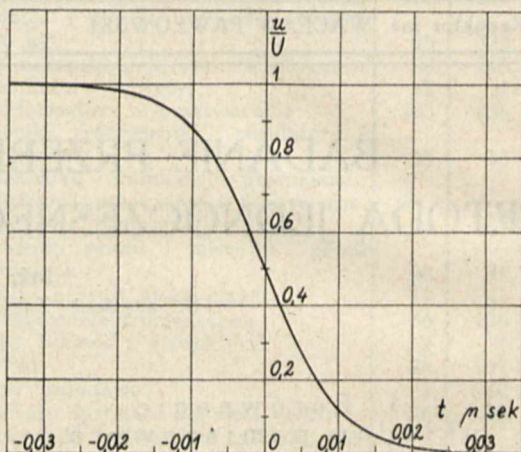
gdzie r — oporność przerwy iskrowej w Ω , a — długość przerwy w cm, q — ładunek, który przepłynął przez iskry w kulombach, k — stała Toepler'a.

Wzór (10a) pozwala określić przebieg zwierania kondensatora przez iskiernik (rys. 6b). Przy zastosowaniu oznaczeń: C — pojemność kondensatora, U — napięcie początkowe, u — wartość chwilowa napięcia na kondensatorze, otrzymujemy równanie:

$$t = -\frac{ka}{U} \cdot \ln \frac{u}{U-u} \dots \dots \dots (10b)$$

Szybkość procesu zwierania zależy więc od stałej Toepler'a k , od stosunku napięcia przeskoku U do długości przerwy iskrowej a , natomiast nie zależy od pojemności C .

Dokładnej wartości stałej k nie znamy z powodu trudności, jakie występują przy pomiarze. Nowsze badania Toepler'a⁵⁾ wskazują, że wartość k jest w granicach od $0,12 \cdot 10^{-3}$ do $0,2 \cdot 10^{-3}$, prawdopodobnie około $0,15 \cdot 10^{-3}$. Rys. 7 przedstawia przebieg zwierania kondensatora $\frac{u}{U} = f(t)$,



Rys. 7.

przeliczony według wzoru (10b) przy wartościach:

$$k = 0,15 \cdot 10^{-3}, \frac{V}{a} = 30 \text{ kV/cm} = 3 \cdot 10^4 \text{ V/cm}, \\ \frac{ka}{U} = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ sek.}$$

Prąd w przerwie iskrowej jest proporcjonalny do pochodnej $\frac{du}{dt}$, z którą związane jest nachylenie krzywej $\frac{u}{U} = f(t)$. Dzięki wyładowaniom niesamodzielnym (których wpływu wzór Toepler'a nie uwzględnia) mamy w przerwie iskrowej przed początkiem wyładowania niewielki prąd i skończoną, choć bardzo wielką oporność. Wyładowanie samodzielne zaczyna się więc (rys. 7) przy pewnym nachyleniu $\frac{du}{dt}$, którego wielkość zależy od natężenia wyładowania niesamodzielnego i ma decydujący wpływ na czas procesu zwierania iskry. Sztuczna jonizacja przerwy iskrowej zmniejsza ten czas korzystnie.

Czas zwierania iskry jest rzędu 10^{-8} sek do 10^{-7} sek, występuje więc bezwładność, którą należy wziąć pod uwagę w odniesieniu do naszego układu. Bezwładność iskiernika I_1 wywołuje uchyb napięcia u_2 , które mierzymy zbyt wielkie. Odcinające działanie iskiernika I_1 jest bowiem skuteczne dopiero wówczas, gdy napięcie u_1 spadnie w procesie wyładowania poniżej napięcia u_2 . Chwila ta jest opóźniona w stosunku do zapłonu iskiernika I_1 tem więcej, im większy jest stosunek $\frac{u_1}{u_2}$. Otrzymujemy więc uchyby napięcia u_2 szczególnie wielkie na początku krzywej $u_2 = f(u_1)$, gdzie stosunek $\frac{u_1}{u_2}$ jest największy.

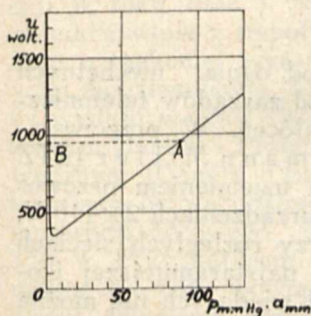
Bezwładność iskierników ogranicza zakres stosowania układu do przebiegów conajmniej rzę-

⁴⁾ Burawoy, Arch. f. Elektr. XVI, str. 186.
⁵⁾ Franck, Messentladungstrecken, str. 55.

⁵⁾ Toepler, Arch. f. Elektr. XXI, str. 433.

du 1 μ sek. Dokładność pomiarów przebiegów dłuższych będzie większa. Układ nadaje się do zdejmowania przebiegu generowanych fal uskoko- wych, których czas trwania wynosi zwykle kilka do kilkadziesiąt μ sek. Natomiast dokładne zbada- nie strome go czoła fali (rzędu 0,1 μ sek.) jest niemożliwe.

c. *Dolna granica mierzonych napięć.* Badania Toepler'a (pomiar stałej k) były wykonane dla odległości międzyelektrodowych przeważnie rzę- du 1 cm. Ażeby uzyskać wskazówki, dotyczące działania iskierników I_1, I_2 przy mniejszych na- pięciach u_1, u_2 (krótszych przerwach iskrowych a_1, a_2) zwrócimy się do teorii Rogowskiego⁶⁾.



Rys 8.

Pierwszą prostą wska- zówkę daje rys. 8, przed- stawiający charakterystykę napięcia krytycznego wyładowań w powietrzu w funkcji iloczynu odległości międzyelektrodowej a i ciśnienia p w temperaturze pokojowej przy małych wartościach $p \cdot a$. Naj- mniejsze napięcie, przy jakim iskiernik zapala się, wynosi około 350 V (temu

minimum odpowiada t. zw. normalny spadek katodowy).

Każdemu napięciu powyżej minimum odpo- wiadają dwie odległości międzyelektrodowe (punkty A i B na rys. 8). Dla celów pomiarowych ma znaczenie tylko prawa gałąź charakterystyki $u = f(pa)$ (punkty A). Badania Toepler'a odnoszą się do dalszej części tej gałęzi (dla większych na- pięć). Ażeby wnikać w działanie iskiernika przy małych napięciach (powyżej minimum), musimy wziąć pod uwagę kilka pojęć z teorii Rogow- skiego.

Przy wyładowaniu samodzielnym ważną rolę odgrywa wzrost jonizacji μ w pojedynczym prze- biegu jonizacyjnym. Na początku przebiegu ist- nieje N_1 elektronów, które w drodze do anody jonizują obojętne cząsteczki gazu. Powstałe w ten sposób jony dodatnie biegną do katody, jonizując cząsteczki gazu i wytwarzając N_2 nowych elektro- nów. Zaczyna się nowy przebieg jonizacyjny, przyczem mamy na początku N_2 elektronów. Wzrost jonizacji μ określamy jako stosunek liczby elektronów wtórnych N_2 do ilości pierwotnych N_1 , w jednym przebiegu jonizacyjnym: $\mu = \frac{N_2}{N_1}$. Wy- ładowanie samodzielne jest możliwe, jeżeli μ jest

większe lub równe 1. Charakterystyka napięcia krytycznego (rys. 8) odpowiada wartości $\mu = 1$. Poniżej charakterystyki $\mu < 1$, powyżej $\mu > 1$, przyczem μ zmienia się w sposób ciągły w miarę oddalania się od charakterystyki.

Drugą ważną sprawą jest zmiana rozkładu pola przy wyładowaniu samodzielnym. Ponieważ szybkość elektronów jest większa, niż dodatnich jonów, więc w polu między elektrodami mamy nad- miar „opóźnionego” ładunku dodatniego. Ładunek ten zmienia rozkład pola w ten sposób, że zmniej- sza natężenie pola w sąsiedztwie anody, a powięk- sza koło katody. Silne pole elektryczne i związa- na z niem jonizacja skupiają się więc w części przerwy iskrowej w pobliżu katody. Wynik tego działania przedstawia się zgruba tak, jak gdyby skuteczna (dla przebiegów jonizacyjnych) przerwa iskrowa malała.

Na podstawie tych wyników możemy rozwa- żyć przebieg wyładowania przy pewnym napięciu na lewej (punkt B) i prawej (punkt A) gałęzi cha- rakterystryki krytycznej (rys. 8). Wyładowanie samodzielne w punkcie B powoduje wskutek dzia- łania ładunku przestrzennego skrócenie skutecznej przerwy iskrowej (przesunięcie na lewo na rys. 8). Wówczas μ spada poniżej 1, wyładowanie słabnie, ładunek przestrzenny znika i następuje powrót do punktu B, w którym panuje więc równowaga trwała.

Wyładowanie w punkcie A daje również ła- dunek przestrzenny, który skraca skuteczną prze- rwę iskrową i przesuwa punkt pracy na lewo do zakresu $\mu > 1$. Wyładowanie wzmagą się więc, punkt pracy przesuwa się coraz dalej na lewo i (przechodząc najpierw przez rosnące wartości μ , później stopniowo malejące do 1) dochodzi do punktu B.

Jeżeli przy wyładowaniu w iskierniku napię- cie zmniejsza się, jeżeli np. zasiliamy iskiernik z kondensatora (rys. 6b), to przejście z prawej ga- łązi charakterystyki (rys. 8) na lewą odbywa się nie wzdłuż prostej poziomej, lecz po pewnej linii opadającej. Proces wyładowania samodzielnego kończy się wówczas po przekroczeniu lewej gałę- zi charakterystyki przy napięciu, które możemy ocenić na kilkaset woltów, a dalsze wyładowanie odbywa się wolniej dzięki pozostałym jeszcze w polu jonom, przez upływy i t. p.

Stanowi to dla naszego układu ważny wzgląd, dotyczący zwierania kondensatora C_1 przez iskiernik I_1 , a zatem również dokładności pomiaru rów- noczesnej wartości u_2 . Musimy ograniczyć się do pomiarów u_2 powyżej pewnej wartości, którą okre- ślimy na 1000 V (przerwa iskrowa około 0,1 mm). Właśnie od tej granicy są podawane zwykle war- tości w tablicach dla iskierników.

(D. n.)

⁶⁾ Rogowski, Arch. f. Elektr. XXV, str. 551.

UZIEMIENIE PRZEWODU ZEROWEGO W URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA.

B. Szapiro.

Przepisy Budowy i Ruchu urządzeń elektrycznych nakazują w wielu wypadkach uziemiać przewód zerowy w wieloprzewodowych urządzeniach. W ostatnich czasach pojawiły się u nas opinie, wyrażające powątpiewanie o celowości tego zarządzenia. — Rozprawka niniejsza uzasadnia użyteczność i celowość uziemienia przewodu zerowego, podaje sposoby wykonania, pomiaru i kontroli uziemień. Stanowi zatem komentarz i uzupełnienie przepisów, zgodne z opinią komisji, która opracowała nowe wydanie Przepisów Budowy i Ruchu.

Istnieją w elektrotechnice zagadnienia, które co kilka — czasami co kilkanaście lat — powracają na forum dyskusji publicznej, chociaż zdawało się, że są już raz nazawsze ostatecznie rozstrzygnięte. Do tego rodzaju zagadnień należą wszystkie niemal sprawy, związane z uziemieniem.

Główna przyczyna rozbieżności poglądów i powracania do kwestyj, zdawałoby się już całkowicie wyjaśnionych, tkwi naturalnie w złożoności i różnorodności zjawisk rozpatrywanych. Przyczyniają się jednak do tego i powody uboczne. Wciąż jeszcze pokutuje zwyczaj traktowania tych zagadnień jakościowo, że tak powiem „uczuciowo”, zamiast poddawania ich analizie matematycznej za pomocą prostego, zdawałoby się, prawa Ohma. Istnieje następnie skłonność wyciągania pośpiesznych wniosków uogólniających na podstawie kilku zaobserwowanych wypadków lub nawet z wypadku pojedynczego. Tymczasem, jak to niejednokrotnie w rozważaniach na te tematy z naciskiem podkreślaliśmy, niema w tej dziedzinie miejsca na uniwersalne środki zaradcze, na szablon. Może się łącno zdarzyć, że środek ochronny, zabezpieczający od porażenia w setkach wypadków, stał się właśnie w poszczególnym wypadku przyczyną porażenia.

Z dziejów zagadnienia.

Pierwsze instalacje oświetlenia elektrycznego za pomocą żarówek zostały wykonane: w Ameryce w kwietniu roku 1880 na okolicy Columbia, w Niemczech zaś w Grudniu roku 1881 na dworcu kolejowym w Strasburgu. Obie instalacje wykonało Towarzystwo Edisonowskie. Wnet potem zaczęły powstawać elektrownie dla oświetlenia poszczególnych budynków, bloku domów, pojedynczych dzielnic miejskich oraz całych miast. Trudno było jednak budować rozległe sieci przy początkowo stosowanym napięciu 100—110 V prądu stałego. To też już po kilku latach pojawia się patent d-ra Hopkinsona na rozprowadzanie prądu systemem trójprzewodowym prądu stałego 2×110 V, przyczem patent nadmienia, że przewód zerowy może być goły założony w ziemi, czyli *uziemiony*. Mniej więcej jednocześnie zostaje system trójprzewodowy wynaleziony przez Edisona.

Około zatem 50 lat temu pojawia się idea uziemienia przewodu zerowego, rychło wcielona w czyn. Rozpoczynają się też wnet dyskusje i spory o zaletach i wadach systemu, trwające wiele lat. Sprzeciwy wychodzą przede wszystkim z kół

towarzystw ubezpieczeń od ognia, niechętnych wszelkim nowościom, oraz od zarządów telefonicznych, obawiających się zakłóceń. W przeciwstawieniu do tej opozycji Hermann Miller (ETZ 1890) gorąco przemawia za uziemieniem przewodu zerowego w ówczesnych urządzeniach 2×110 V, uzasadniając to tem, że przy rozległych sieciach elektrycznych „nawet przy najstarszej izolacji wszystkich części prąd wiodących nie można osiągnąć tego, by wielki opór izolacji względem ziemi został stale utrzymany”. Autor następnie wylicza obszernie wszystkie korzyści uziemienia przewodu zerowego.

W roku 1892 pisze znany podówczas elektryk niemiecki Grawinkel (ETZ, str. 636), że w Ameryce, Anglii i Niemczech istnieją opinie o niebezpieczeństwach, wynikających z zakładania w ziemi gołego przewodu zerowego (eksplozje gazów, zakłócenie komunikacji telefonicznej). Natomiast niektóre stany Ameryki Północnej *nakazują* uziemiać przewód zerowy. Gdy w roku 1893 w Niemczech znowu rozgorzały spory na ten temat, przeprowadzono w Altonie liczne doświadczenia i próby, z których wyprowadzono wniosek, że przy uziemionym przewodzie zerowym dobry stan izolacji w instalacjach domowych da się utrzymać łatwiej, aniżeli przy izolowanym przewodzie zerowym. Zakłócenia telefoniczne są również mniejsze (ETZ 1893, str. 659). Inżynier elektrowni berlińskich komunikuje, że wbrew wszelkim zabiegom istniało stale w sieci berlińskiej zwarcie z ziemią przewodu ujemnego. Wskutek tego, przechodząc na system trójprzewodowy, wzięto przewód ujemny jako uziemiony zerowy, żeby uniknąć zwarcia o podwójnym napięciu (ETZ 1892, str. 637).

Skoro pojawiły się ok. roku 1895 żarówki (początkowo węglowe) na napięciu 220 V, a nadzwyczajny rozrost sieci elektrycznych nakazywał podniesienie napięcia użytkowego do 2×220 V prądu stałego, a następnie do 380/220 V prądu trójfazowego, uziemienie przewodu zerowego stało się w Niemczech, Austrii, Szwajcarii i innych krajach (między innymi w Rosji i u nas) bez dalszych dyskusyj powszechnem już choćby dlatego, że inaczej urządzenia musiałyby być traktowane jako wysokonapięciowe. Znowu minęły lata i gromadziły się nowe doświadczenia. Zwłaszcza raptowny rozrost elektrowni okręgowych w Niemczech na początku stulecia i zwycięskie wkroczenie elektryczności na wieś przy napięciu użytkowym 380/220 V spowodowało szereg porażenia i dało możliwość po-

czynienia licznych obserwacji, które nanowo wysunęły sprawę zarządzeń ochronnych, uziemienia, zerowania i t. d. W roku 1914, przed wybuchem wojny, pojawia się w ETZ obszerny, wyczerpujący i bardzo ciekawy referat w tych sprawach, ale wybuch wojny spowodował, że praca ta nie wywołała dyskusji i pozostała niezauważona. Na tym drobnym odcinku wojna, jak i na wielu stokroć ważniejszych, spowodowała zastój i cofanie się wstecz: spotykamy w roku 1926, t. j. 12 lat później, na łamach ETZ dyskusję, świadczącą o tem, że poprzednie obserwacje i wywody teoretyczne poszły w zapomnienie.

Książka o uziemieniach, która wyszła w Anglii w roku 1932¹⁾, również uważa za konieczne polemizowanie z napotykanym tu i owdzie poglądem o rzekomej wyższości sieci z punktem zerowym nieuziemionym. Francuskie Ministerstwo Pracy wydało w roku 1927 — w porozumieniu z Ministrem Handlu i Przemysłu oraz Komitetem Elektrycznym (Comité d'Electricité) — cyrkularz, nakazujący bezwarunkowe uziemienie punktu lub przewodu zerowego przy napięciu fazowym do 150 V. Przy napięciu fazowym 150—250 V uziemienie nie jest obowiązkowe, lecz tylko zalecane. Temu dziwnemu rozgraniczeniu (wręcz sprzecznemu z zasadami, przyjętymi u nas i gdzieindziej) daje p. Mauduit, dyrektor Instytutu Elektrotechnicznego w Nancy, uzasadnienie bardzo problematyczne, wskazujące pozatem, że główny cel tych uziemień, który, jak zobaczymy, polega na możliwości samoczynnego odłączania od sieci wszelkich uszkodzonych przyborów i maszyn, nie był przez autora wcale brany pod uwagę²⁾. Także i u nas pojawiło się w ostatnich czasach kilka głosów, wyrażających powątpiewanie o użyteczności uziemienia przewodu zerowego.

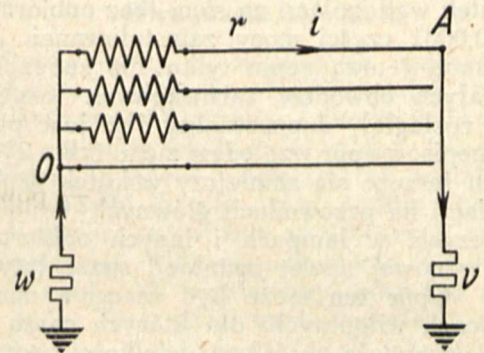
Chociaż zanalizowałem obszernie różne sprawy, związane z uziemieniem, w broszurze p. t. „Uziemienia ochronne w urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia”, wydanej 10 lat temu, postaram się omówić jeszcze raz sprawę uziemienia przewodu zerowego, dołączając wyniki późniejszych doświadczeń i obserwacji i rozpatrując stanowisko naszych przepisów w tej sprawie.

¹⁾ Artificial Earthing for Electrical Installations. By T. C. Gilbert, A. M. I. E. E. London. 1932. Książka poświęcona jest głównie propagandzie systemu ochronnego Heinish-Riedl ze względu na rozpoczętą na większą skalę w Anglii elektryfikację wsi.

²⁾ Pan Mauduit (Revue Gen. de l'El. rok 1929) przyjmuje, że najmniejszy normalny opór ciała ludzkiego wynosi 2000 Ω, a prąd ok. 0,05 A nie jest jeszcze niebezpieczny, wobec czego przy zwykłym stosowaniu we Francji napięciu fazowym 110 V i uziemionym punkcie zerowym przez ciało człowieka, dotykającego gołego przewodu fazowego, przejdzie prąd o natężeniu tylko $110 : 2000 = 0,055$ A. Przy takim rozumowaniu nie należałoby w żadnym razie zalecać uziemienia przy napięciu fazowym ponad 110 V. Widać, że przy wydaniu cyrkularza musiały wchodzić w rachubę inne jakieś motywy. Pozatem założenie autora o najmniejszej wielkości oporu ciała ludzkiego nie jest zgodne z faktem zanotowanych licznych porażek przy napięciu ok. 100 V i mniejszym, z czego musimy wnosić, że opór ciała ludzkiego — od miejsca dotyku do „dobrej ziemi” — może spaść nawet poniżej 1000 Ω.

Znaczenie i cel uziemienia.

Na pierwszy rzut oka przekonywującym wydać się może pogląd o wyższości sieci całkowicie izolowanej nad siecią z uziemionym punktem lub przewodem zerowym. Wszak w sieci niskiego napięcia, doskonale izolowanej od ziemi, można nie tylko dotknąć, lecz nawet objąć całą dłoń przewód, pozostający pod napięciem (biegun lub fazę). Abstrakcyjna, oderwana od praktyki analiza matematyczna może do takiegoż wniosku doprowadzić.



Rys. 1.

Na rys. 1 mamy sieć trójfazową czteroprzewodową. Opór uziemienia punktu zerowego wynosi w , opór jednego z przewodów r . Jeżeli w punkcie A jednej z faz nastąpi połączenie z ziemią (np. przebiecie na linii, w motorze lub uziemionej kuchence elektrycznej) o oporze v (albo jeżeli punktu A dotknie człowiek o oporze względem ziemi v), wówczas przez utworzony obwód przejdzie prąd o natężeniu $i = \frac{U}{r+v+w}$, gdzie U jest napięcie fazowe. (Pomijamy opory indukcyjne, które tu roli nie grają). Przyjmując, że r jest wielkością małą w porównaniu z wielkością $v+w$ czyli $r=0$ (przybliżenie takie nie wpływa w żadnym razie na prawidłowość dalszych wywodów, gdyż, o ileby opór r nie był wielkością dostatecznie małą, można poprostu powiększyć o tę wielkość opór v), otrzymamy wówczas następujące wielkości potencjałów punktu zerowego 0 i punktu A względem ziemi:

$$\text{Pot. } 0 = U \cdot \frac{1}{1 + \frac{v}{w}}; \text{ Pot. } A = U \cdot \frac{1}{1 + \frac{w}{v}}$$

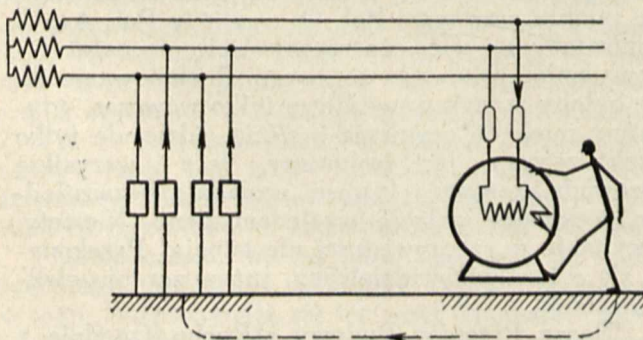
Przy $w = \infty$, t. j. przy idealnie izolowanym punkcie zerowym, $\text{Pot. } 0 = U$ (przy każdej wartości v nie nieskończenie wielkiej) zaś $\text{Pot. } A = 0$, czyli można by bez szkody dotknąć każdej fazy. Natomiast przy $w = 0$, t. j. przy doskonałym uziemieniu punktu zerowego, $\text{Pot. } 0 = 0$, gdy $\text{Pot. } A = U$. Zdawałoby się więc, że rzeczywiście nie należałoby uziemiać przewodu zerowego. Rozumowanie takie byłoby jednak prawidłowe tylko wówczas, gdybyśmy mieli do czynienia z siecią, gdzie nie tylko punkt zerowy jest izolowany, lecz i wszystkie przewody, zerowy i fazowe, posiadają bezwzględnie doskonałą izolację względem ziemi. Niestety, sieci takie w rzeczywistości nie istnieją! Przekonało się o tem, jak widzieliśmy, już w zaraniu elektrotechniki.

Nasze Przepisy Budowy i Ruchu (zgodnie z przepisami niemieckimi i wielu innymi) wymaga-

ją, aby opór izolacji przewodów względem ziemi wynosił przy napięciu fazowym $U = 220$ V najmniej $220\,000 \Omega$, między każdymi dwoma miejscami zabezpieczenia, następującymi po sobie wzdłuż linii, lub poza ostatnim bezpiecznikiem czy automatem. Upływ prądu do ziemi może zatem na każdym takim odcinku wynosić do jednego miliampera (§ 3 p. 13). Przepisy „Union des Syndicats d'Electricité” z roku 1929 (przepisy przyjęte przez „Comité Supérieur de Normalisation” w r. 1930) są nie o wiele ostrzejsze: dopuszczają utratę mocy wskutek wad izolacji na sieci (bez odbiorników) równą $0,0001$ części mocy zainstalowanej. Jeżeli więc mamy w urządzeniu tylko 100 zabezpieczonych małych obwodów żarówkowych (czyli sieć niezbyt rozległą), dopuszczalny już jest p.g. naszych przepisów opór względem ziemi tylko 2200Ω . Opór ten jeszcze się zmniejszy wskutek drobnych wad izolacji na przewodach głównych, tabliczkach rozdzielczych, w lampach i innych odbiornikach i może w nowej nawet instalacji spaść łatwo do 2000Ω . Opór ten może być znacznie mniejszy w miejscach wilgotnych, dla których nasze przepisy nie wymagają określonej wielkości oporu izolacji ze względu na niemożność osiągnięcia w praktyce, a przepisy szwajcarskie wymagają dla każdego obwodu jak wyżej oporu izolacji tylko $50\,000 \Omega$ przy 250 V, czyli przy 100 obwodach opór może już spaść do 500 omów. Opór będzie tem mniejszy, im rozleglejsza jest sieć, większa ilość odbiorników i więcej jest urządzeń w miejscach wilgotnych. Już jednak, przyjmując jak wyżej opór 2000 omów i przypuszczając dla uproszczenia rachunku, że całe połączenie z ziemią skoncentrowane jest na jednej fazie, widzimy, że przez ciało człowieka, któryby dotknął ogołoconej z izolacji drugiej fazy (dotknąłby np. motoru lub przyrządu, w którym nastąpiło przebicie fazy do kad-

luba), przejdzie prąd o natężeniu $i = \frac{230 \sqrt{3}}{2000 + 2000} \approx$

$\approx 0,1$ A, jeżeli przyjmemy, że napięcie fazowe wynosi 230 V, a opór ciała od wilgotnej ręki do „dobrej ziemi” wynosi ok. 2000 omów, t. j. jeszcze względnie jest duży. Takie natężenie prądu jest bezwzględnie zabójcze, a może ono jeszcze wzrosnąć, jeżeli opór ciała będzie mniejszy, niż 2000 omów, co przy niesprzyjających okolicznościach (przemoczone ręce i nogi, mokra przewodząca ziemia lub uziemione masy metalowe) nieraz się zdarza. A jakże często widzimy przy kontroli starych instalacji, że opór izolacji sieci nie tylko jest poniżej oporów przepisowych, lecz nawet spada — najczęściej przy jednej z faz — do kilkudziesięciu zaledwie omów przy sieciach niezbyt rozległych.



Rys. 2.

Obrazowo przedstawiony jest przebieg wypadku we wspomnianej książce angielskiej (rys. 2). W motorze nastąpiło przebicie górnej fazy do kadłuba. Ponieważ każda z pozostałych faz rozgałęzionej sieci posiada miejsca wadliwe o zmniejszonym oporze izolacji względem ziemi, przez ciało człowieka, dotykającego motoru, przechodzi do obu pozostałych faz prąd, który może przy pewnych okolicznościach stać się zabójczym.

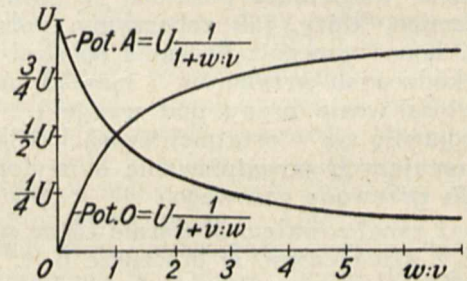
Widzimy zatem, że izolowanie przewodu zerowego nie zapobiega bynajmniej niebezpiecznym napięciom dotyku. Może w wielu wypadkach niebezpieczeństwo dopiero wywołać lub powiększyć. Gdy przy uziemionym punkcie zerowym można przy dotknięciu fazy otrzymać uderzenie o napięciu naogół najwyższej fazowej, to przy izolowanym punkcie zerowym napięcie dotyku może wypaść $\sqrt{3}$ razy większe. A wszak jasne jest, że im wyższe napięcie dotyku, tem większe niebezpieczeństwo. W latach 1921-28 było w Szwecji porażen śmiertelnych na milion mieszkańców

1 przy napięciu prądu zmiennego 110 V,

8 przy napięciu prądu zmiennego 220 V,

czyli podług tego niebezpieczeństwo wzrasta 8-krotnie przy podwojeniu napięcia dotyku³⁾.

Wracając do wyżej podanych wzorów dla wielkości potencjału względem ziemi punktu zerowego i punktu na przewodzie fazowym, wykreśliśmy na rys. 3 krzywe, podające zależność tych



Rys. 3.

potencjałów od stosunku wielkości oporów w i v . Widzimy, że potencjał punktu A jednej z faz, równy napięciu fazowemu U przy uziemionym punkcie zerowym, spada asymptotycznie do zera przy doskonale izolowanym przewodzie zerowym i doskonałej izolacji pozostałych faz. Natomiast potencjał punktu zerowego O, równy zero przy $w = 0$, osiąga wielkość U przy izolowanym punkcie zerowym. Z tego wynika, że, gdy przy izolowanym zerze dotknięcie przewodu fazowego jest — zresztą, jak widzieliśmy, tylko teoretycznie — bezpieczne, niebezpieczeństwo zostaje przeniesione na przewód zerowy i wszystkie pokrywy lub kadłuby przyrządów, z którymi nastąpiło przypadkowe zetknięcie przewodu zerowego. Ponieważ zaś długość przewodu zerowego w instalacji oświetleniowej równa jest sumie długości 3 fazowych przewodów, prawdopodobieństwo mechanicznego uszkodzenia jego izolacji jest dość duże.

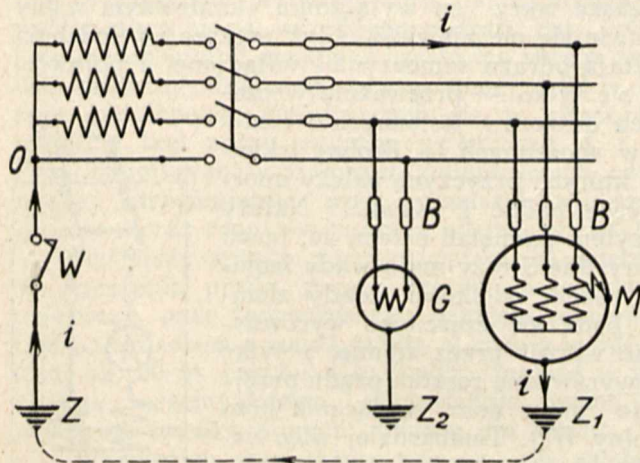
Zaniechanie uziemienia punktu zerowego nie tylko nie wzmagá zatem bezpieczeństwa urządzenia elektrycznego, lecz nieraz, powiększając napięcie dotyku, większe może spowodować niebezpieczeń-

³⁾ „Rural Electrification” by A. and V. Ekstroem. London. 1930.

stwo. Ponadto uziemienie przewodu zerowego w urządzeniach trójfazowych 380/220 V oraz w sieciach prądu stałego 2×220 V jest nakazem bezwzględny, jeżeli przy normalnym stanie urządzeń napięcie względem ziemi nie ma przekraczać 250 V, co stanowi podług naszych przepisów niedozwolony warunek traktowania urządzenia jako instalacji niskiego napięcia, urządzenia zaś o wysokim napięciu podlegają zarówno przy budowie, jak i w ruchu ostrzejszym przepisom.

Wyluszczone motywy — acz dosyć ważne — nie stanowią jeszcze jednak całkowitego uzasadnienia, nie mówią o właściwym celu i znaczeniu, jakie ma uziemienie przewodu zerowego, a które polega na samoczynnym wyłączeniu uszkodzonego odbiornika, a więc unieszkodliwieniu go.

W urządzeniu o izolowanym przewodzie zerowym, jak na rysunku 2, kadłub motoru może tygodnie i miesiące pozostawać pod napięciem, a przebiecie fazy zostanie zauważone dopiero wtedy, gdy ludzie przy dotykaniu kadłuba otrzymywać będą mniej lub więcej groźne uderzenia prądu. Natomiast przy należytej i konsekwentnie przeprowadzonych uziemieniach zarówno punktu zerowego, jak i każdego mogącego stać się niebezpiecznym odbiornika (rys. 4), prąd i , przepływając od



Rys. 4.

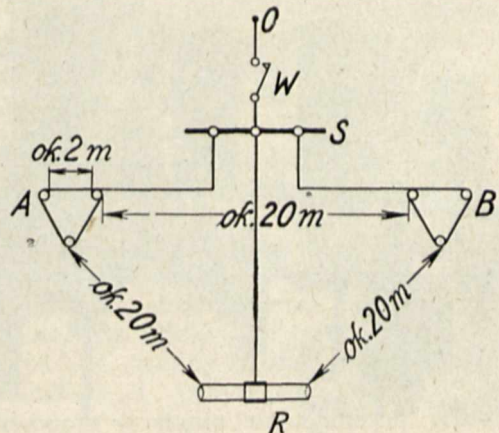
uszkodzonej górnej fazy przez kadłub motoru M i dwie „ziemie” Z_1 i Z_2 do punktu zerowego O transformatora lub prądnicy, powinien spowodować w możliwie najkrótszym czasie stopienie się bezpieczników B (lub wyskoczenie automatu B^4) i tem samym odłączyć od sieci uszkodzony motor. By tak się stało, musimy przede wszystkim wykonać uziemienie Z punktu zerowego o oporze możliwie najmniejszym i o takich rozmiarach, by uziemienie to było w stanie — bez uszkodzenia (wysychania) i bez przerywania obwodu uziemiającego — przepuścić prąd o największym natężeniu, jakie w każdym poszczególnym wypadku zdarzyć się może. Oczywiście zdolność przepuszczania prądu powinna istnieć na przeciąg czasu tych kilku lub kilkunastu sekund, jakie są potrzebne dla

⁴ Z różnych względów (pewność działania, utrudnienie nadużyć i t. d.) należy w miarę możliwości dążyć do wyrugowania bezpieczników, zastępując je samoczynnymi wyłącznikami.

stopienia bezpieczników lub wyłączenia automatu. Tak samo uziemienia Z_1 i Z_2 odbiorników muszą posiadać opór i rozmiary, odpowiednie do natężenia prądu, przy którym topią się bezpieczniki B . O sprawach tych pisałem obszernie we wspomnianej broszurze i w późniejszych publikacjach. Tutaj przytoczę opis wykonania uziemień oraz rezultaty obserwacji i pomiarów, poczynionych w urządzeniach tego rodzaju w ciągu ostatnich lat kilkunastu.

Wykonanie uziemień.

Stosownie do uzasadnionych przezemnie we wspomnianej broszurze i gdzieindziej poglądów uziemiać przewód zerowy tylko w punkcie zerowym O prądnicy lub transformatora. Około 20 tego rodzaju urządzeń uziemiających zostało wykonanych w tym okresie czasu podług niżej opisanego systemu, przeważnie w większych zakładach przemysłowych. Główne uziemienie Z punktu zerowego musi, jak widzieliśmy, posiadać możliwie mały opór. Tam, gdzie istnieje rozległa sieć wodociągowa, — czy to w zakładzie fabrycznym, czy to w mieście, — wykonanie tego rodzaju uziemienia jest nietrudne i niekosztowne. Łączy się punkt zerowy O (np. za pomocą ocynkowanej taśmy żelaznej o przekroju ok. 20×5 mm) z najbliższą znajdującą się w ziemi rurą wodną o większej średnicy (z jedną z głównych gałęzi sieci wodociągowej). Uziemienie to nazywać będziemy „ziemią naturalną” i oznaczymy przez R (rys. 5). Ażeby nie być pozbawionym uziemienia w razie demontażu lub remontu sieci wodociągowej oraz celem umożliwienia dokonywania pomiarów, urządza się jeszcze jedną, dwie lub więcej ziem „sztucznych” w odległości ok. 20 m od ziemi naturalnej. Każda z tych „ziem” składa się z 2, 3 lub więcej rur długości 2—4 m, wbitych w ziemię (użyć można do tego celu starych rur kotłowych, wiertniczych i t. p.). Oznaczać będziemy te ziemie przez A i B . Odległość pomiędzy rurami każdej ziemi należy brać nie mniej, niż ok. 2 m (celem możliwie dobrego wyzyskania ich powierzchni). Główne uziemienie Z tak wykonane, a składające się z 3 równoległe połączonych uziemiaczy A , B i R , posiada zdolność przepuszczania prądów o dużym natężeniu, a opór jego, jak przekonałem się przy wielu dziesiątkach pomiarów, wynosi ok. 0,1 do najwyżej 1 Ω . Silniki lub przyrządy, znajdujące się w miejscach wilgotnych albo w pobliżu rur lub większych

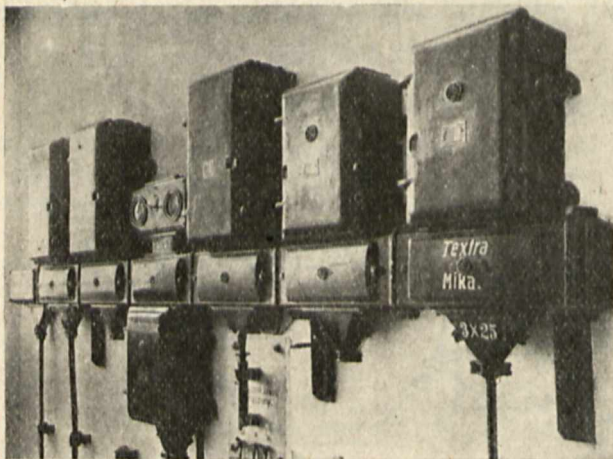


Rys. 5.

mas metalowych i t. p., otrzymają stosownie do naszych Przepisów Budowy i Ruchu (§ 3 p. 11 e, f) uziemienia Z_1 , Z_2 i t. d. przez przyłączenie do najbliższej rury sieci wodociągowej oraz przy obiektach większych i w miarę potrzeby i możliwości przez dodatkowe uziemienia sztuczne, składające się z wbitych w ziemię jednej lub więcej rur. Przy tak urządzonym uziemieniu suma oporów uziemień Z i Z_1 jest tak mała, że zawsze nastąpi samoczynne odłączenie od sieci uszkodzonego silnika lub innego odbiornika, a odbiorniki te nie dadzą się włączyć, póki uszkodzenie nie zostanie usunięte.

Jeżeli przebiecie fazy do kadłuba nie będzie zupełne, t. j. jeżeli nastąpi tylko pewne zmniejszenie oporu izolacji, albo nastąpi wprawdzie całkowite połączenie z kadłubem, lecz nie na początku fazy, a w jakimś miejscu uzwojenia, bliskim punktu zerowego, wówczas może nie nastąpić odłączenie silnika pomimo doskonałości uziemień Z i Z_1 . Ale w takim wypadku kadłub nie będzie jeszcze naogół posiadał niebezpiecznego napięcia względem ziemi, dotknięcie jego nie będzie jeszcze groźne. Każda jednak wada izolacji ma tendencję do wzrostu i musi być czem rychlej usunięta. Poza to najlepsze uziemienie zawiedzie, jeżeli gdziekolwiek nastąpi przerwa w obwodach do niego prowadzących lub zanieczyszczenie albo rozluźnienie kontaktów. Uziemienia więc, jeżeli mają zapewnić bezpieczeństwo i odkrywać kielkujące wady i uszkodzenia, muszą podlegać łatwej i prostej kontroli.

Do tego celu służy w opisywanym systemie wyłącznik drążkowy W rysunku 4 i 5. Wyłącznik ten łączy punkt zerowy z głównym uziemieniem Z . Musi on być oczywiście stale załączony, o czym należy ostrzedz odpowiednim napisem. Wyłącznik ten zostaje na chwilę tylko wyłączany w czasie kontroli. Skoro gdziekolwiek na sieci lub w jakimkolwiek odbiorniku pojawi się choć drobne uszkodzenie izolacji, przez obwód MZ, ZO przejdzie (rys. 4) prąd, a najdrobniejszy prąd da iskierkę przy otwieraniu wyłącznika kontrolnego W . Wyłączając kolejno poszczególne obwody urządzenia, umiejscowimy i znajdziemy uszkodzenie. Mimo chodem nadmieniam, że zwykle stosowane wyłączniki drążkowe posiadają dodatkowe kontakty z miedzi, chroniące od opalenia styki główne. Otóż drobne iskierki na miedzi są niewidoczne. Trzeba więc bądź ocynować kontakty dodatkowe, bądź



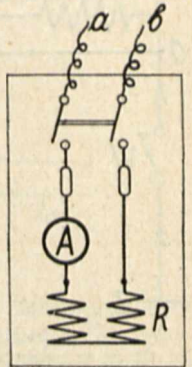
Rys. 6.

zmienić na stalowe, bądź też przy kontroli przykładać do rozwartych kontaktów kawałek stali (np. scyzoryk).

Przy pomocy tych kontrolnych wyłączników wykrywano tak drobne wady izolacji, jak: wilgoć w rurce, pudełku lub ramienniku do lampy zewnętrznej, wilgoć w mufie kablowej, wykruszenie się gumy w przewodniku świecznikowym i t. p. Drobna iskierka ostrzega już o uszkodzeniu nawet tam, gdzie wada izolacji jest tak mała, że potencjał punktu zerowego względem ziemi wynosi zaledwie 1 wolt, a induktor na napięciu 500 V wykazuje jeszcze opór izolacji 1—2 megomów.

Na rys. 6 widzimy fotografię rozdzielnicy żelaznej dla strony niskiego napięcia transformatora o mocy 320 kVA przy 380/220 V. Pośrodku na dole widzimy kontrolny wyłącznik drążkowy z napisem: „Wyłącznik zawsze załączony!”, a u dołu wyłącznika 3 nakrętki skrzydełkowe, które przy mocowane są 3 ziemie A, B i R , odchodzące od wspólnej szyny uziemiającej S , znajdującej się z tyłu marmurowej tablicy wyłącznika. Nakrętki skrzydełkowe ułatwiają oddzielenie pojedynczych uziemień przy pomiarach.

W instalacjach starannie wykonanych i dobrze utrzymywanych (nawet w trudnych warunkach, jakie istnieją w fabrykach chemicznych) większe iskry na wyłączniku kontrolnym nigdy prawie się nie zjawiają, gdyż większe uszkodzenia zostają od razu samoczynnie odłączone, a pojawiają się tylko — przeważnie w czasach deszczów jesiennych i roztopów wiosennych — drobne iskierki, których przyczynę należy uporczywie badać i usuwać. Należy przytem pamiętać o tem, że, jeżeli wszystkie 3 fazy mają wady izolacji różnej wielkości, prądy ziemne będą się częściowo wyrównywać wprost przez ziemię, a tylko niewyrównana resztką prądu przejdzie przez nasz wyłącznik kontrolny W ⁵⁾. Tembardziej więc należy baczenie kontrolować instalację i dbać o jej „czystość”, t. j. brak iskierki na kontrolnym wyłączniku. Ponieważ kontrola jest łatwa, prosta i przejrzysta, przemawia wprost do zmysłów, personel elektryczny chętnie się nią posługuje, choć wynajdywanie miejsc uszkodzonych bywa czasami żmudne.⁶⁾



Rys. 7.

⁵⁾ Gdy nastąpi zwarcie z ziemią gdziekolwiek w sieci na przewodzie zerowym, wówczas tak samo tylko część prądów ziemnych przejdzie przez wyłącznik kontrolny, a pozostała część przejdzie wprost przez ziemię od uszkodzonych faz do miejsca, gdzie istnieje zwarcie z ziemią na przewodzie zerowym. W takim więc również wypadku już drobna iskierka może ostrzedz o znacznych uszkodzeniach izolacji na sieci.

⁶⁾ Zdarzyło mi się raz, że „sprytny” a niesumienny monter, chcąc zaoszczędzić sobie żmudnych poszukiwań źródła drobnych iskierki, które w okresach dużej wilgotności powietrza to zjawiają się, to znowu znikają, połączył w sposób niewidoczny w kilku miejscach dobrze ukrytych przewód zerowy z głównymi uziemieniami, w ten sposób „zbocznikował” na 3 stacjach transformatorowych wyłącz-

Pomiary i kontrola uziemień.

Pomiary wielkości oporów uziemień oraz periodyczna ich kontrola, która jest nieodzowna, wykonywa się również w sposób prosty. Odłączając 2 uziemienia A i R (rys. 5) od wspólnej szyny uziemiającej S , do której przyłączone są wszystkie uziemienia oraz przewód, idący od punktu zerowego 0 , przepuszczamy przez nie prąd z naszej sieci. Natężenie tego prądu możemy regulować za pomocą prowizorycznego opornika wodnego (beczka z zakwaszoną wodą i 2 kawałki blachy jako elektrody). Mierzmy natężenie prądu, przechodzącego przez uziemienia A i R oraz napięcie na zaciskach obu uziemień. Iloraz napięcia i natężenia prądu da nam sumę oporów $A + R$ (albo, ściślej mówiąc, opór ziemi pomiędzy uziemiającymi A i R). W taki sam sposób znajdujemy sumę oporów $B + R$ oraz $A + B$, a z trzech równań znajdujemy wielkość oporów każdego z tych uziemień. Całe główne uziemienie Z składa się z 3 równoległe połączonych oporów A , B i R i opór jego jest zwykle bardzo mały. Należy jednak zaznaczyć, że w samej tej metodzie pomiarów tkwi pewna nieścisłość, zależna już od tego, że pojęciu „opór pojedynczego uziemiającego” nie odpowiada właściwie żadna rzeczywistość fizyczna. A co najważniejsza, w zakładzie przemysłowym lub w mieście z rozgałęzioną siecią wszelkiego rodzaju rur, torów kolejowych i kabli ziemnych często nie sposób znaleźć miejsca, oddalonego przynajmniej o 20 m od mas metalowych, znajdujących się w ziemi, by umieścić tam nasze sztuczne uziemiające A i B . Przy mniejszych wzajemnych odległościach uziemiający otrzymujemy przy pomiarach wielkości oporów nieraz znacznie mniejsze od rzeczywistych.

Ścisłejszy sposób pomiaru polega na mierzeniu natężenia prądu, przechodzącego przez dany uziemiający, oraz jednoczesnego napięcia pomiędzy tym uziemiającym a sondą, wbitą w ziemię w odległości ok. 20 m, chociaż i tu trudno znaleźć w zakładzie przemysłowym odpowiednie, wolne od wpływów prądów silnych, miejsce dla sondy.

Ważniejszą w praktyce rzeczą, niż ścisłość pomiarów, jest stała, powtarzająca się w okresach mniej więcej rocznych, kontrola wszystkich uziemień, zarówno głównego, jak i przy odbiornikach. Prosty przyrząd przenośny dla kontroli uziemień można sobie łatwo sporządzić samemu podług rys. 7. Bierzymy opornik R o oporze np. ok. 23 Ω dla krótkotrwałego prądu ok. 10 A (często znajdujące się w magazynach fabrycznych stare oporniki, dawniej stosowane przy lampach łukowych, doskonale do tego celu się nadają). Opornik ten montuje się wraz z amperomierzem, wyłącznikiem

niki kontrolne i „oczyszcil” instalację od dokuczliwych isker!... Chytry ten manewr został jednak rychło ujawniony: przy periodycznej kontroli głównych uziemień na stacjach transformatorowych zapomocą niżej opisanego przyrządu kontrolnego (rys. 7) okazało się, że, gdy przyłączono przewód a do którejkolwiek z faz, a przewód b do głównego uziemienia, amperomierz przyrządu wykazywał prąd ok. 10 A pomimo, że uziemiający wyłącznik kontrolny W był wyłączony, czyli przewód zerowy był chwilowo nieuziemiony. Z tego wynioskowano, że przewód zerowy jest gdzieś na sieci doskonale uziemiony. Rozpoczęto poszukiwania i odkryto niesumienną machinację montera.

i bezpiecznikami na przenośnej desce. Gdy końce giętkich przewodów a , b przyłączymy do fazy i przewodu zerowego, amperomierz przy napięciu fazowym ok. 230 V wskaże nam ok. 10 A. Gdy po chwili jeden z tych przewodów odejmiemy od przewodu zerowego i przyłączymy do uziemiającego, który chcemy skontrolować, powinniśmy otrzymać mniej więcej to samo natężenie prądu 10 A, jeżeli opór uziemienia odbiornika więcej opór uziemienia głównego są dosyć małe, a wszelkie połączenia uziemiające są w porządku. Gdybyśmy przy kontroli uziemiającego otrzymali np. 9 A zamiast 10, wynikałoby z tego, że opór $Z + Z_1$ wynosi już ok. 2,5 Ω . Prosty ten przyrząd może zatem służyć nie tylko do kontroli, lecz i do przybliżonych orientacyjnych pomiarów wielkości oporów uziemień. Lepiej jest oczywiście sporządzić sobie opornik o oporze ok. 11,5 Ω dla prądu 20 A. Kontrola będzie wówczas ostrzejsza. Przy wykonywaniu pomiarów i kontroli należy baczyć, czy nie mogą wystąpić w pobliżu niebezpieczne „napięcia krokowe” (§ 3 p. 9c) i ostrzedz o tem ludzi obok przechodzących.

Uziemienia w podziemiach kopalni.

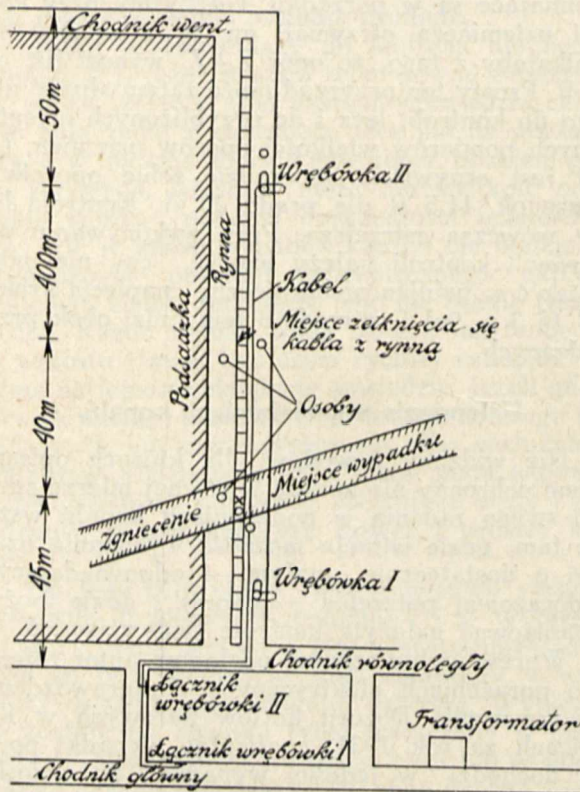
Nie widzimy powodów, dla których opisany system ochronny nie miałby w równej mierze spełniać swego zadania w podziemiach kopalni wszędzie tam, gdzie istnieje możliwość wykonania uziemień o dostatecznie małym — odpowiadającym każdorazowej potrzebie — oporze i gdzie można zorganizować należyłą kontrolę tych uziemień.

Wbrew wyluszczonej pogląd autor referatu o porażeniach elektrycznych w Sprawozdaniu Stowarzyszenia Dozoru kotłów parowych w Katowicach za rok 1931, analizując wypadki porażenia, dochodzi w jednym wypadku do wniosku (Nr. 7), że uziemienie punktu zerowego transformatora kopalnianego, zasilającego wrębówki napięciem 3×220 V, przyczyniło się do spowodowania porażenia, a w drugim wypadku (Nr. 8), gdzie nastąpiły porażenia przy takim samym napięciu, a punkt zerowy nie był uziemiony, referent wypowiada pogląd, że uziemienie punktu zerowego nie zapobiegłoby porażeniu. W tymże duchu wypowiadają się autorzy 2 notatek w „Przebiegach Elek.” w zeszytach 13 i 19 roku 1932. Wnioski te wpływają jednakże li tylko z nieuwzględnienia całego przebiegu zjawisk i wszystkich okoliczności, które staraliśmy się powyżej przedstawić i zanalizować.

W wypadku, opisanym w Sprawozdaniu pod Nr. 7, porażenie kilku osób nastąpiło wskutek umyślnego złośliwego zetknięcia pozostającego pod prądem ogołoczonego przewodu z rynną potrzęsalaną, o którą opierało się kilku robotników (rys. 8). Porażenia nastąpiłyby — ze skutkiem prawdopodobnie jeszcze gorszym — i wówczas, gdyby punkt zerowy transformatora był izolowany.

W warunkach bowiem kopalnianych izolacja dwu pozostałych faz była zła, kable giętkie były zniszczone i, jak podaje Sprawozdanie, w wielu miejscach leżały wprost na węglu i na ziemi, ogołoczone z izolacji; różne łączniki i przyrządy również nie były niezawodnie w stanie nienagannym. Różnica więc potencjałów pomiędzy rynną, która zetknęła się z jedną fazą, a mokrą przewodzącą ziemią kopal-

niana, czyli napięcie dotyku, mogłoby nawet dojść do wielkości pełnego napięcia skojarzonego, czyli w danym wypadku do 220 V, gdy zmierzone po wypadku napięcie pomiędzy rynną a ziemią wynosiło (wskutek uziemienia punktu zerowego) tylko 135 V. Gdyby natomiast punkt zerowy transformatora był należycie uziemiony, t. j. posiadał opór względem ziemi tak mały, by przez obwód, utworzony z tego oporu i oporu chronionych przyrządów (motorów, łączników i t. d.),



Rys. 8.

przechodził w razie przebicia izolacji prąd o natężeniu dostatecznym do natychmiastowego stopienia odnośnych bezpieczników, wypadków porażenia nie byłoby. Ale tylko wówczas, gdyby jednocześnie został spełniony przepis § 3 p. 11f Przepisów Budowy i Ruchu, nakazujący łączyć kadłuby motorów i przyrządów ze znajdującymi się w pobliżu nich — w odległości dosięgu — przedmiotami metalowymi o małym oporze względem ziemi i razem je uziemić. Takim przedmiotem była właśnie rywna, która na długości około 200 m stykała się z ziemią, a posiadała zapewne swój silnik i znajdowała się w pobliżu wrębówek i łączników. Rywna ta posiadała podług Sprawozdania opór 19 Ω względem ziemi. Gdyby więc nawet wrębówka i łączniki były zaopatrzone w zabezpieczenia systemu Heinisch-Riedl, a rywna nie była połączona z korpusem wrębówek lub łączników, porażenia tak samo nastąpiłyby. Główną zatem przyczyną porażenia nie było uziemienie punktu zerowego, lecz nieuziemienie rywny.

W wypadku, opisanym w Sprawozdaniu pod N-rem 8, punkt zerowy nie był uziemiony. Kadłub motoru wrębówki był tym razem połączony z rynną potrząsalną, z pokrywą skrzynki motorowej i ze skrzynią transformatorową, a wszystko razem miało jedno uziemienie. W motorze nastąpiło — widać jeszcze przed wypadkiem — przebicie jednej

fazy do kadłuba, co mogło wcale nie zostać zauważone wobec tego, że punkt zerowy transformatora nie był uziemiony, nie było więc wyżej opisanego kontrolnego wyłącznika, któryby ostrzegł nawet o słabym uszkodzeniu izolacji motoru. Izolacja dwu pozostałych faz była widocznie tym razem przez pewien czas względnie dobra, gdyż widać robotnicy nie odczuwali uderzeń, manipulując przy motorze i rynną. Możliwe też, że wspomniane uziemienie z połączeniami posiadało początkowo bardzo mały opór, wskutek czego potencjał kadłubów motoru, rywny i t. d. względem ziemi był niewielki i nie dawał się odczuwać, chociaż prądy o małym natężeniu przechodziły od kadłuba motoru i połączonych z nim części metalowych do słabych miejsc izolacji pozostałych 2 faz. W momencie jednak, gdy w kablu gumowym nastąpiło zwarcie pomiędzy drugą fazą a żyłą uziemiającą, zaszła katastrofa, która spowodowała śmierć dwóch ludzi. Całe bowiem uziemienie i jego połączenia były wykonane, jak to niestety często bywa, w sposób, że tak powiem, czysto „obrzędowy”: rozchodziło się o to, żeby istniało uziemienie, w zbawienność którego wielu ludzi wierzy, ale nikt widać nie zastanawiał się, jaka jest rola i jaki cel uziemienia, a uziemienie raz wykonane przez nikogo zapewne nie było kontrolowane, a opór jego nie był mierzony. (Przy izolowanym przewodzie zerowym kontrola w czasie ruchu jest zresztą trudniejsza, wymaga zachodów i dużej znajomości rzeczy⁷⁾). Po wypadku okazało się, że opór jedynego wykonanego uziemienia wynosił 6 Ω , czyli był niepomniernie duży dla danych warunków, gdzie motor zabezpieczony był bezpiecznikami 120 A. Następnie okazało się, że połączenie ziemne motoru było przerwane. Wskutek tego potencjał kadłuba motoru do ziemi względnie do rywny mógł dojść do pełnego napięcia skojarzonego 220 V i był w warunkach pracy kopalnianej zabójczy.

Autor opisu zapytuje, czy uziemienie punktu zerowego zapobiegłoby wypadkowi. Na to musimy odpowiedzieć: „Stanowczo tak, gdyby uziemienie było wykonane celowo”. Przedewszystkiem musiałby więc być uziemiony zarówno punkt zerowy transformatora, jak i kadłub motoru, rywna i t. d. w sposób wyżej opisany, t. j. przez przyłączenie do znajdujących się w kopalni „naturalnych” uziemień (rur wodnych, kabli ziemnych i t. p.). Jeżeli bezpieczniki 120 A motoru nie były za duże, suma oporów uziemienia punktu zerowego i uziemienia kadłubów wraz z ich połączeniami musiałaby być tak mała, by przy napięciu fazowym 127 V nastąpiło niezawodne stopienie się bezpieczników, czyli suma tych oporów musiałaby być znacznie mniej-

⁷⁾ Opisany przyrząd kontrolny (rys. 7) może służyć do kontroli izolacji i mierzenia oporów uziemień również przy sieciach całkowicie izolowanych. Przykłada się wówczas przewód *a* kolejno do 3 faz, a przewód *b* do „dobrej” ziemi (np. rury wodociągowej). Kontrolowanie izolacji tych sieci za pomocą mierzenia napięcia 3 faz względem ziemi nie daje żadnych jasnych, praktycznych wyników. Otrzymujemy bowiem równe napięcia 3 faz względem ziemi zarówno wtedy, gdy ich izolacja od ziemi będzie jednakowo doskonała, jak i wówczas, gdy wszystkie 3 fazy będą miały jednakowo małe opory izolacji. Tak samo drobne różnice 3 napięć można otrzymać przy bardzo złym i bardzo dobrym stanie izolacji sieci.

sza, niż 1 Ω . Jeżeli uziemienia o tak małym oporze byłyby nie do osiągnięcia, należało wówczas odpowiednio do § 3 p. 11g Przepisów B. i R. zastosować wyłączniki ochronne systemu He in is ch-Rie d l. Ale i te wyłączniki muszą być jaknajczęściej kontrolowane, muszą być nadto kontrolowane połączenia cewki ochronnej ze wszystkimi chronionymi kadłubami. Pod tym względem nasz kontrolny wyłącznik uziemiający jest pewniejszy i prostszy. Gdyby nastąpiła niepostrzeżenie przerwa w przewodzie uziemiającym motoru, jak podług powyższego opisu to się stało, wyłącznik ochronny systemu He in is ch-Rie d l zowiódłby, gdy tymczasem na naszym wyłączniku kontrolnym pojawiłaby się w każdym razie mniejsza lub większa iskra, ostrzegając o niebezpieczeństwie. Albowiem kadłub motoru, nawet specjalnie nie uziemiony, nie był napewno całkowicie izolowany od ziemi, a więc prąd o niewielkim natężeniu przechodziłby od uziemionego punktu zerowego przez wyłącznik kontrolny do kadłuba motoru o przebitej fazie. Widać z tego, że nawet tam, gdzie nie da się osiągnąć dostatecznie małych oporów uziemień, by spowodować stopienie się bezpieczników i odłączenie uszkodzonych przedmiotów, opisany system uziemienia punktu zerowego z wyłącznikiem kontrolnym może jednak przynieść korzyść i zapobiedz niebezpieczeństwom.

Przepisy Budowy i Ruchu urz. elektr. w podziemiach kopalń z roku 1930 nakazują (§ 8 p. 7), by do przenośnych ręcznych silników elektrycznych nie było stosowane napięcie ponad 125 V, przyczem punkt zerowy transformatora zasilającego ma być uziemiony. Sądzymy, że przepis ten, stosowany do najbardziej niebezpiecznych aparatów elektrycznych, używanych pod ziemią, nie wymaga już po wywodach powyższych dalszych uzasadnień. Pan B. T., kwestjonując w zeszycie 19 „Prze-glądu” słuszność tego zarządzenia Przepisów, powołuje się jeszcze na niebezpieczeństwo nieoczekiwanego wywołania strzałów wskutek przenikania prądów ziemnych do zapalników elektrycznych. Zarzut ten wynika z mylnego poglądu, jakoby przy izolowanym punkcie zerowym nie istniały w rozległych sieciach — zwłaszcza w ciężkich warunkach atmosfery kopalnianej — prądy błądzące. Zarówno powyższe rozważania teoretyczne, jak choćby opis wypadku Nr. 8 wskazują, że dzieje się wręcz przeciwnie, że różnice potencjałów pomiędzy poszczególnymi przedmiotami i punktami mogą być większe przy sieci izolowanej, niż przy uziemionej.

Wnioski.

Na podstawie rozważań powyższych można, sądzimy, sformułować wnioski następujące:

1) W zakładach przemysłowych, kopalniach, hutach i t. p., gdzie istnieją rozległe sieci rur wodociągowych lub inne wielkie masy metalowe, zakopane w ziemi lub do niej dobrze przylegające, i gdzie wskutek tego łatwe jest osiągnięcie uziemienia o dostatecznie małym oporze, zapewniającym samoczynne odłączenie od sieci uszkodzonych odbiorników, najlepszym zabezpieczeniem są celowo i konsekwentnie przeprowadzone i systematycznie kontrolowane uziemienia opisanego systemu. Przewód zerowy uziemiaamy tylko w punkcie zerowym, jak na rysunku 4 i 5. Opor Ω uzie-

mienia głównego musi być możliwie mały, odpowiednio do wielkości źródła prądu, a rozmiary i ilość uziemiaczy muszą być takie, by ich zdolność przepuszczania prądu w ciągu krótkiego czasu odpowiadała prądowi, który przy największych uszkodzeniach może się pojawić na chronionej stacji transformatorowej lub prądnicy^{*)}. Każdy odbiornik, wymagający ochrony od niebezpiecznych napięć dotyku, t. j. znajdujący się w miejscach wilgotnych lub w pobliżu rur, mas metalowych i t. p., musi być również uziemiony przez pewne i trwałe przyłączenie do sąsiedniej rury wodnej z ew. dodaniem uziemiacza sztucznego. Suma oporów uziemienia głównego oraz uziemienia odbiornika wraz z oporem jego odnośnego przewodu zasilającego musi być taka, by w razie przebicia fazy w odbiorniku zostały stopione jego bezpieczniki lub wyłączony samoczynny wyłącznik.

2) W miastach z siecią rur wodociągowych należy w zasadzie zastosować ten sam system. O ile miasto ma zamkniętą sieć wtórną, zasilaną przez kilka stacji transformatorowych, należy dla pewności (dla zabezpieczenia się na wypadek przerwy w przewodzie zerowym) uziemiać punkty zerowe wszystkich stacji i dać w każdej wyłącznik kontrolny. Wówczas trzeba oczywiście w czasie kontroli izolacji sieci wyłączyć wszystkie wyłączniki kontrolne prócz jednego. Przewody uziemiające dla odbiorników w poszczególnych domach należy przyłączać do rur wodociągowych przed wodomierzami domowymi, albo też okrążyć wodomierz przewodem zwierającym; o ile zaś rury wodociągowe nie są ołowiane, lutowane, lecz żelazne skręcane, należy prowadzić wprost od wodomierza przewód uziemiający do uziemianych odbiorników. Jednakże uziemienia, rozrzucone po całym mieście w lokalach prywatnych, nie mogą podlegać takiej ciągłej kontroli jak w zakładzie przemysłowym, ani będą należycie konserwowane, elektrownie zaś przy najlepszych nawet chęciach nie będą mogły odkryć i dość szybko usunąć powstających braków izolacji w instalacjach prywatnych. Należy więc poza naszym systemem uziemienia, który w każdym razie okaże duże usługi, zalecić dodatkowo stosowanie w miejscach szczególnie niebezpiecznych łączników ochronnych systemu He in is ch-Rie d l lub innych środków zaradczych.

3) Tam, gdzie niema sieci rur wodociągowych i gdzie nie można bez nadmiernych kosztów urządzić uziemień o wymaganej w każdym wypadku małej wielkości oporów, musimy się uciekać do innych zarządzeń ochronnych. Gdy stosujemy łączniki ochronne, należy brać pod uwagę zastrzeżenia, podane w rozprawce autora p. t. „Zarządzenia, chroniące od niebezpiecznych napięć dotyku”. Trzeba też pamiętać, że wskazany na rysunku 4 tej rozprawki przełącznik P łącznika ochronnego pozwala z łatwością skontrolować, czy wyłącznik automatyczny dobrze działa i czy niema przerwy w cewce ochronnej i jej uziemieniu, nie

^{*)} O ile transformator zasilany jest przez rozległą sieć wysokiego napięcia, należy uwzględnić i prąd pojemnościowy tej sieci, który w razie przebicia pomiędzy uzwojeniem wysokiego i niskiego napięcia znajduje sobie drogę do ziemi przez główne uziemienie. Przy zwykłych warunkach można pominąć prąd pojemnościowy.

zwalnia jednak od kontroli, czy połączenie tego przełącznika z korpusami chronionych odbiorników nie jest gdziekolwiek przerwane. Niestety, istotna kontrola wszystkich tych połączeń często wcale nie istnieje. Systematycznie przeprowadzone uziemienia mogą więc być użyteczne — przynajmniej jako ochrona dodatkowa — nawet tam, gdzie nie da się zapewnić przez nie samoczynnego wyłączenia uszkodzonych odbiorników. Zresztą za pomocą należycie wykonanego systemu sztucznych uziemień można w wielu wypadkach osiągnąć bez wielkich kosztów opory uziemiaczy o wielkości 1—3 omy. Jeżeli zaś suma oporów uziemienia głównego oraz uziemienia jakiegos niewielkiego odbiornika wyniesie np. 6 Ω , wystarczające to będzie przy napięciu fazowym 230 V dla ochrony odbiornika, pobierającego prąd o natężeniu do 20 A. Poza to, jak wykazałem we wspomnianej rozprawce, działanie łączników ochronnych systemu Heinsch-Riedl jest również bardziej niezawodne przy uziemionym punkcie zerowym.

Staraliśmy się wszechstronnie oświetlić sprawę uziemienia przewodu zerowego, nie zadawałnając się ogólnymi rozważaniami teoretycznymi, drobiazgowo rozpatrując nadto poszczególne wypadki i możliwości. Trzeba bowiem wglębić się, „wgrzyźć” w sprawę, związane z uziemieniem, by nie błądzić po omacku, nie wydawać powierzchownych sądów, nie popełniać błędów, za które płaci się niekiedy życiem ludzkim. A w dziedzinie uziemień fałszywe sądy i błędne kroki aż nadto często się spotykają. Nie tylko u nas. Znacomity fizyk angielski Elihu Thomson już w roku 1885 pierwszy zalecał uziemienie części metalowych jako środek, chroniący od napięć dotyku, a tymczasem jeszcze w 30 lat potem w tej samej Anglii — zresztą i gdzieindziej — wstawiano oporniki w przewody uziemiające! W swoim zaś referacie za rok 1930 pisze angielski Inspektor elektryczny (Senior Electrical Inspector of Factories): „Prawdziwego sensu wyrazu „uziemiony” zdaje się wielu inżynierów nie rozumie”...

Z ORZECZNICTWA SĄDU NAJWYŻSZEGO.

W sprawie Elektrowni w Częstochowie z Antonim G. o 2350 zł.

Orzeczenie z dnia 2 marca 1932 r. Przewodniczący: Sędzia B. Wermiński (referent). Sędziowie: A. Stanisławski. W. Świecicki. Prokurator: J. T. Steuermark. (Akta S. N. I. C. 2214/31 r.).

Sąd Najwyższy rozpoznawał skargę kasacyjną adwokata Włodzimierza Winnickiego, pełnomocnika Elektrowni w Częstochowie na wyrok Sądu Apelacyjnego w Warszawie z dnia 4 maja 1931 roku w sprawie z Antonim G. o 2350 zł.

Po wysłuchaniu sprawowania sędziego-referenta, głosów rzeczników stron oraz wniosków Prokuratora,

z w a ż y w s z y:

1) że zarzut obrazy art. 366, 507 i n., 515 i n. oraz 711 U. P. C. przez ustalenie długości kabla, pozostające w sprzeczności z aktami, nie może być uwzględniony; jak wynika z ustaleń wyroku, powód stwierdził w skardze powodowej, że kabel został przeprowadzony przez stanowiącą jego własność ulicę Przechodnią, co też przy oględzinach było stwierdzone, przez wykopanie trzech dołów wzdłuż ulicy Przechodniej na całej jej długości, graniczącej z posesją powoda; przy obliczeniu odszkodowania biegli przyjęli długość kabla pod ulicą Przechodnią na 140 m, podczas oględzin skarżąca nie żądała wyjaśnienia długości kabla, w dalszym zaś ciągu postępowania przyjętej przez biegłych długości kabla nie kwestjonowała, aczkolwiek powód domagał się w apelacji odszkodowania za kabel w wysokości, ustalonej przez biegłych; w tym stanie rzeczy Sąd Apelacyjny miał podstawę do określenia długości kabla na 140 m, uznając okoliczność tę za będącą poza sporem;

2) że bezzasadny jest zarzut rzekomej zmiany przez Sąd Apelacyjny podstawy powództwa; jak wynika z wyroku, powód żądał zasądzenia od skarżącej spółki sumy 1 000 zł. rocznie za korzystanie z jego gruntu, powołując się na ustawę elektryczną z dn. 21 marca 1922 r. (Dz. U. poz.

277), co świadczy, iż powód miał na względzie odszkodowanie, mógł przeto Sąd Apelacyjny nie nadawać znaczenia użytemu w skardze powodowej wystowieniu się powoda, „tenuta dzierzawna”, zwłaszcza, iż podczas dalszego postępowania mowa była tylko o odszkodowaniu, wysokość zaś odszkodowania Sąd Apelacyjny określił stosownie do opinii biegłych, uznając normę 3 zł. za metr za umiarkowaną; wniosek ten, jako dotyczący meritum sprawy, uchyla się z pod kontroli kasacyjnej;

3) że niesłuszne są zarzuty błędnej wykładni art. 8 ustawy elektrycznej, w myśl bowiem wyraźnego brzmienia tego przepisu zakłady elektryczne, działające na mocy uprawnienia, jak to zachodzi w danym przypadku, mogą korzystać z cudzych gruntów dla prowadzenia przewodów nad lub pod ziemią tylko za odszkodowaniem, bez względu na to, czy właściciel gruntu ponosi w rzeczywistości straty czy nie, przytaczane zaś w skardze rozróżnienie odszkodowania od wynagrodzenia nie znajduje oparcia w powołanym przepisie, który terminów tych używa naprzemian;

4) że wywody skargi, iż powołany art. 8 ma na względzie „posiadłości” prywatne lub ogrody, pola etc., nie zaś ulice, przeznaczone do użytku publicznego, są zupełnie dowolne, przepis bowiem powyższy nie zawiera żadnego określenia terminu „posiadłości”, skoro zaś Sąd ustalił, iż ul. Przechodnia stanowi własność powoda, okoliczność, iż z ulicy tej korzystają miejscowi mieszkańcy, nie dowodzi, iż jest to droga publiczna w rozumieniu powołanego art. 8, w myśl bowiem art. 66 rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z dn. 16 lutego 1928 r. o prawie budowlanem (D. U. poz. 202) ulice, urządzone na koszt właściciela gruntu, dopiero po przejęciu przez gminę przekazywane są na własność gminy (art. 64—66), wywody przeto skargi, iż powód mógłby żądać wynagrodzenia od Magistratu m. Częstochowy, są bezpodstawne, a w związku z tem upadają zarzuty obrazy art. 544 K. C. oraz powołanego rozporządzenia poz. 202.

z tych zasad Sąd Najwyższy skargę kasacyjną oddala.

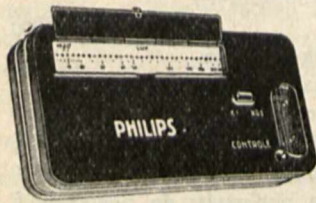
GOSPODARKA ŚWIETLNA.

Nowoczesne luksomierze.

(Ciąg dalszy).

Luksomierz i-my Philips.

Luksomierz wraz ze schematem części składowych jest przedstawiony na rys. 1 i 2. W jego wnętrzu znajduje się podłużna komora świetlna, posiadająca jedną ze ścian skośną, która nadaje komorze kształt wydłużonego ostrosłupa. Wnętrze komory jest utrzymane w kolorze białym matowym. U szerszego jego końca znajduje się żarówka luksomierza. Górna powierzchnia komory świetlnej jest wykonana z grubego nieprzeźrystego papieru kartonowego, zaopatrzonego w szereg otworów, nakrytych od spodu cienką bibułką z papieru jedwabistego, doskonale przepuszczającego i rozpraszającego światło. Otwory te są oświetlone od spodu żarówką luksomierza. Na zasadzie znanego prawa, a mianowicie $E = I \frac{\cos \alpha}{r^2}$, otwory położone bliżej żarówki są oświetlone odpowiednio silniej, niż otwory dalsze. Dzięki temu przeprowadzający pomiar widzi tu szereg otworów, oświetlonych z coraz to mniejszą jasnością. Przy odpowiednio dobranej skali jasność pewnego otworu będzie się równać jasności zewnętrznej powierzchni papieru, w którym wycięte są te otwory. W rzeczywistości porównuje się odpowiednio jaskrawości, a nie jasności, a pomiar sprowadza się do wynalezienia na skali tego otworu, który nie daje żadnego kontrastu ze swoim najbliższym otoczeniem. Po ustaleniu tego otworu (okienka) odczytujemy jasność, podaną obok w luksach międzynarodowych.



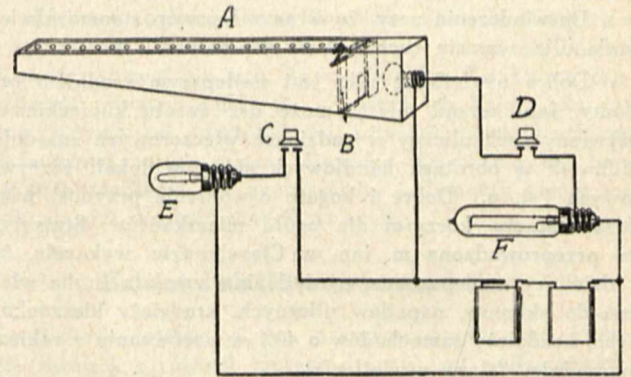
Rys. 1.

Zakres skali luksomierza wynosi od 12 do 500 lx. Dla uniknięcia różnic w kolorze światła mierzonego i porównawczego (od żarówki luksomierza), przed żarówką luksomierza znajduje się płytka ze szkła o zabarwieniu niebieskim. Dla pomiaru mniejszych jasności, np. w zakresie od 1,2 do 50 lx, ustawia się na drodze promieni świetlnych żarówki odpowiednią przesłonę, pochłaniającą 90% światła, dzięki której okienka pomiarowe będą oświetlone z jasnością dziesięciokrotnie mniejszą, niż poprzednio. Zmiany zakresu skali luksomierza dokonuje się przez przesunięcie specjalnej gałki do położenia, oznaczonego znakiem $\times 0,1$. Tak więc całkowity zakres skali luksomierza obejmuje jasności od 1,2 do 500 lx, czyli jasności, z jakimi mamy do czynienia np. w biurach, szkołach, fabrykach i t. p.

Żarówka luksomierza czerpie prąd z dwóch baterijek kieszonkowych, połączonych w szereg. W obwodzie jej prądu żarzenia leży poza czerwonym przyciskiem jeszcze dodatkowo specjalna lampka, regulująca natężenie prądu, płynącego przez żarówkę, które w czasie normalnego używania baterijek powinno być praktycznie niezależne od napięcia baterijek. Lampka ta, prosta w swojej konstrukcji, zastępuje w zupełności woltomierz z opornikiem. Dzięki niej obsługujący aparat nie potrzebuje manipulować żadnym opornikiem; wystarczy nacisnąć (czerwony) przycisk przyrządu, aby pomiar można było wykonać.

Dla zbadania świeżości baterijek (ich napięcia) równoległe do głównego obwodu dołączony jest jeszcze drugi obwód, na który składa się poza baterijkami lampka kon-

trolna oraz przycisk (czarny). Lampka kontrolna jest tak zbudowana, że po naciśnięciu czarnego przycisku żarzy się ona słabym światłem czerwonym, które widać w otworze kontrolnym na zewnętrznej powierzchni luksomierza dopóty, dopóki obie baterijki, połączone w szereg, dają jeszcze wystarczająco duże napięcie.

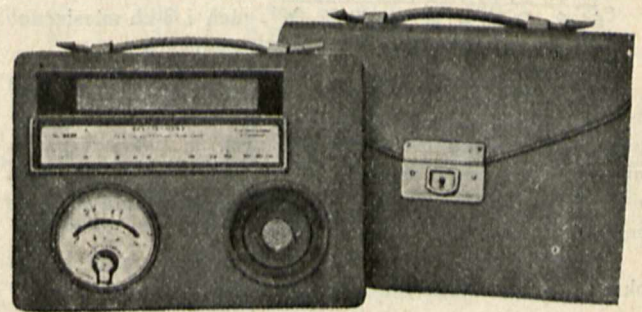


Rys. 2.

A—podziałka z otworami, B—szkło niebieskie, C—przycisk kontrolny, D—przycisk czerwony, E—lampka kontrolna, F—lampka regulująca.

Luksomierz i-my „Compagnie des Lampes“.

jest wyrabiany także przez wiedeńską firmę Watt pg. patentu G. E. C. i przypomina z zewnętrznego wyglądu luksomierz Philipsa, jest od niego jednak nieco większy (15 cm \times 20 cm \times 4 cm) i posiada zamiast lampki, regulującej natężenie prądu, woltomierz syst. Deprez d'Arsonvala oraz opornik pokrętny. Ekran z otworami (podobny do ekranu w luksomierzu Philipsa) posiada skalę od 15 do 500 lx. Zakres skali luksomierza zmienia się przez pokręcanie gałki opornika, przyczem napięcie na żarówce odczytuje się na woltomierzu, wycechowanym w odpowiednich cyfrach nastawczych. W ten sposób łatwo otrzymać skale od 0,15 do 5 lx, 1,5 do 50 lx, 15 do 500 lx i 500 do 1000 lx.



Rys. 3.

Oba opisane luksomierze stanowią typowe przyrządy, zbudowane specjalnie dla łatwego pomiaru jasności i nie wymagają wiadomości fachowych z dziedziny fotometrii. Dokładność pomiaru — około 10%.

Oświetlenie ulic w świetle faktów amerykańskich.

Jak w innych krajach, tak i w Stanach Zjednoczonych kryzys gospodarczy zmusił władze komunalne do dokładnego zbadania kosztów oświetlenia ulic, w celu przeprowadzenia ewentualnych oszczędności w tej dziedzinie.

Tę analizę kosztów opublikowano w styczniowym biuletynie N. E. L. A. (Związek Elektryków U. S. A.).

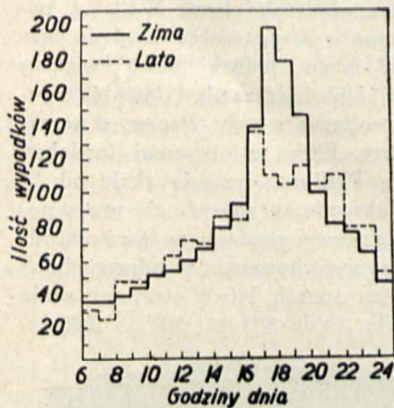
Autor tej pracy wychodzi z założenia, że jakkolwiek budżet na oświetlenie ulic stanowi tylko mały ułamek ogólnego budżetu miasta, to jednak należy tej pozycji poświęcić uwagę większą, niż dotychczas. Autor stwierdza, że w ostatnim 20-letnim okresie rozchody miasta wzrosły w trójnasób. Ilość zmotoryzowanych środków komunikacyjnych o dużej szybkości poruszania się wzrosła o tysiące procentów, podczas gdy wydatki na oświetlenie ulic podniosły się zaledwie tylko o 50%.

Doświadczenie uczy, że wraz z lepszym stanem oświetlenia ulic wzrasta ruch kołowy i pieszy.

Dobre oświetlenie ulic jest najlepszym środkiem reklamy, jaki zarząd miasta może dać światu kupieckiemu. Ożywiony ruch uliczny w godzinach wieczorowych znajduje oddźwięk w obrotach handlowych sklepów, lokali rozrywkowych i t. p. Dobre i bogate oświetlenie przynosi więc niezaprzeczone korzyści dla ogółu mieszkańców. Statystyka, przeprowadzona m. inn. w Clevelandzie, wykazała, że w dzielnicy z ulepszonym oświetleniem zmalała liczba włamań do sklepów, napadów ulicznych, kradzieży kieszonkowych, kradzieży samochodów o 40% w porównaniu z rokiem poprzednim (stare oświetlenie).

Dobre oświetlenie jest zwłaszcza tam niezbędne, gdzie władze nie rozporządzają większą ilością służby bezpieczeństwa, w myśl znanej zasady, że jedna lampa uliczna zastępuje dobrego policjanta.

Jeżeli chodzi o zapobieganie nieszczęśliwym wypadkom, to wpływ dobrego oświetlenia jest olbrzymi. Podany



obok rysunek przedstawia liczbę nieszczęśliwych wypadków ulicznych w czterech Stanach Am. P., a mianowicie: Nowym Yorku, Pensylwanii, Nowej Karolinie i Kalifornii *). Wykres dotyczy wypadków, które miały miejsce w różnych godzinach dnia w 3-ch miesiącach letnich i 3-ch miesiącach zimowych.

Departament handlowy Stan. Zjednoczonych zestawiał koszty, związane z pokryciem strat, wynikłych wskutek nieszczęśliwych wypadków ulicznych. I tak na jeden wypadek śmiertelny przypada przeszło 40 wypadków, połączonych ze stratą materialną, z których połowa pociągnęła za sobą obrażenia cielesne.

Departament ten ocenił w następujący sposób koszty pokrycia strat, wynikłych z wypadków:

za wypadek śmiertelny	5000 dol.
za obrażenia cielesne, przeciętnie	175 dol.
za szkody materialne, poniesione wskutek wypadku	50 dol.

Z analizy tej widać, że koszty te są bardzo duże i że możnaby ich częściowo uniknąć przy ulepszeniu oświetlenia ulicznego.

Zestawienie podane niżej jest opracowane na podstawie statystyki, przeprowadzonej we wszystkich miastach Am. P., i zawiera liczbowe zestawienie całkowitych kosztów,

*) Statystyka ta jest zaczerpnięta z listopadowego biuletynu T-wa Ubezpieczeń „Travellers-Insurance Co” z r. 1931.

wynikłych z powodu wypadków ulicznych. Liczby te pochodzą z poważnych wiarygodnych źródeł, a gdy nie można było oprzeć się na ścisłych danych, liczby podano rozmyślnie raczej zbyt małe. Z zestawienia wyraźnie widać, że wskutek niedostatecznego oświetlenia gmina płaci tytułem pokrycia strat, wynikłych z nieszczęśliwych wypadków ulicznych prawie dokładnie tyle, ile kosztuje instalacja i eksploatacja oświetlenia.

Autor tych obliczeń zaznacza, że w cyfry dały się ująć jedynie straty materialne.

Ogólne straty materialne, powstałe wskutek nieszczęśliwych wypadków na szosach i ulicach (dane za r. 1931) dol. 900 000 000

Straty materialne, powstałe wskutek wszystkich nieszczęśliwych wypadków na ulicach miast (według zdania Wydziału Bezpieczeństwa Narodowego połowa wszystkich nieszczęśliwych wypadków pochodzi z miast) dol. 450 000 000

Straty materialne wskutek wszystkich nieszczęśliwych wypadków, powstałych w porze nocnej w miastach dol. 180 000 000
(Analiza pod tytułem „Gorzej, niż za czasów wojny”, przeprowadzona przez Tow. Ubezp. „Travellers Insurance Co”, wykazuje, że około 40% wypadków w miastach dzieje się w porze nocnej).

Straty materialne, powstałe wskutek nieszczęśliwych wypadków, spowodowanych niedostatecznym oświetleniem dol. 60 000 000
(Analiza nieszczęśliwych wypadków wykazuje, że 1/3 wypadków w nocy należy przypisać niedostatecznemu oświetleniu).

Obecny łączny koszt oświetlenia wszystkich miast wynosi w przybliżeniu dol. 65 000 000

Źródła informacyjne, które posłużyły do powyższych badań:

a) stosunek procentowy nieszczęśliwych wypadków wzrasta po nastaniu zmierzchu („Bezpieczeństwo Publiczne” Sierpień, 1930 r.).

b) „Worse than War” (Gorzej, niż podczas wojny), opublikowane przez Tow. Ubezp. „Travellers Insurance Co” Styczeń, 1931 r.

c) „Street Lighting and Traffic Accidents” (Oświetlenie ulic i nieszczęśliwe wypadki).

d) „How Street Lighting Reduces Traffic Dangers” (W jaki sposób oświetlenie zmniejsza niebezpieczeństwo nieszczęśliwych wypadków na ulicy?) „Literary Digest”. Sierpień, 1931 r.

Lighting Development, 1932 r.

Jednostka jaskrawości a postać

Jaskrawość źródła światła lub przedmiotu oświetlonego jest jednym z głównych czynników, wpływających na proces widzenia. Obraz przedmiotu widzianego, powstały na siatkówce oka, jest złożony z dużej liczby punktów obok siebie położonych, o różnej jaskrawości, odpowiadających jaskrawościom poszczególnych elementów przedmiotu oglądanego. Podług definicji jaskrawość stanowi wielkość światłości, wypromieniowaną prostopadle przez powierzchnię jednostkową, i wyraża się liczbą świec na cm². Jednostką jej jest jaskrawość, wynosząca 1 świecę na cm². Odpowiada ona najzupełniej potrzebom i warunkom, z jakimi spotykamy się przy fotometrowaniu sztucznych źródeł światła.

Trudniejsza jest sprawa, gdy zachodzi potrzeba określenia jaskrawości oświetlonego przedmiotu. Jednostką św/cm² jest tym razem zbyt wielka, Jaskrawość oświetlonej powierzchni zależy, jak wiadomo, od jasności oświetlenia

oraz od współczynnika odbicia światła. Dla powierzchni idealnie odbijającej (sp. odbicia = 100%) i rozpraszającej światło łatwo jest znaleźć zależność matematyczną pomiędzy jasnością i jaskrawością. Zależność tę wyrażamy wzorem:

$$B = \frac{1}{\pi} \cdot \rho \cdot E \cdot 10^{-4} \text{ (św/cm}^2\text{)}$$

gdzie B oznacza jaskrawość,

ρ „ współczynnik odbicia światła,
E „ jasność oświetlenia.

Ponieważ jasność określa się innymi wielkościami, aniżeli jaskrawość, przeto „Deutsche Beleuchtungstechnische - Gesellschaft“ w Niemczech wprowadziła w tę zależność nową wielkość pomocniczą, a mianowicie t. zw. „apostilb“ (skrót „asb“), przyczem

$$1 \text{ apostilb} = \frac{10^{-4}}{\pi} \text{ (świec na cm}^2\text{)}.$$

Tak więc powierzchnia idealnie rozpraszająca światło ma jaskrawość 1 apostilba, gdy jest oświetlona z jasnością 1 luksa, a posiada współczynnik odbicia światła równy 100%. Nowa pomocnicza jednostka „apostilb“ niczem nie różni się od używanej już dawniej w literaturze niemieckiej wielkości t. zw. „luksa na białem“. Obie one wyrażają się w świecach/cm².

Apostilb pozwala na wygodne i łatwe przeliczanie jasności na jaskrawość i odwrotnie. Tak np. biały papier o sp. odbicia 70%, oświetlony z jasnością 100 lx, będzie mieć jaskrawość równą $0,7 \cdot 100 = 70$ asb. Powierzchnia stołu, rozpraszająca dobrze światło o sp. odbicia 40%, na której wykonuje się precyzyjne prace, powinna (według wykresu K ö n i g a) mieć jaskrawość około 200 asb. Jaskrawość taką otrzymamy, gdy powierzchnię tę oświetlimy z jasnością równą $\frac{200}{0,4} = 500$ lx. Nowa jednostka jest względnie mała i odpowiada doskonale zakresowi jaskrawości przedmiotów oświetlonych.

Co to jest efekt Ramana?

Stwierdzono niejednokrotnie podczas doświadczeń laboratoryjnych, że wiązka światła jednorodnego (monochromatycznego), padająca na powierzchnię przepuszczającą lub odbijającą oraz rozpraszającą światło, po odbiciu lub przejściu przez nią wykazuje widmo światła o innej długości fali.

Uczony hinduski prof. Chandrasakara Raman z Kalkuty, który badał to zjawisko, zastosował do niego teorię kwantów Plancka, w myśl której energia promienista, niejako podobnie do ziarnistej budowy materji, składa się z pewnych niezmiernie małych elementów, t. zw. kwantów energii, w zastosowaniu do energii promienistej, zwanych fotonami. Dla fal świetlnych, widocznych dla oka ludzkiego, których długość leży w granicach od ok. 0,4 do 0,8 μ , fale krótkie, a więc fioletowe i niebieskie, mają fotony o największym zasobie energii, podczas gdy fale dłuższe, jak: zielone, żółte i czerwone — posiadają stopniowo coraz to słabsze fotony.

Prof. Raman stwierdził, że światło, które zostało rozproszone wskutek przejścia przez molekuly jakiegoś ośrodka, traci w pewnych wypadkach część swojej energii, część fotonów, wskutek czego maleje również częstotliwość drgań światła. To zmniejszenie częstotliwości pociąga w konsekwencji wzrost długości fali światła, tak że np. wiązka promieni jednorodnych niebieskich, padająca na powierzchnię wody, po odbiciu się i rozproszeniu nie daje światła niebieskiego, lecz zielone, światło żółte — daje czerwone i t. p. Ta zaś część fotonów, którą straciła wiązka światła,

padająca na daną powierzchnię, przechodzi do molekuł tego nowego ośrodka (którego granicę stanowi dana powierzchnia, w naszym wypadku przechodzi do wody), gdzie przeobraża się w energję tego nowego ośrodka. Podobne zjawiska zachodzą także w przyrodzie. Duże ilości energii, udzielane przez promienie słoneczne morzom południowym, powodują zabarwienie czerwonawe, lśniąco-zielone i t. p. W świetle tych faktów, nazwy mórz, pochodzące od barwy ich wody, np. morze Czerwone, morze Czarne, mają nie tylko znaczenie geograficzne, lecz mieści się w nich znamię zjawisk fizycznych, zachodzących na kuli ziemskiej.

Błędem byłoby identyfikowanie zjawisk Ramana z zjawiskiem fluorescencji. Zjawiska te różnią się bardzo od siebie, szczególnie tem, że w zjawisku Ramana częstotliwość promieni odbitych, a więc i ich kolor, jest zależna jedynie od częstotliwości promieni, padających na powierzchnię rozpraszającą. Zjawisko Ramana ma bardzo duże znaczenie dla nauki ścisłej i tłumaczy szereg innych zjawisk energetyczno-fizycznych.

Barwa światła a moc żarówki.

Badania fotometryczne, przeprowadzone nad szeregiem żarówek o różnych mocach z drucikiem wolframowym, napełnionych gazem, wykazały, że wraz ze wzrostem mocy żarówki zmienia się jej barwa światła z czerwonej na bardziej niebieską. Zjawisko to tłumaczy się tem, że żarówka o większej mocy ma drucik stosunkowo silniej rozżarzony, niż słabsza żarówka, a więc i większą sprawność świetlną wyrażoną w lumenach na wat. Z nauki o promieniowaniu wiadomo, że ze wzrostem temperatury intensywność fal krótkich rośnie prędzej, niż fal długich.

Załączona tabela przedstawia tę zmianę barwy światła.

Moc żarówki	Sprawność żarówki	Promienie fioletowo-niebieskie 4000—4950 Å	Promienie zielone 4950—5650 Å	Promienie żółte 5650—5950 Å	Promienie pomarańczowo-czerwone 5950—7200 Å
watów	lm/W	%	%	%	%
10	7,7	1,70	37,0	27,8	33,5
15	8,8	1,80	37,5	27,7	33,0
25	9,7	1,85	38,0	27,5	32,5
40	10,3	1,90	38,0	27,5	32,5
60	11,5	2,25	40,0	27,0	30,0
100	13,6	2,30	40,5	27,0	29,5
200	16,7	2,50	41,0	27,0	28,5
500	19,3	2,60	42,0	26,6	28
1000	20,2	2,70	42,0	26,5	28

Długość fal świetlnych jest wyrażona w Angströmach, 1 Angström (Å) jest równy 10^{-7} mm.

Żarówki napełnione gazem jako wzorce fotometryczne.

Wzorce fotometryczne zostały ustalone w r. 1909 drogą porozumienia między laboratorjami Francji, Anglii i Ameryki. W wyniku tego we wszystkich prawie krajach przyjęto jako jednostkę światłości świecę międzynarodową.

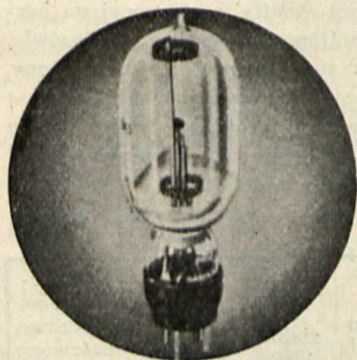
Uchwalono wówczas, że wzorce fotometryczne będą przechowane w postaci żarówek z włóknem węglowym, które zapewnią dostateczną i konieczną trwałość, wymaganą od takich wzorców. Jednak coraz to większe zastosowanie żarówek wolframowych, napełnionych gazem, wywołało konieczność używania również takich wzorców. Pomiaru porównawcze pomiędzy żarówkami węglowymi a wolframowymi, napełnionymi gazem, wykonane przy wysokiej tem-

peraturze ich drucika świetlnego, napotykać jednak na duże trudności.

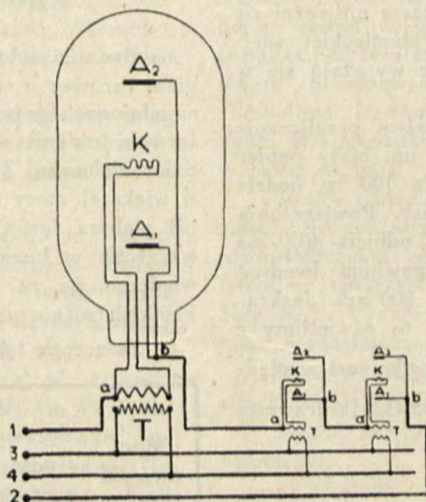
Bureau of Standards rozpoczęło prace w tym kierunku w r. 1917 i po 12 latach nieprzerwanej pracy doszło do przekonania, że niektóre typy żarówek wolframowych, napełnionych gazem, zapewniają dostateczną stałość i równomierność emisji, aby żarówki takie mogły być użyte za wzorce fotometryczne. Tak np. dla żarówki 500-watowej zmniejszenie się światłości po 5-godzinnym użyciu wynosiło tylko 0,18%. Z drugiej strony, dalsze pomiary porównawcze, przeprowadzone nad wzorcem pierwotnym i wzorcami wtórnymi, wykazały różnice w światłości nie większą, niż 0,4%, co jest w zupełności dopuszczalne w fotometrii.

Oświetlenie szosy lampami z parą sodu.

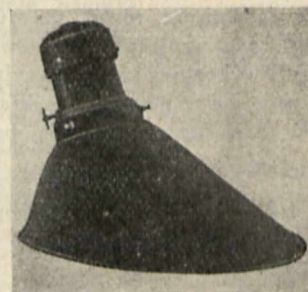
Z końcem ubiegłego roku w południowej Holandji oświetlono odcinek długości 1,6 km szosy, biegnącej z miejscowości Sittard do Maastricht, tytułem próby zupełnie nowym źródłem światła, a mianowicie lampami z parą sodu, zbudowanymi w zakładach Philipsa w Eindhoven. Lampy te świecą przez luminescencję par sodu i dają światło żółte.



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.

Lampa taka ma mniej więcej kształt zwykłej żarówki (rys. 1). Jest ona wypełniona neonem i posiada wewnątrz odrobinę sodu. Neon służy jedynie do zapalenia lampy, t. zn. ułatwia powstanie wyładowań świetlnych, dzięki którym temperatura lampy nieco się podnosi, poczem wytwarza się pewna ilość pary sodu; para ta następnie sama już świeci światłem żółtym. W środku bańki szklanej (rys. 2) o wymiarach 6×12 cm znajduje się katoda K oraz dwie anody A₁ i A₂. Napięcie na zaciskach lampy wynosi 12 V przy natężeniu prądu 5 A. Do rozżarzenia katody K stosuje się prąd zmienny o napięciu 2 woltów i natężeniu 11 A, otrzymywany z transformatora (T). Lampy te, połączone w szeregu, są zasilane z obwodu prądu stałego (na rys. 2 cyfry 1 i 2), którego dostarcza specjalna stacja przetwarzająca. Prąd ten rozgałęzia się w każdej lampie na dwie równoległe odnogi i jest doprowadzony do obu anod, skąd spływa poprzez próżnię lampy do katody K, poczem wraca przewodem (1) do podstawy. Transformatorek, dostarczający prądu niezbędnego do nagrzewania katody tlenkowej, jest umieszczony w głowicy oprawy (rys. 3) i zasilany z sieci prądu zmiennego. Całkowite zapotrzebowanie mocy wraz z mocą, potrzebną na nagrzewanie katody, i stratami w transformatorze i przewodach wynosi 100 watów, przyczem lampa taka (bez reflektora) ma światłość (mierzoną w kierunku prostopadłym do osi geometrycznej) ok. 540 świec międzynarodowych, co odpowiada strumieniowi świetlnemu około 5500 lm. Wydajność świetlna jest bardzo

duża, gdyż wynosi około 55—60 lm/W, jaskrawość wynosi około 6,8 św/cm². Dzięki małej odległości pomiędzy anodą a katodą zapłon następuje bez trudności po lekkim nagrzaniu się katody. Aby umożliwić szybkie odparowanie sodu, które następuje przy temp. 200° do 300° C i aby zmniejszyć straty ciepłe lampy, bańkę jej otacza druga bańka szklana, a przestrzeń pomiędzy dwiema bańkami jest opróżniona z powietrza. Niskie napięcie robocze (12 V), odbiegające znacznie od używanych ogólnie napięć oświetleniowych, konieczność prowadzenia oddzielnego obwodu dla żarzenia katod oraz oddzielny dla każdej lampy transformator, — wszystko to stanowi pewną niedogodność, jakkolwiek pociąga za sobą tylko jednorazowy wydatek instalacyjny. Sama lampa jest bardzo prosta w konstrukcji, a przy wymianie jej nie ma żadnych trudności.

Lampy te zostały zaopatrzone w reflektory niesymetryczne i zawieszono na wysokości około 7 m naprzemian po obu stronach szosy, w odstępach około 50 m. Po zapadnięciu zmroku i po włączeniu prądu w obwód żarzenia katod mniej więcej po upływie 1 minuty szosa tonie już w czerwonej lunie światła neonowego. Po 6 do 7 minutach światło czerwone zmienia swą barwę na znacznie intensywniejsze — żółte.

Okazało się, że efekt oświetleniowy — z punktu widzenia kierowców samochodowych — był przy oświetleniu lampami sodowymi b. zbliżony do efektu, jaki dają zwykłe żarówki o mocy 100 W, chociaż światłość lampy sodowej jest znacznie większa od światłości żarówki gazowanej. Daje to się wytłumaczyć względami psycho-fizjologicznymi i pochodzi z niejednakowej barwy światła.

Podobne urządzenie zainstalowano w Anglii na szosie Purley Way-Croyden By-pass Road.

Iluminacja drapacza chmur.

Nowa siedziba firmy „Kansas City Power and Light” w Kansas City (Missouri, St. Zjedn.) posiada 30 pięter i strzelistą wieżę z kopułą.

Front tego gmachu oświetlony jest w porze nocnej zapomocą 428 reflektorów, przedstawiających łączną moc zainstalowaną 360 kW. Promienie świetlne są tak skierowane, że jasność wynosi u spodu budynku 80 luksów, u szczytu zaś 300 luksów. Dzięki temu obserwujący z odległości widzą cały gmach oświetlony równomiernie. Wieża oświetlona jest zapomocą 172 reflektorów, zaopatrzonych w filtry szmaragdowe, żółte i czerwone, zapalających się naprzemian. Kolejność tych kolorów stwarza piękne efekty świetlne. Kopuła, stanowiąca najwyższą część gmachu, jest iluminowana 6-ma prożektorami o żarówkach na 1000 W każda. Na szczycie kopuły świecą się czerwonym światłem rury neonowe jako sygnał ostrzegawczy dla lotnictwa.

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

WYKŁADY ELEKTROTECHNICZNE

zorganizowane przez Oddział Warszawski S. E. P.
w dn. 6—11 lutego b. r.

Oddział Warszawski S. E. P., pragnąc przyjąć z pomocą wszystkim tym, którzy chcieliby uzupełnić swoją wiedzę, powziął zamiar periodycznego organizowania cykli wykładów z poszczególnych dziedzin elektrotechniki.

W połowie stycznia b. r. rozesłano do poszczególnych osób, urzędów i instytucji, prospekty informacyjne oraz karty zgłoszeń na Wykłady, które w bieżącym roku odbyły się w gmachu Fizycznym Politechniki Warszawskiej w dniach od 6-go do 11-go lutego, codziennie w godzinach od 17-ej do 21-ej.

Program wykładów był następujący:

Prof. M. Wolfke. *Przewodnictwo elektro-*
nowe. (2 godziny).

Dr. J. Roliński. *Najnowsze badania nad łukiem elektrycznym.* Podstawy fizyczne łuku elektrycznego. Rozważania teoretyczne oraz prace doświadczalne nad wyjaśnieniem mechanizmu łuku. Wpływ pola magnetycznego na łuk elektryczny. Najnowsze metody stosowania łuku elektrycznego do spawania metali. (2 godziny).

Inż. J. Roman. *Maszyny elektryczne.* Maszyny asynchroniczne w układach kaskadowych z maszynami komutatorowymi. Budowa prądnic turbinowych prądu zmiennego i związane z nią zagadnienia. (4 godziny).

Inż. W. Kopczyński. *Transformatory.* — Zasadnicze zależności konstrukcyjne, dyskusja zasadniczych wzorów obliczeniowych, szczegóły konstrukcji szkieletów i uzwojeń. Wytrzymałość izolacji uzwojeń w związku z nowoczesnymi teoriami o bezpośrednich uderzeniach piorunów w sieć. Zależność między prądem namagnesowania i krzywą napięcia. Wpływ gwiazdy i trójkąta w różnych uzwojeniach na dławienie 3-ej harmonicznej napięcia. Postępy w budowie małych oraz wielkich transformatorów. (4 godziny).

Inż. A. J. Morawski. *Zadania i warunki pracy elektrowni i sieci wobec nowoczesnych wymagań elektryfikacyjnych.* Podział sieci w zależności od ról spełnianych przez nie w ogólnej elektryfikacji kraju. Wzajemny stosunek tych sieci między sobą i do poszczególnych elektrowni. Wolny przepływ energii w sieciach i skutki stąd wynikające. Przepływ regulowany co do kierunku i wielkości. Warunki równowagi pracy równoległej elektrowni. Regulacja napięć w sieciach. Zwarcia, uziemienia, przepięcia. Synchronizacja. Nowoczesne problemy elektryfikacji w wielkim stylu. (8 godzin).

Doc. J. Obrąpalski. *Napęd elektryczny.* Zachowanie się silników różnego typu przy pracy dorywczej. Warunki pracy wyciągów kopalnianych. Warunki pracy walcarek. Warunki pracy maszyny papierniczej. Nowsze konstrukcje omówionych napędów. (4 godziny).

Wykład prof. M. Wolfkego odwołano z powodu choroby prelegenta. Pozostałe wykłady odbyły

się wg. programu i były uzupełnione licznymi przezroczkami, rysunkami i pokazami.

Ogólna liczba słuchaczy wyniosła ponad 200 osób.

W czasie wykładów została rozpisana ankieta zawierająca następujące pytania: 1) Czy uważa WPan za pożądane organizowanie podobnych „Wykładów” na przyszłość? 2) Czy „Wykłady” dały WPanowi to, czego się po nich spodziewał, a jeśli nie, to dlaczego? 3) Jakie tematy byłyby pożądane w ewentualnych przyszłych „Wykładach”? 4) Czy 4 godziny dziennie wykładów nie uważa WPan za zbyt nużące? 5) Czy uważa WPan za celowe wydanie drukiem „Wykładów” i w jakich granicach ceny gotów byłby je nabyć? 6) Jakie uwagi i życzenia ogólne nasunęły się WPanowi odnośnie do organizacji „Wykładów”?

Z odpowiedzi ankiety wynika, że inicjatywa Oddziału Warszawskiego S. E. P. spotkała się z bardzo przychylną opinią słuchaczy i Wykłady należy uważać za imprezę celową, potrzebną i udaną.

Ci ze słuchaczy, którzy nie złożyli ankiety, jak również osoby, które interesowałyby się przyszłymi Wykładami, proszone są o łaskawe nadesłanie swoich uwag pod adresem Sekretariatu Generalnego S. E. P. w Warszawie, ul. Czackiego 3 m. 3. Szczególnie pożądane są możliwie liczne odpowiedzi na pytanie: „Jakie tematy byłyby pożądane w ewentualnych przyszłych Wykładach?”.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

PROGRAM ODCZYTÓW NA MARZEC 1933 R.

Wtorek, dn. 14-go marca

Inż. W. Turczyński: „*Przemysł elektrotechniczny Stanów Zjednoczonych A. P. wobec kryzysu*”.

Treść: Nadprodukcja. Brak zbytu. Środki zaradcze. Wrażenia osobiste.

Wtorek, dn. 21-go marca

1. Komunikat Sekretarza Generalnego.

2. Inż. B. M. Konorski: „*Metoda chemiczna czyszczenia kondensatorów turbin parowych*”.

Wtorek, dn. 28-go marca

Prof. M. Centnerszwer: „*O stałych elektrolitach*”.

Treść: Przewodnictwo metaliczne i przewodnictwo elektrolityczne. Elektroliza amalgamatów i stopów metalicznych. Elektrolity stałe. Prawo Faraday'a w stałych elektrolitach. Przewodnictwo mieszane. Przenoszenie jonów w stałych elektrolitach. Przewodnictwo w pobliżu punktu krzepnięcia. Mechanizm przewodzenia prądu w stałych elektrolitach.

Sekcja Radjotechniczna.

Środa, dn. 8-go marca

godz. 18.30. Doroczne Walne Zebranie członków Sekcji Radjotechnicznej.

godz. 20. 1. Inż. K. Lewiński: „*Thyratron*”. 2. prof. dr. Janusz Groszkowski: „*Z prac Instytutu Radjotechnicznego*”.

Treść: a) Porównanie częstotliwości.

b) Emisja elektronowa siatki. c) Dynatrony wielofazowe.

Środa, dn. 22-go marca

Prof. Dymitr Sokolcow: „*Fale bardzo krótkie (decymetrowe) — generacja*”.

WSKAZÓWKI STOSOWANIA TABLIC OSTRZEGAWCZYCH W URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH I ICH WZORY **).

U w a g a. Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

Tablice ostrzegawcze należy umieszczać wszędzie tam, gdzie istnieje niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym wskutek nieuwagi, nieświadomości lub lekkomyślności osób, znajdujących się w pobliżu urządzeń elektrycznych.

Tablice ostrzegawcze powinny być utrzymywane w stanie łatwo czytelnym, a w tym celu muszą być często oczyszczane i w razie potrzeby odnawiane.

Zależnie od rodzaju urządzeń i swego przeznaczenia tablice ostrzegawcze powinny być wykonane według następujących wzorów:

Wzór 1.



30 × 20 cm

Tablica ta ma ostrzegać w pierwszym rzędzie osoby, nie należące do personelu ruchu elektrycznego, o niebezpieczeństwie związanym z dotykiem urządzeń elektrycznych; winna ona być umieszczana w miejscu widocznym przy wejściu do za-

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dnia 1 kwietnia 1933 roku p. a. Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Czackiego 3 m. 3, Warszawa.

***) Opracowane przez Komisję III-cią Przepisów Budowy i Ruchu (Podkomisja spraw bezpieczeństwa elektrycznego).

kładu elektrycznego, w halach fabrycznych, na podwórzach, w podszybiach i t. d.

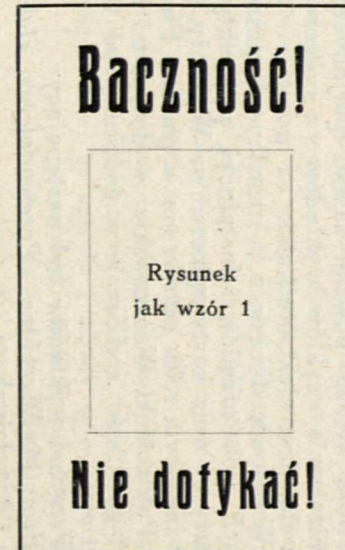
Wzór 2.



30 × 20 cm

Tablica ta ma ostrzegać o bezpośredniej bliskości wysokiego napięcia; winna ona być umieszczana przy wejściu do rozdzielni, transformatorni, na kioskach transformatorowych, na niektórych maszynach i przyrządach, wreszcie na ważniejszych słupach linii napowietrznych wysokiego napięcia. (Zalecona przez Min. Rob. Publ. rozporządzeniem z dn. 30.IV. 1923. Patrz dodatek: PNE 6).

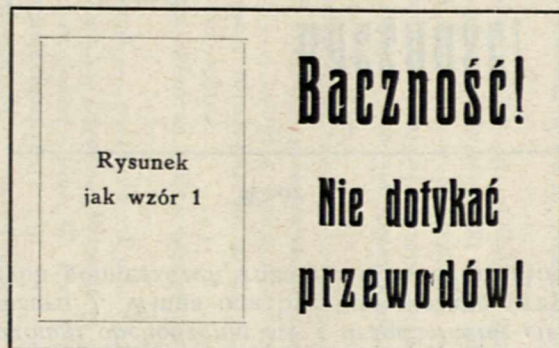
Wzór 3.



15 × 25 cm

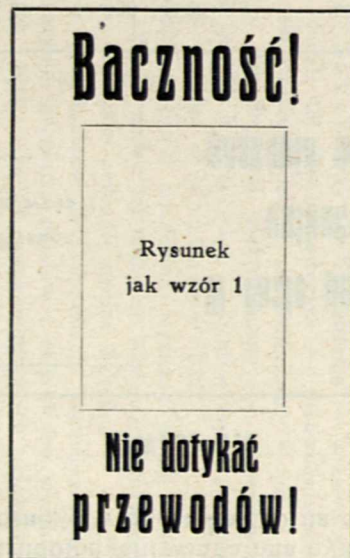
Tablica ta ma ostrzegać o niebezpieczeństwie dotykania samych słupów oraz znajdujących się na nich urządzeń, linii elektrycznych napowietrznych wysokiego napięcia; winna ona być umieszczana na słupach, wspornikach i stojakach dachowych. (Zalecona przez Min. Rob. Publ. rozporządzeniem z dn. 30.IV. 1923 r. Patrz dodatek PNE 6).

Wzór 4 a.



30 × 20 cm

Wzór 4 b.

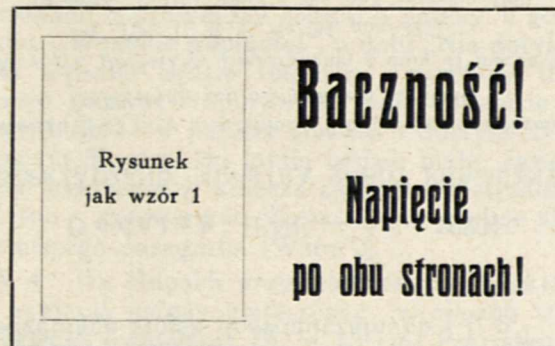


15 × 25 cm

Tablica ta ma ostrzegać rzemieślników zatrudnionych w pobliżu przewodów elektrycznych o niebezpieczeństwie związane z dotykiem tych przewodów (n. p. na dachach, suwnicach, żorawiach, kolejkach i t. d.); winna ona być umieszczana w bliskości tych przewodów na wspornikach, stojakach dachowych, ścianach i t. d.

U w a g a: W razie potrzeby należy stosować tablice o większych wymiarach.

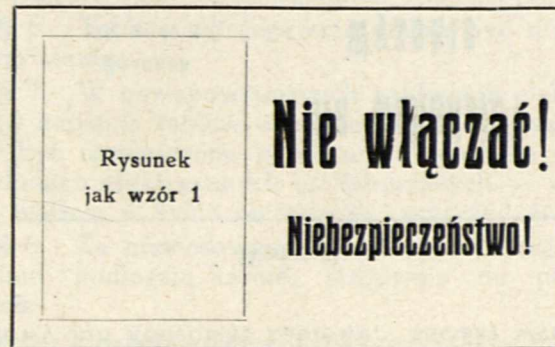
Wzór 5.



25 × 15 cm

Tablica ta ma ostrzegać o istnieniu napięcia w przewodach i przyrządach po obu stronach danego łącznika (wskutek zasilania z dwóch stron) nawet po odłączeniu; winna ona być umieszczana w pobliżu odnośnych łączników.

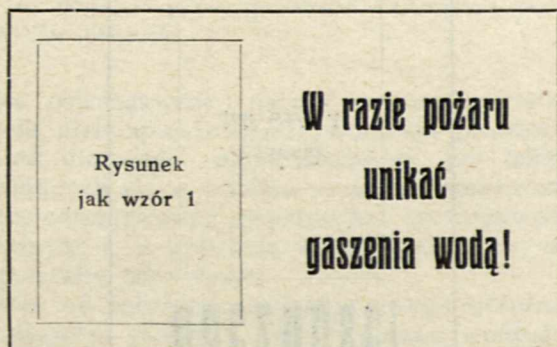
Wzór 6.



25 × 15 cm

Tablica ta zawiera zakaz włączania danej linii lub urządzenia ze względu na ich stan lub na niebezpieczeństwo dla osób przy nich zatrudnionych; winna ona być umieszczana w pobliżu napędu odnośnego wyłącznika lub na samym napędzie.

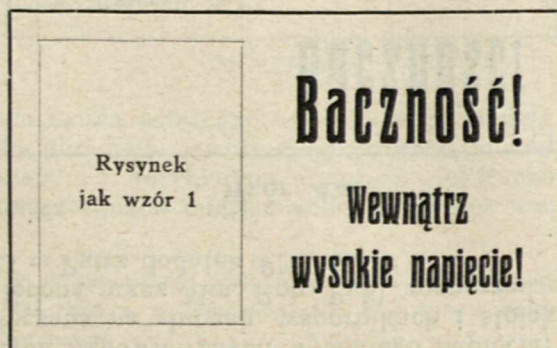
Wzór 7.



30 × 20 cm

Tablica ta ma ostrzegać o niebezpieczeństwie związanym ze skierowaniem strumienia wodnego sikałki na urządzenia elektryczne, znajdujące się w danym pomieszczeniu (patrz PNE 26: „Wskazówki obchodzenia się z urządzeniami elektrycznymi w razie pożaru”). Winna ona być umieszczana przy wejściach do odnośnych pomieszczeń, rozdzielni, transformatorni i t. p.

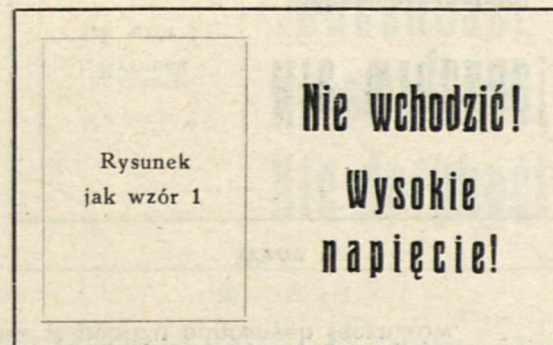
Wzór 8.



25 × 15 cm

Tablica ta ma ostrzegać o istnieniu zacisków lub przewodów wysokiego napięcia pod odejmowaną osłoną n. p.: nieczynne głowy lub końcówki kablowe, zaciski wysokiego napięcia i t. p.

Wzór 9.



30 × 20 cm

Tablica ta zawiera zakaz wchodzenia niepowołanym do pomieszczeń, w których znajdują się urządzenia wysokiego napięcia. Winna być umieszczana w szczególności na tymczasowych ogrodzeniach stoisk doświadczalnych i t. p.

Dodatek (PNE — 6 — 1923).

ROZPRZĄDZENIE MINISTRA ROBÓT PUBLICZNYCH

z dnia 30 kwietnia 1923 r., w przedmiocie tablic ostrzegawczych w zakładach elektrycznych o wysokim napięciu,

na mocy art. 16 Ustawy Elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r.

(Dz. U. R. P. Nr. 34, poz. 277).

(Monitor Polski, 1923 r. Nr. 163, pozycja 199).

§ 1. Zakłady elektryczne o wysokim napięciu mają posiadać w odpowiednich miejscach swych urządzeń tablice, przestrzegające przed dotknięciem urządzenia elektrycznego, ze względu na grożące życiu niebezpieczeństwo.

§ 2. W pomieszczeniach, niedostępnych dla osób postronnych, a zawierających urządzenia wysokiego napięcia, winny być umieszczone tablice ostrzegawcze w takich miejscach i w takim wykonaniu, żeby były łatwo widoczne dla osób,

wchodzących do rzeczonych pomieszczeń lub otwierających te pomieszczenia.

§ 3. Na urządzeniach elektrycznych zewnętrznych wysokiego napięcia, znajdujących się w miejscach dostępnych dla osób niepowołanych, a więc na domkach i budkach transformatorowych sieci napowietrznych, na wieżach rozdzielczych, słupach krańcowych, węglowych i oporowych, oraz na słupach przy przesłach, krzyżujących inne linie elektryczne lub tory kolejowe, należy umieszczać w sposób widoczny tablice ostrzegawcze rozmiarów 30×20 cm. W lewej części tablicy ostrzegawczej umieszcza się wizerunek strzałki piorunowej na tle trupiej głowy z piszczałkami, z prawej zaś części — napisy: u góry „**Baczność!**”, pośrodku „**Wysokie napięcie!**”, u dołu „**Nie dotykać!**”; wysokość strzałki wynosić będzie 160 mm; wysokość liter: małych — w napisie górnym i dolnym 25 mm, w napisie środkowym 20 mm; wielkich — w napisie górnym i dolnym 35 mm, w napisie środkowym 30 mm; tło tablic będzie białe, rysunek zaś i napisy będą wykonane w kolorze czarnym, a strzałka — w kolorze szkarłatno-czerwonym. Wzór tablicy podaje się w załączniku do niniejszego paragrafu. (Wzór 2).

§ 4. Na słupach przelotowych linii elektrycznych wysokiego napięcia należy umieszczać w sposób widoczny tablice ostrzegawcze rozmiarów 25×15 cm. Pośrodku tablicy ostrzegawczej umieszcza się wizerunek strzałki piorunowej na tle trupiej głowy z piszczałkami, nad nią — napis: „**Baczność!**”; u dołu „**nie dotykać!**”; wysokość strzałki wynosić będzie 145 mm; wysokość liter: małych — w napisie górnym 25 mm, w napisie dolnym 20 mm; wielkich — w napisie górnym 35 mm, w napisie dolnym 30 mm; kolory — jak dla tablic, opisanych w poprzednim paragrafie. Wzór tablicy podaje się w załączniku do niniejszego paragrafu. (Wzór 3).

§ 5. Tablice ostrzegawcze winny być wykonane tak, aby były możliwie odporne na działanie atmosferyczne.

§ 6. Tablice ostrzegawcze muszą być utrzymane w należytych stanie.

§ 7. W nowopowstających zakładach elektrycznych wysokiego napięcia tablice ostrzegawcze, przepisane w §§ 3 i 4, winny być umieszczone przed uruchomieniem tych zakładów, w zakładach elektrycznych już istniejących — w przeciągu roku od wejścia w życie niniejszego rozporządzenia.

§ 8. Za niestosowanie się do powyższego rozporządzenia winni podlegają karom, stosownie do przepisów ustaw karnych.

§ 9. Rozporządzenie niniejsze zyskuje moc obowiązującą z dniem ogłoszenia.

MUZEUM PRZEMYSŁU I TECHNIKI.

Wśród 10-ciu Sekcyj fachowych Muzeum Przemysłu i Techniki, obejmujących najważniejsze dziedziny wiedzy i przemysłu technicznego, Sekcja Elektrotechniczna zajmuje miejsce wybitne. Zamierzenia kierownictwa tej Sekcji są zakreślone na szeroką skalę, która odpowiadać musi tej roli, jaką elektryczność i elektrotechnika w życiu społecznym odgrywa i w przyszłości w coraz większym stopniu odgrywać będzie.

Sekcja została podzielona na 21 podsekcji (grup), agarniających wszystkie gałęzie elektrotechniki doby obecnej. Specjaliści z pośród inżynierów - elektryków i przemysłowców zostali uproszeni do zajęcia się poszczególnymi grupami, na czele każdej z nich stoi przewodniczący, organizujący grupę.

Idea Muzeum i wielkie znaczenie jej zrealizowania została naogół należycie oceniona, przedstawiciele świata elektrotechnicznego chętnie, a nawet z pewnym entuzjazmem podjęli się współpracy, rozumiejąc, że praca ta sowie się dla kraju naszego oploti.

W ostatecznym swym składzie Sekcja ukonstytuowała się, jak następuje:

Przewodniczący Sekcji — prof. M. Pożaryski i dyr. inż. P. Januszewski, Dyrektor Muzeum — inż. K. Jackowski, Sekretarz Sekcji — inż. W. Barthel.

Podsekcje (grupy).

1) Maszyny i transformatory — przewodniczący — inż. S. Kaniewski, 2) Aparatura — przewodniczący — dyr. inż. K. Szpotański, 3) Urządzenia rozdzielcze — przewodniczący — ditto, 4) Instrumenty miernicze — przewodniczący — inż. B. Jabłoński, 5) Kolejnictwo elektryczne — przewodniczący — inż. Jan Podolski, 6) Tramwajnictwo elektryczne — przewodniczący inż. E. Napierański, 7) Oświetlenie — przewodniczący — prof. E. Potemski, 8) Przedmioty domowego użytku

— przewodniczący — dyr. S. Borkowski, 9) Materiały instalacyjne — przewodniczący — ditto, 10) Kable i przewodniki — przewodniczący — dyr. T. Rubinstein, 11) Materiały izolacyjne i porcelana elektrotechniczna — przewodniczący — adjunkt inż. J. Skowroński, 12) Akumulatory — przewodniczący — dyr. E. Braun, 13) Ognia — przewodniczący — dyr. H. Landau, 14) Telefony — przewodniczący — inż. S. Kuhn oraz por. St. Ziembiński, 15) Telegrafy — przewodniczący — vacat, 16) Radiotechnika — przewodniczący — prof. D. Sokolow, 17) Sygnalizacja — przewodniczący — vacat, 18) Elektromedycyna — przewodniczący — vacat, 19) Piorunochrony — przewodniczący — inż. S. Zygadło, 20) Przemysł elektrowniany — przewodniczący — dyr. inż. M. Kuźmicki, 21) Statystyka — przewodniczący — dyr. inż. P. Januszewski.

Aby umożliwić wzajemną wymianę myśli, skoordynować akcję i nadać jej jednolity kierunek, odbywają się od czasu do czasu zebrania ogólne Sekcji.

Na dotychczasowych zebraniach omawiano sprawy organizacyjne, programy działów i referowano wyniki dokonanych prac. Dwóch przewodniczących złożyło na ostatnim zebraniu bardzo szczegółowo i drobiazgowo opracowane memorjały dotyczące organizacji. Memorjały takie, które zawierają uzasadnione wyszczególnienie tego, co powinno się w danej grupie znaleźć, oraz wskazują źródła, skąd możnaby potrzebne objekty uzyskać, ogromnie ułatwiają dalszą pracę.

Dyrektor Muzeum od razu rzucił myśl opracowywania planu maksymalnego — idealnego planu, któryby nie liczył się z posiadanymi w obecnej chwili środkami materialnymi i miejscem rozporządzalnym, a któryby obejmował idealną całość tego wszystkiego, co technika w chwili obecnej dać może. Do zrealizowania tego planu idealnego,

dążyć wypadnie kolejnymi fazami, a jest to praca zakrojona na szereg lat, — praca, której od razu, nawet przy najlepszych warunkach, największych możliwościach i środkach wykonać nie sposób.

W myśl powyższych założeń i zgodnie z zapatrywaniami wszystkich bez wyjątku członków Sekcji, tak całość, jak i poszczególne grupy mają uwzględniać 2 działy zasadnicze: historyczny (muzealny) i nowoczesny (dydaktyczny), zresztą niekoniecznie ściśle rozgraniczone. W pierwszym z tych działów muszą znajdować się okazy, mające wartość historyczną, obrazujące wysiłki myśli ludzkiej w opanowaniu jakiegoś zjawiska przyrody czy jakiejś idei technicznej w różnych epokach, przedstawiające rozwój pewnego urządzenia czy przyrządu i stopniowe jego udoskonalanie. Ma to znaczenie nie tylko dla szperacza i badacza danej epoki, ale i dla nowoczesnego technika, ten ostatni bowiem, śledząc ten rozwój i idąc śladem myśli wynalazców, znajdzie natchnienie do nowych wynalazków, czy udoskonań, a z drugiej strony zobaczy on tam, co było już kiedyś wynalezione i w następstwie zarzucone, w ten sposób może nieraz uniknąć straty czasu na robienie wynalazków już dawno zrobionych i zapomnianych.

Dla grupy instrumentów mierniczych Sekcja ma obiecaną przez p. inż. Jabłońskiego kolekcję liczników, stanowiącą serię od najdawniejszych z przed 30-tu lat o tarczy 250 mm do nowoczesnych o tarczy 85 mm. Będzie to bardzo ciekawa kolekcja historyczna. Za przekazanie do Muzeum tego zbioru należy się ofiarodawcy szczerą wdzięczność. Byłoby bardzo pożądanym by znaleźli się naśladowcy, którzy posiadając zbiory okazów historycznych, chcieliby ofiarować lub złożyć w depozycie jakąś całość lub nawet pojedyncze przedmioty.

W dziale historycznym szczególnie uwzględniona będzie historia rodzimego przemysłu elektrotechnicznego lub zastosowania elektryczności w przemyśle polskim. Są i były takie fabryki i wytwórnie elektrotechniczne, które egzystowały na ziemiach polskich jeszcze przed wojną, mieliśmy interesujące instalacje elektryczne już w końcu XIX stulecia.

Dział nowoczesny musi mieć znaczenie czysto dydaktyczne, nie będziemy tam gromadzić eksponatów takich, które nadawałyby zbiorom charakter wystawy przedmiotów handlowych, będą tam zebrane modele rozbieralne, przekroje, maszyny i aparaty tak podane, aby widać było ich konstrukcję i zasadę działania. Bardzo ciekawe szczególnie podał inż. Kaniewski o modelach maszyn elektrycznych pomysłu prof. S. Fryzego, wykonanych tylko jako szkielety, z których możnaby poznać gruntownie zasadę działania. W Politechnice Lwowskiej zostały one wprowadzone do nauczania. Ponieważ modele tego rodzaju znakomicie się nadają dla Muzeum, Sekcja zwróciła się już do p. prof. Fryzego z prośbą o zezwolenie na skopjowanie ich i ew. użyczenie rysunków.

Nietylko maszyny, aparaty i urządzenia nadają się do pokazania w modelach, w ten sposób będą demonstrowane i większe objekty. Mamy zamiar np. wystawić model czy modele całej elektrowni, model rdzostacji oraz innych tym podobnych urządzeń i to w perspektywie rozwoju historycznego od czasów najdawniejszych do teraźniejszych. Poza tym mają być uwzględnione pokazy maszyn w ruchu, co może najwięcej przyciągać będzie szerokie masy.

Już nawiązaliśmy kontakt z całym szeregiem instytucji i wytwórni elektrotechnicznych, jak: fabryki maszyn elektrycznych, żarówek, aparatów, akumulatorów i t. d.

Czołowi Kierownicy Instytutu Radjotechnicznego przyczynią ofiarną pomoc w skompletowaniu eksponatów dzia-

łu radjotechnicznego. Dyrekcja Muzeum czyni ze swej strony starania, aby i inne instytucje i organizacje wzięły na siebie inicjatywę co do kompletowania odpowiednich działów.*)

Jako przykład gotowości współpracy podać należy również znamieny fakt, że Tramwaje Warszawskie, które mają swoje Muzeum (Muzeum Tramwajów i Autobusów m. St. Warszawy przy ul. Młynarskiej) zgodziły się na propozycję Sekcji i przekształcenia swej placówki na Muzeum ogólnie - tramwajowe, gdzie mieścić się będą obok zbiorów Tramwajów Warszawskich zbiory Sekcji Elektrotechnicznej Muzeum P. i T. (grupy „tramwajnictwo“), współpracę zaś obu instytucji jest tak ścisła, że kustosz Muzeum Tramwajów zgodził się zostać przewodniczącym grupy „Tramwajnictwo“ w Sekcji Elektrotechnicznej.

Dla Sekcji współpraca ta jest bardzo cenna, tembardziej, że w ten sposób uzyskuje ona trochę miejsca na inne eksponaty. Wyznaczone dla Sekcji miejsce w 3-piętrowym lokalu Muzeum P. i T. przy ul. Tamka Nr. 1 niewątpliwie będzie wkrótce zapełnione.

Stworzenie Muzeum powinno leżeć na sercu wszystkim technikom i przemysłowcom polskim, szczególnie jednak opieki i pomocy Sekcja Elektrotechniczna spodziewa się od elektryków, przemysłu elektrotechnicznego i instytucji z elektrotechniką związanych. To też zwraca się ona tą drogą do wszystkich bez wyjątku, by zechcieli poprzeć jej zamierzenia i pomóc w gromadzeniu i kompletowaniu zbiorów. Wiele fabryk i wytwórni posiada maszyny czy aparaty elektryczne wyszłe z użycia, przestarzałe; dla fabryki są one bezużyteczne, leżą nieraz po lamusach i rupieciarzach, przeznaczone często na sprzedaż jako łom. Przedmioty takie mogą przedstawiać dla Muzeum wartość historyczną, nieraz bezcenną. Sekcja zwraca się do posiadaczy takich okazów z prośbą o nieniszczenie ich przed zbadaniem przez przedstawicieli Muzeum.

Wiele jest zbiorów cennych i ciekawych w rękach prywatnych, są nieraz przedmioty pojedyncze, mające wartość historyczną, które znalazły się w ręku danego posiadacza przypadkowo, a posiadacz ten nie przywiązuje do nich wagi.

Sekcja prosi wszystkich o informacje o kolekcjach czy pojedynczych obiektach, chodzi jej bowiem o to, by mieć u siebie przynajmniej zarejestrowane to wszystko, co się w Polsce w dziedzinie elektrotechniki ciekawego pod względem historycznym znajduje. Muzeum mogłoby objekty przeznaczone na sprzedaż nabyć ew. przyjąć je jako chwilowy depozyt.

Sekcja prosi wreszcie osoby, któreby miały informacje o jakichkolwiek zbiorach czy interesujących okazach elektrotechnicznych, o zawiadomienie o tem.

O ile idzie o eksponaty przemysłowe, Dyrekcja Muzeum Przemysłu i Techniki ma niemal pewność, że wiele okazów otrzyma z „Wystawy Elektrotechnicznej“, którą organizuje Zarząd Stow. Elektryków Polskich w gmachu Politechniki w czerwcu r. b.

Taką drogą wzbogacali się zbiory różnych innych Muzeów zagranicznych i należy mieć nadzieję, że przygotowywana przez SEP z wielką starannością tegoroczna Wystawa i pod tym względem nie zawiedzie pokładanych w niej nadziei.

Korespondencję prosimy adresować do Muzeum Przemysłu i Techniki, Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 66, dla Sekcji Elektrotechnicznej.

*) Dotychczas znakomicie się wywiązał z zadania Instytut Przemysłu Cukrowniczego, który już całkowicie zakończył organizację „grupy cukrowniczej“ w ramach Sekcji przetwórczo-rolnej.

LIST DO REDAKCJI.

W sprawie artykułu p. inż. M. Altenberga p. t. „Taryfa dwuczłonowa czy blokowa dla gospodarstwa domowego?” *)

Nawiązując do wielce interesującego artykułu p. inż. M. Altenberga „Taryfa dwuczłonowa czy blokowa dla gospodarstwa domowego-“, zamieszczonego w zeszytach 23-im Przeglądu Elektrotechnicznego z dnia 1 grudnia 1932 r. pozwalam sobie skreślić następujących kilka uwag.

Pogląd Pirrunga, przytoczony przez autora artykułu, co do uzależnienia części stałej taryfy 2-członowej od ilości izb w mieszkaniu, nie oznacza jeszcze tego, że w Niemczech uznano taryfę 2-członową za odpowiedniejszą dla mieszkań. Wielce charakterystyczną jest pod tym względem dyskusja, jaka się rozwinęła na posiedzeniu z dn. 5 kwietnia 1932 r. niemieckiego „Elektrotechnischer Verein“ (p. E. T. Z. 1932, Nr. 25, str. 612); w dyskusji tej Dr. Adolph, dyrektor elektrowni berlińskiej, komunikuje o ujemnych wynikach, osiągniętych przy stosowanej od kilku lat w Berlinie taryfie 2-członowej, podkreślając szczególnie to, że jest ona niezrozumiała dla odbiorców z punktu widzenia popularnych pojęć szerokiej publiczności o kalkulacji kosztów własnych. Dr. Adolph konkluduje: „Taryfa musi być łatwo zrozumiała, gdyż w przeciwnym razie nic nie pomoże najlepszy i najsprawiedliwszy rozdział kosztów własnych na odbiorców. Mamy zamiar przekształcić taryfę w takim sensie, że zostanie zaprowadzona taryfa blokowa, która będzie więcej zrozumiała i smaczniejsza dla ludności.”

Autor artykułu sam podkreśla drugą, poza niezrozumiałością dla odbiorcy, niedogodność taryfy 2-członowej, wynikającą z konieczności ustalenia wysokości nieprzekraczalnej taryf maksymalnej, gdyż przy małym czasie użytkowania taryfa 2-członowa powoduje zbyt wysokie ceny jednostkowe. Z chwilą wprowadzenia tego rodzaju taryfy maksymalnej (koniecznej zresztą również i ze względu na obowiązujące przepisy uprawnień rządowych) taryfa 2-członowa traci swój właściwy sens, a dla odbiorcy staje się jeszcze więcej zagmatwana.

Podany przez autora sposób ustalania wielkości I bloku, oparty na obliczeniu kosztów własnych, jest teoretycznie bardzo interesujący i powinien znaleźć zastosowanie dla sprawdzania, czy ta lub inna taryfa blokowa nie wykracza poniżej minimum, uwarunkowanego racjonalną kalkulacją kosztów własnych elektrowni. Jednakże dla celów praktycznych miarodajną pozostanie:

a) statystyka spożycia za ubiegłe lata, której należyte sposoby opracowania zostały podane w artykule p. inż. K. Kopeckiego p. t. „Konstrukcja taryfy blokowej“ (p. Przegląd Elektrotechniczny 1932, Nr. 21, str. 648),

b) wartość świadczeń, dokonywanych zapomocą dostarczanej energii elektrycznej z punktu widzenia interesów odbiorcy, t. j. w porównaniu z kosztami tego samego rodzaju świadczeń, czerpanych ew. z innych źródeł energii,

c) wysokość uzyskanej przez elektrownię, czy to od poszczególnych grup odbiorców, czy też od całości, średniej ceny sprzedażnej i ogólnej sumy obrotu.

Statystyka lat ubiegłych umożliwia nam to, że nie działamy naoslep i że zgóry możemy sobie obliczyć ryzyko

taryfy blokowej w porównaniu ze stanem dotychczasowym; świadomość wartości dokonywanych dla odbiorcy świadczeń daje rękojmię, że sprzedaż energii nie będzie się odbywać po cenie niższej od rynkowej, co byłoby gospodarczo nieuzasadnione; wysokość średniej ceny sprzedażnej i sumy obrotu daje ostateczny rezultat i sprawdzian finansowy wprowadzonej reformy taryfowej.

Wielkość i cenę II bloku dla Piotrkowa, które autor uważa za zbyt wygórowane, ustalono, opierając się na zasadzie, wyłuszczonej w poprzednim punkcie „b“. Największa wartość II bloku w Piotrkowie wynosi dla 7-izbowych mieszkań (mieszkania ponad 7 izb są nieliczne i mogą być w razie potrzeby traktowane indywidualnie) 216 kWh rocznie; zakładając średnio 100 godzin rocznego użytkowania aparatów, dla których II blok jest przeznaczony, otrzymujemy moc tych aparatów dla 7-izbowego mieszkania w wysokości 2160 watów; mogą się na to złożyć:

żelazko	500 W
imbryk	600 „
kuchenka	1000 „
razem:	2100 W,

nie mówiąc już o odkurzaczu, froterce, lampie do naświetlań, poduszce elektrycznej, radjo i t. p.

Wydatek roczny na wszystkie świadczenia, dokonywane za pomocą wymienionych aparatów przy cenie 40 gr/kWh w II bloku, wyniesie

$$216 \times 0,40 = 86,40 \text{ Zł.}$$

Nie można żadną miarą twierdzić, ażeby suma ta była niewspółmierna z dokonaniem świadczeniami i niema żadnego gospodarczego sensu sprzedawać te świadczenia jeszcze taniej.

Projektowanego przez autora wyeliminowania II bloku nie uważam narazie u nas w Polsce za wskazane. Przykład Frankfurtu, podawany przez autora, będzie mógł być wzięty pod uwagę dopiero wtedy, gdy chociażby 50% naszych odbiorców będzie już korzystał z aparatów, dla których został przewidziany II blok, i gdy ceny boilerów i kuchni elektrycznych będą przystosowane do siły nabywczej ludności; do tego czasu II blok spełni swe zadanie, polegające na zapoczątkowaniu elektryfikacji gospodarstwa domowego. Wreszcie pewna ostrożność przy wprowadzaniu reform taryfowych przemawia również za taryfą 3-blokową.

Dla uniknięcia na przyszłość nieporozumień przy określeniu wielkości mieszkań, proponuję ustalić jednolitą nomenklaturę, opartą na ilości izb, a nie pokoiów, licząc kuchnię za 1 izbę; nie przeszkadza to bynajmniej wprowadzeniu bloków jednakowej wielkości dla mieszkań 1- i 2-izbowych, jak to uczyniła Gdynia.

Inż. A. Majzner.

Na temat najodpowiedniejszej taryfy dla gospodarstw domowych pojawił się już po napisaniu powyższych uwag artykuł A. G. Arnolda w „E.T.Z.“ z dn. 9 lutego 1933 r. Nr. 6 pod tytułem „Die Tariffornen“, który podaje ciekawą statystykę stosowania blokowej taryfy w porównaniu z taryfami innego rodzaju, jak również wskazuje zalety blokowej taryfy.

Przyp. Aut.

*) (p. Przegląd Elektrotechniczny Nr. 23 z dn. 1.XII.32.)

Z RUCHU I WYTWÓRNI.

„Sztuczne oddychanie.”

Pod tym tytułem pojawiły się w Przeglądzie Elektrotechnicznym 2 głosy dyskusyjne, a mianowicie w Nr. 20/32 notatka oraz w Nr. 23/32. Jakkolwiek w wywodach autorów tkwi niewątpliwie jądro prawdy, to jednak nie są one oparte na 100-procentowo słusznych przesłankach i dlatego nie można w 100 procentach zgodzić się na ich wnioski i propozycje.

1) Przedewszystkiem więc co do lobeliny. Lobelina jest środkiem doskonałym i oddawna uznanym jako wskazany do pobudzania ośrodków oddechowych, istnieją jednakże 2 małe „ale”. Po pierwsze lobelina nie jest środkiem jedynym, który można w danym wypadku zastosować, gdyż podręczniki lekarskie wyliczają cały szereg innych środków, jak adrenalina, coffeina, strychnina, coramina i inne. Rzeczą lekarza jest w każdym poszczególnym przypadku rozstrzygnąć, który z tych środków winien być zastosowany. Apteczki elektrowni winnyby więc być zaopatrzone nietylko w lobelinę, ale także w tamte inne środki, które mogą być nawet częściej potrzebne, aniżeli lobelina. Nie jest to jednak wskazane z innego powodu, a mianowicie lobelina, podobnie jak i inne środki lecznicze, psuje się i już to traci swe własności, już to nawet może się stać dla zdrowia szkodliwa. Ponieważ w apteczce elektrowni środek taki leżałby bez użytku i rok i drugi, czas byłby wystarczająco długi do zepsucia się środka.

Wydaje mi się zatem najwłaściwszem pozostawienie wyboru środka ratowniczego decyzji lekarza, którego wezwanie jest w ciężkich wypadkach i tak konieczne. Nie sądzę, aby trudności w uzyskaniu potrzebnego środka w aptece były znaczne, gdyż elektrownie i ich sieci powstają wszakże tylko w okolicach gęściej zaludnionych, a gęstość rozmieszczenia aptek odpowiada mniejwięcej gęstości osiedlenia lekarzy oraz gęstości zaludnienia.

W końcu chciałbym podkreślić, jakkolwiek autor notatki temu nie przeczy, że wszelkie zastrzyki, czy lobeliny, czy innych środków mogą być wykonywane tylko przez lekarza. Do czasu więc przybycia lekarza stosowanie sztucznego oddychania jest nie tylko najłepszym, ale i j e d y n y m sposobem ratowania porażonego.

2) Stosowanie „p u l m o t o r u” zamiast sztucznego oddychania, wykonywanego ręcznie, nie jest proste, jak to sądzi autor notatki; jednorazowy pokaz absolutnie nie wystarczy, chyba dla bardzo fachowego personelu sanitarnego, którym żadna elektrownia nie rozporządza. Samo założenie aparatu tak, aby funkcjonował prawidłowo, nie jest rzeczą łatwą, nie mówiąc już o tem, że podczas pracy pulmotoru zachodzą różne trudności, których usunięcie jest nieraz bardzo trudne. Użycie zatem pulmotoru może być dozwolne tylko pod tym warunkiem, że jest do dyspozycji

osoba dostatecznie fachowa i doskonale obznajomiona z obsługą pulmotoru, jak to np. jest możliwe w stacjach ratunkowych kopalnianych i t. p. Umyślnie użyłem przytem słowa „dozwolone”, a nie „zalecane”, gdyż szereg lekarzy, a nawet państw, jest przeciwny użyciu pulmotoru do sztucznego oddychania. Aparat ten zalecony jest do stosowania tylko w Niemczech, gdzie znajduje się fabryka tych aparatów, która posiada tam olbrzymi autorytet w sprawach ratownictwa. Na ziemiach polskich, wchodzących dawniej w skład zaboru pruskiego, ten aparat jest również dosyć rozpowszechniony, nie cieszy się jednak zbyt dużą popularnością.

Ujemna opinia sfer lekarskich o pulmotorze opiera się przedewszystkiem na jego sposobie działania. Pulmotor stwarza bowiem przy pracy wręcz odwrotne warunki, aniżeli te, które istnieją przy oddychaniu naturalnem. Np. przy wdechu pulmotor wtłacza tlen do płuc pod ciśnieniem ok. 20 cm słupa wody, a przy wydechu pracuje ciśnieniem ujemnem podobnej wysokości, podczas gdy przy oddychaniu naturalnem istnieje w płucach przy wdechu depresja, a przy wydechu nadciśnienie. Pomijając już to, że ciśnienie to jest kilkakrotnie wyższe od ciśnienia przy oddechu naturalnym, stwarza to dla płuc zupełnie odmienne warunki, w których utlenianie krwi w płucach i krążenie nie może się odbywać prawidłowo. Literatura fachowa podkreśla jeszcze cały szereg innych wad pulmotoru, wynikających bądź to w wymienionych wyżej zmienionych warunkach oddychania, bądź też z innych przyczyn. Pulmotor dawał w wielu razach złe wyniki również w zastosowaniu praktycznym.

Jeżeli więc mamy którą z krajowych wytwórni przyrządów lekarskich zainteresować fabrykacją aparatu, służącego do sztucznego oddychania, to w każdym razie nie powinien być nim „pulmotor”, który zresztą i tak z dnia na dzień traci zwolenników, ale jakiś przyrząd, któryby się w swej pracy więcej zbliżał do naturalnego sposobu oddychania. Przyrządy takie, przy których oddychanie sztuczne wykonywane jest zupełnie podobnie, jak przy oddychaniu ręcznym, istnieją i mają nawet tę wyższość nad sposobem ręcznym, że można je stosować dostatecznie długo, podczas gdy przy metodzie ręcznej ratownik wskutek nieuniknionego zmęczenia musi co jakiś czas przerywać swą pracę. W porównaniu natomiast z pulmotorem uznać należy oddychanie ręczne za lepsze, a nawet bezpieczniejsze dla rażonego, zwłaszcza jeżeli obsługi aparatu nie stanowi osoba doskonale wyszkolona i obznajomiona z jego działaniem.

Więcej szczegółów zwłaszcza odnośnie do pulmotoru znajdują zainteresowani w podręczniku Dr. Sęczyka i inż. Juroffa p. t. „Ratownictwo Górnicze”, wydanym nakładem Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach.

Inż. Z. Rychlik.