

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok IX.

1 Stycznia 1927 r.

Zeszyt 1.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI.

Warszawa. Czackiego 3, tel. 90-23.

OD REDAKCJI.

Rozpoczynając rok IX wydawnictwa Przeglądu Elektrotechnicznego. Redakcja uważa za konieczne zaznaczyć, że wzorem lat ubiegłych dążeniem jej będzie i nadal utrzymanie czasopisma na poziomie wymagań szerokich sfer elektrotechnicznych polskich przy takim doborze i układzie treści, aby czytelnik miał obraz życia elektrotechnicznego we wszystkich jego przejawach zarówno w Polsce, jak i zagranicą.

Przegląd stał się już organem, którego potrzebę odczuwa każdy, ktokolwiek pracuje w dziedzinie elektrotechniki, a więc i technik i przemysłowiec i handlowiec i urzędnik. Przegląd trafił do wszystkich tych sfer, wszystkie one dają Redakcji współpracowników, a ich to jest właśnie zasługą, że czasopismo staje się coraz to bardziej zbliżone do życia coraz to bardziej wszechstronne. Od ich stosunku do usiłowań Redakcji zależy dalszy rozwój Przeglądu.

W dążeniu do nadania mu cech organu, w którym przedewszystkiem potrzeby Polski byłyby uwzględniane w sposób najbardziej pełny i wyczerpujący, Redakcja zwraca się z wezwaniem, które już raz na tem miejscu skierowała do swych współpracowników, mówiąc: faktów nam trzeba, nie literatury!

Przegląd Elektrotechniczny stanowi własność moralną elektrotechników polskich, którzy, rozumiejąc lepiej, niż ktokolwiek inny dobrodziejstwa, płynące z elektryfikacji, świadomie i celowo dążą do jej urzeczywistnienia na ziemiach Polski. Jednym ze środków do osiągnięcia tego celu jest wydawnictwo Przeglądu Elektrotechnicznego.

Izolatory przepustowe i wsporcze wysokiego napięcia.

prof. K. Drewnowski.

Typem izolatorów, zasadniczo odmiennym od przewodowych*), są izolatory przepustowe, służące do przeprowadzania przewodów np. przez ścianę budynku lub pudła transformatora, oraz wsporcze, służące do podtrzymywania szyn zbiorczych, przewodów i t. p., przeważnie w miejscach zamkniętych.

Przy tych izolatorach sprawa wytrzymałości na przeskok wysuwa się na pierwszy plan.

1. Izolatory przepustowe.

Pierwotna forma izolatorów przepustowych wysokiego napięcia powstała z formy, stosowanej przy napięciu niskim, t. j. z walca porcelanowego, w którego osi przeprowadzony był przewód; w środku walca był umocowany kołnierz, względnie kryza, za pomocą której umocowywało się izolator w otworze pudła transformatora. Przez proste zwiększenie grubości izolatora, a przedewszystkiem przez wydłużenie go i zaopatrzenie w rowki lub karby, starano się przystosować izolator do wysokiego napięcia, zwracając głównie uwagę na utrudnienie drogi prądom upływowym. Oczywiście, można było tą drogą iść tylko do pewnych, stosunkowo niskich, granic napięcia. Poznanie praw, rządzących zjawiskami przeskoku, spowodowało zasadniczą zmianę kształtu izolatora przepustowego.

Przewód elektryczny, przechodzący przez otwór

w ścianie lub w pudle transformatora, wytwarza pole elektryczne, które jest ukształtowane stosownie do położenia przewodu względem ściany. Wewnątrz samego otworu można je uważać za zbliżone do prostoliniowego pola kondensatora walcowego. Dalej pole przestaje być prostoliniowym. Zwykle otwór w ścianie zamknięty jest materiałem izolacyjnym, czyli właściwym izolatorem. Wtedy w części swej wystającej poza otwór, izolator naprężony jest na przebicie i na przeskok.

Naprężenia na przebicie. — Najprostszemu izolatoru przepustowemu przedstawia Rys. 1, gdzie w otwór, np. w ścianę pudła transformatorowego, wstawiony jest walec izolacyjny o stałej dielektrycznej ϵ , otaczający ściśle przewód, umieszczony spółośrodkowo w osi otworu. W polu, wytworzonym przez napięcie V , a objętem przez boki ścianki (w miejscu A), występują naprężenia, łatwo dające się obliczyć, jak w przypadku kondensatora walcowego.*)

Na powierzchni przewodu:

$$F_1 = \frac{V}{r_1 \log_n \frac{r_2}{r_1}}$$

Na wewnętrznej powierzchni otworu:

$$F_2 = \frac{V}{r_2 \log_n \frac{r_2}{r_1}}$$

Gdyby między kołnierzem i materiałem izolacyjnym znajdowała się warstwa powietrza, to — według

*) p. Przegl. Elektr. 1926 Nr.: 6 i 7.

*) p. Przegl. Elektr. 1926 r. str. 147.

J.47

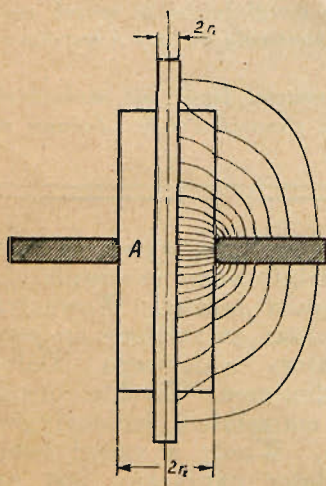
praw naprężeń dielektryków uwarstwionych — naprężenie w powietrzu na powierzchni izolatora byłoby:

$$F_2' = \frac{\varepsilon V}{r_2 \log_n \frac{r_2}{r_1}}$$

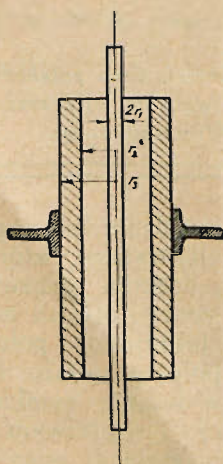
Naprężenie byłoby więc tam ε razy większe, niż w części izolatora, przylegającej do otworu:

$$F_2 = \varepsilon F_2'$$

Naprężenie to będzie zatem tem większe, im większa jest stała dielektryczna izolatora. Wskazuje to na korzyść stosowania do izolatorów przepustowych materiałów izolacyjnych o małej stałej dielektrycznej, gdyż utrudnia się przez to powstawanie wyładowań krawędziowych i powierzchniowych.



Rys. 1.



Rys. 2.

Przy obliczaniu izolatorów przepustowych sprawdzamy, czy naprężenia nie przekraczają wartości krytycznych, względnie, przepisanych dla danego układu i to — w tym przypadku — F_1 dla porcelany, a F_2' dla powietrza. Przytem naprężenie F_2' będzie miodrajne dla wyładowań powierzchniowych, o czem później będzie mowa. Poznanie tych praw doprowadziło do izolatorów dwuwarstwowych. Najprostszy przypadek przedstawiony jest na Rys. 2, gdzie izolator składa się z dwu warstw: zewnętrznej z porcelany i wewnętrznej z powietrza lub z innego materiału izolacyjnego o mniejszej stałej dielektrycznej, niż porcelana. W układzie takim napięcie V , panujące między przewodem a uziemioną osłoną, rozkłada się na V_1 — w powietrzu i V_2 — w porcelanie, wytwarzające naprężenia, łatwo dające się obliczyć na podstawie wzorów dla naprężeń w układach walcowych uwarstwionych. A mianowicie:

naprężenie na powierzchni przewodu

$$F_2 = \frac{\varepsilon_1 V}{r_1 \left(\varepsilon_1 \log_n \frac{r_3}{r_2} + \varepsilon_2 \log_n \frac{r_2}{r_1} \right)}$$

a naprężenie na wewnętrznej powierzchni walca porcelanowego

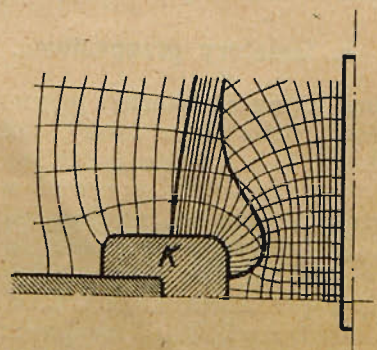
$$F_2 = \frac{\varepsilon_1 V}{r_2 \left(\varepsilon_1 \log_n \frac{r_3}{r_2} + \varepsilon_2 \log_n \frac{r_2}{r_1} \right)}$$

Przy pomocy pierwszego wzoru sprawdzamy, czy naprężenie powietrza, względnie innego materiału, znajdującego się wewnątrz izolatora, nie doprowadzi do wyładowań wewnątrz izolatora (na powierzchni przewodu). Z równania zaś drugiego można stwierdzić, czy naprężenie w porcelanie pozostaje w dopuszczalnych granicach.

W podobny sposób można przez zastosowanie kilku warstw o różnych stałych dielektrycznych (izolatory wielowarstwowe) osiągnąć wyrównanie spadku napięcia w dielektryku i przez to zmniejszenie grubości izolatora. Stosowanie powietrza jako warstwy wewnętrznej, otaczającej przewód, nie zawsze jest praktyczne, a to ze względu na małą stosunkowo wytrzymałość całego układu.

Podział dielektryku na koncentryczne warstwy walcowe, przedzielone okładkami metalowymi, podnosi również wytrzymałość na przebicie. O izolatorach tego typu, t. zw. kondensatorowych, będzie mowa poniżej.

Izolator przepustowy jest naprężany na przebicie najbardziej w miejscu, przylegającym do pudła transformatora. Kołnierz metalowy, jaki tam się zwykle stosuje do umocowania, powinien mieć przeto krawędzie zaokrąglone, aby nie powodować zwiększenia naprężeń. Przedstawione to jest na Rys. 3, gdzie kołnierz K , specjalnie zaokrąglony, wrzyna się w porcelanę, która przez to przyjmuje na siebie — zawsze zwiększone na krawędziach, — naprężenia. Obraz pola, przedstawiony tam za pomocą linii indukcyjnych i powierzchni ekwipotencjalnych, uzmysławia rozkład naprężeń w porcelanie i w powietrzu. Jak widać, część izolatora poza kołnierzem znajduje się już pod stosunkowo małym naprężeniem na przebicie, jej kształt i wymiary uwarunkowane są względami na wyładowania powierzchniowe.

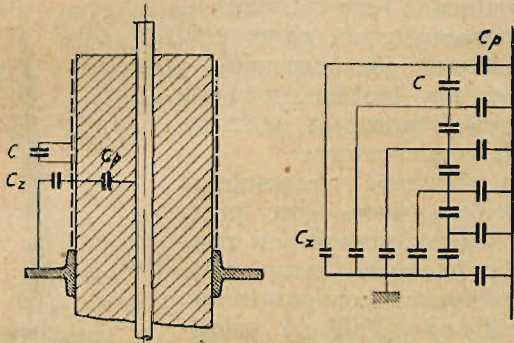


Rys. 3.

Zjawiska te szczególnie wyraźnie występują u izolatorów przepustowych, u których powierzchnia izolatora, zarówno zewnętrzna, jak wewnętrzna (zwłaszcza przy izolatorach wypełnionych powietrzem), wystawiona jest na wyładowania powierzchniowe, dążące zwykle od kołnierza do przewodu. Wyładowania te ułatwia znacznie zanieczyszczenie powierzchni, które jest — w mniejszym lub większym stop-

niu — przewodzące. W ten sposób warstwa zanieczyszczona stanowi niejako jedną okładzinę kondensatora względem przewodu, jako okładziny drugiej.

Cały izolator możemy sobie wyobrazić (Rys. 4) złożony z elementów, wykazujących pewną pojemność c względem przewodu, C względem ziemi, oraz C względem siebie. Powierzchnia zanieczyszczona stanowi niejako kondensator niedoskonały, o pewnej oporności, włączonej równolegle do pojemności C .



Rys. 4.

Układ taki jest, jak z rysunku widać, zbliżony do układu łańcucha izolatorów wiszących, przy którym przeważa wpływ pojemności względem przewodu (porcelana!) nad pojemnością względem ziemi (powietrze!) nadto przychodzi tu jeszcze oporność, na rysunku nie uwzględniona).

Z układu takiego widać, że rozdział napięć na poszczególnych kondensatorach c będzie tem bardziej niekorzystny, im stosunek $\frac{c_p}{C}$ będzie większy, czyli im

pojemności c_p będą większe. Pojemności c_n odciążają wprawdzie układ pod tym względem, wpływ ich jest jednak znacznie mniejszy, niż c ; ponadto pojemności te są tem mniejsze, im dalej od kołnierza leżą elementy. W rezultacie większe napięcie przypadnie bliżej osłony (ziemi), tam płyną największe prądy pojemnościowe przez elementy C , tam też zjawiają się najwcześniej wyładowania.

Napięcia na przeskok. — Prawa, według których odbywają się wyładowania powierzchniowe, nie są jeszcze tak dobrze zbadane, jak prawa wyładowań zwykłych w powietrzu. Ostatnie badania wykazują, że te prawa są naogół takie same, jak prawa wytrzymałości na przebicie powietrza, A więc w polu jednostajnym — możliwe jest tylko wyładowanie zupełne; rozkład napięć wzdłuż powierzchni — jest taki sam, jak w powietrzu między równoległymi płytami; napięcie krytyczne zmniejsza się z rosnącą odległością i t. d. Krzywa napięć krytycznych na przeskok leży niżej, niż tamta, ale ma prawie identyczny przebieg. Zjawisko przeskoku nie jest przeto czemś innym, niż zjawisko przebicia powietrza iskrą, tylko znajduje się pod wpływem ubocznych zjawisk w środowisku.

Niższe wartości krzywej tłumaczą się wpływem wilgotności na powierzchni izolatora. Napięcie krytyczne na przeskok maleje ze wzrostem wilgotności. Ponieważ wilgoć występuje naogół zawsze na izo-

latorach porcelanowych, ułatwia ona powstawanie dłuższych iskier ślizgowych na ich powierzchni. Materiały izolacyjne „tłuste”, np. parafina, zachowują się bardziej odpornie pod tym względem.

Oporność powierzchniowa ma tylko pośredni wpływ na wyładowania powierzchniowe, a to zależnie od stopnia wilgotności, spada ona bowiem dosyć znacznie z rosnącą wilgotnością.

Szerokość smugi wyładowań jarzących zwiększa się prostolinijnie z napięciem. Napięcie zaś, przy którym te wyładowania występują, jest odwrotnie proporcjonalne do stałej dielektrycznej.

Celem uniknięcia lub zmniejszenia wyładowań powierzchniowych unikać należy konstrukcji, powodujących duże składowe styczne pola elektryczne.

Długość izolatora przepustowego uwarunkowana jest wysokością napięć powierzchniowych. W tym względzie przedstawienie wykresne rozkładu pola elektrycznego (za pomocą jednostkowych komórek energii *) daje dobry obraz napięć i umożliwia obliczenie. Warstwa powietrza wzdłuż powierzchni izolatora naprężana jest przez składowe styczne napięcia pola. Składowe te powinny być możliwie równe wzdłuż całej powierzchni i nie mogą przekraczać wartości krytycznej napięcia powietrza przy wyładowaniach powierzchniowych (ok. 11 kV/cm). Nadmierne napięcie w jakimś miejscu sprowadza tam lokalne wyładowania, które powodują jonizację powietrza i ułatwiają wyładowania ślizgowe, prowadzące do przeskoku iskry. Występy i kołnierze na izolatorze, umieszczone prostopadle do kierunku napięcia pola, działają tłumiąco na prądy powierzchniowe i utrudniają wyładowania.

Długość izolatora przepustowego nie jest jednak tak istotnym czynnikiem ze względu na wyładowania powierzchniowe, jakby się to mogło wydawać. Powiększanie jej nie pociąga za sobą w tym samym stopniu zwiększenia wytrzymałości na przeskok. Raczej można to osiągnąć przez zwiększenie średnicy izolatora u kołnierza, bo wtedy zmniejszają się napięcia krawędziowe, będące przyczyną wyładowań powierzchniowych.

Rodzaje izolatorów przepustowych. — Poznanie powyższych zjawisk doprowadziło do stosowania przy nowoczesnych izolatorach przepustowych materiałów o małej stałej dielektrycznej. Podstawy do opartej na tem teorii izolatorów przepustowych pochodzą od prof. I. Mościckiego (1908 r.), rozwinięta ona została przez prof. Kuhlmana (Zurych), którego nazwisko teoria ta odtąd nosi.

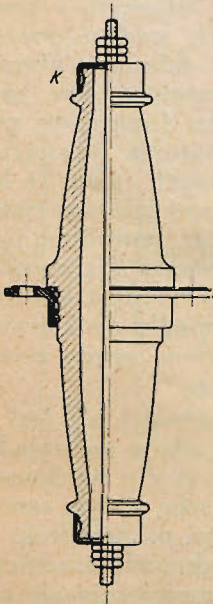
Izolatory porcelanowe, wyrabiane stosownie do tej teorii, mają jako główny dielektryk powietrze, olej lub masę izolacyjną o małej stałej dielektrycznej (Rys. 5); porcelana zaś daje u nich głównie wytrzymałość mechaniczną, odporność na wpływy atmosferyczne i t. p. Ścianki porcelanowe są zatem cienkie, tyle, ile wymagają względy mechaniczne. Izolatory takie mają mniej więcej postać dwóch stożków, złączonych podstawami w miejscu przepustu przez ścianę i są złożone przy większych rozmiarach zwykle z dwóch części. Jeżeli jedna część ma być pograżona w środowisku o większej wytrzymałości, niż powietrze (np.

*) p. Przegl. Elektr., 1926, str. 149.

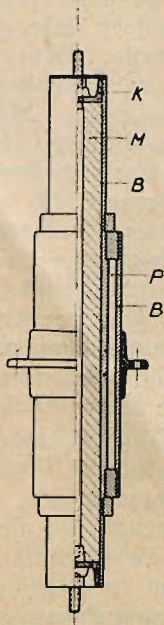
w oleju lub masie zalewnej), to robi się ją wtedy odpowiednio krótszą.

Izolatory przepustowe wyrabia się obecnie także z *papieru twardego*. Te ostatnie stosuje się w pomieszczeniach zamkniętych, tu wypierają one izolatory porcelanowe. Dzieje się to skutkiem łatwości obrabiania izolatorów papierowych i skutkiem ich mniejszej stałej dielektrycznej. Nawet pod gołym niebem zjawiają się już izolatory papierowe, pokryte płaszczem porcelanowym.

Oryginalnym typem izolatora przepustowego, który odpowiada wyżej wymienionym postulatom, jest izolator przepustowy z *płaszczem powietrznym* (*P*) systemu *H a e f e l y'ego* (Rys. 6), gdzie warstwa powietrza umieszczona między warstwami z papieru bakelizowanego (*B*) (t. zw. hefelitu) utrudnia wyładowania powierzchniowe z powodu jej małej stałej dielektrycznej. Wnętrze izolatora wypełnione jest



Rys. 5.



Rys. 6.

masą (*M*) również o małej stałej dielektrycznej. Izolator ten opatrzony jest u końców kołnierzami (*K*), połączonymi z przewodem, wychodzącym z izolatora. Kołnierz wystaje nieco poza krawędź izolacji i powoduje w ten sposób lepszy rozkład pola wzdłuż powierzchni izolatora. Konstrukcja ta ma zapewnić opóźnienie wyładowań ślizgowych (są one proporcjonalne do trzeciej potęgi napięcia), powstawaniu których sprzyja nadmierne natężenie pola na powierzchni przewodu. Raczej dopuszcza ona do wyładowań smużystych (te rosną tylko z pierwszą potęgą napięcia).

U izolatorów porcelanowych (Rys. 5) powyższą rolę kołnierza spełniają kołpaki (*K*), nasadzone u ich końców.

Ideę równomiernego naprężenia izolatora przepustowego na przebicie i na przeskok bardzo oryginalnie próbował rozwiązać *N a g e l* (1906 r., Siemens-Schuckert). Jego izolatory (Rys. 7) są złożone z koncentrycznych warstw o małej stałej dielektrycznej, podzielonych okładzinami metalowymi (czarne kresy na Rys. 7). W ten sposób otrzymuje się szereg kon-

densatorów walcowych spółośrodkowych, połączonych posobnie; stąd nazwa izolatorów *kondensatorowych*. Przypadające wtedy na każdy kondensator napięcie, jest odwrotnie proporcjonalnie do jego pojemności. O ile pojemności tych kondensatorów są równe, to i napięcia na nich są te same. Jeżeli pozatem dielektryki kondensatorów są jednakowo grube, to i naprężenia na przebicie wypadną prawie jednakowe.

Równomierne naprężenia wzdłuż powierzchni, a więc na przeskok, chciał *Nagel* uzyskać przez wprowadzenie okładzin kondensatorów na zewnątrz powierzchni izolatora. Tę jednak — przy równomiernym naprężeniu promieniowym (na przebicie) — osiągnąć nie można z powodu nierówności promieni poszczególnych kondensatorów.

Aby otrzymać równomierne naprężenia osiowe (na przeskok), trzeba odstąpić od równości pojemności przy równych grubościach kondensatorów. *Reynders* (1909 r.) osiąga to przez odpowiednie stopniowanie długości przy równej grubości warstw. Pojemności kondensatorów są wtedy różne. Inny znów sposób (*Coates*, 1921 r.) dąży przez stopniowanie grubości raczej do zupełnej równomierności naprężeń osiowych, rezygnując z równomiernością naprężeń promieniowych.

Jakiemu systemowi dać przewagę, narazie trudno jeszcze orzec, rozważania teoretyczne i studia praktyczne nad tą kwestją są w toku, świadcząc o tem, że technika izolatorów przepustowych idzie w kierunku izolatorów kondensatorowych.

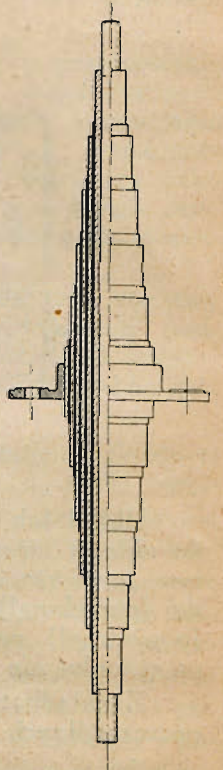
Takie izolatory przepustowe budowane obecnie do napięć najwyższych, mają np. przy 500 kV nomin., długość 3—4 m, a średnicę 40—50 cm.

Izolatory przepustowe, stosowane w urządzeniach napowietrznych, mają zasadniczo ten sam kształt, co umieszczone pod dachem. Odpowiednio zwiększone wymiary kołnierzy okapowych, zabezpieczają je od wpływu opadów atmosferycznych.

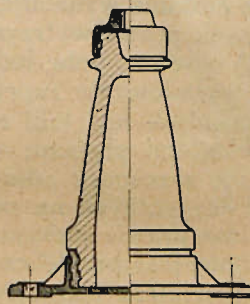
2. Izolatory wsporcze.

Izolatory wsporcze służą do umocowania szyn zbiorczych, odłączników i t. p. przyrządów wysokiego napięcia. Co do kształtu, podobne są do izolatorów przepustowych, stanowiąc niejako ich górną część (Rys. 8). Pod względem elektrycznym

są jednak zupełnie inaczej naprężane, gdyż nie posiadają we wnętrzu części, pozostających — jak u tamtych — pon napięciem.



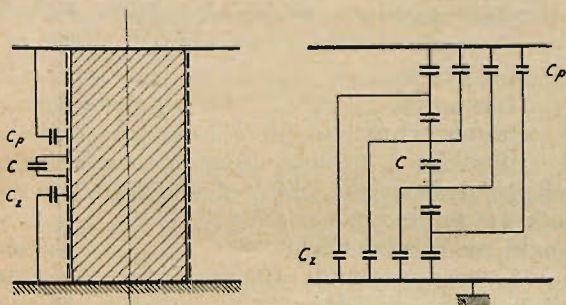
Rys. 7.



Rys. 8.

Jedną ich elektrodą jest szyna lub t. p. przewodnik, umocowany do jednego końca, drugą zaś elektrodą jest uziemiona konstrukcja wsporcza. Rozkład pola, a przez to i naprężeń jest u nich znacznie dogodniejszy, niż u przepustowych. Naprężenia na przebicie i przeskok wypadają bowiem prawie w ten sam kierunek i są prawie równe. Naprężenia krytyczne jednak znacznie się od siebie różnią, gdyż ma się tu do czynienia z jednej strony z materiałem izolacyjnym stałym (porcelana, papier), naprężanym na przebicie, a z drugiej z warstwą powietrza wzdłuż powierzchni izolatora, naprężana na przeskok.

Wytrzymałość na przebicie jest już zwykle zapewniona względami na wytrzymałość mechaniczną, zależniami od ciężaru umocowanej na izolatorze konstrukcji, naprężeniami, występującymi w razie zwarcia i t. p. Wytrzymałość zaś na przeskok uwarunko-



Rys. 9.

wana jest — podobnie, jak u izolatorów przepustowych — naprężeniami powietrza wzdłuż powierzchni, oraz możliwością wyładowań powierzchniowych.

Pod tym względem występuje jednak pewna różnica między oboma rodzajami izolatorów. Izolatory wsporcze można znowu traktować, jako zbiór elementarnych kondensatorów pierścieniowych, kondensatory te (Rys. 9) mają pojemności C względem siebie — jednakowe, c_z względem ziemi, malejące z odległością od niej i c_p — względem przewodu, mniejsze nieco, niż względem ziemi i również malejące z odległością. Mamy zatem rozkład napięć podobny, jak w łańcuchu izolatorów wiszących. Z porównania z podobnym schematem dla izolatora przepustowego (Rys. 4) widać, że tamten układ jest mniej korzystny. Tutaj działanie pojemności względem przewodu i względem ziemi, jako zbliżonych co do wartości, poprawia rozkład napięć.

Izolator wsporczy jest przeto, pod względem rozkładu napięcia wzdłuż powierzchni, korzystniejszy, niż przepustowy lub linjowy. Nie znaczy to jednak, aby wymagania stawiane izolatorom wsporczym miały być łagodniejsze, niż dla przepustowych. Pamiętać należy, że np. izolatory wsporcze, trzymające szyny zbiorcze, znajdują się nieraz bliżej źródła prądu. Zwarcie skutkiem przeskoku może tu spowodować większe komplikacje, niż u izolatorów przepustowych, umieszczonych np. w ścianie budynku, leżących więc dalej i zwykle należących do przewodów, wiodących mniejszą energię, niż szyny zbiorcze.

Izolatory wsporcze, podobnie, jak przepustowe, nie są już obecnie stosowane wyłącznie w pomieszczeniach zamkniętych. W podstacjach pod gołym niebem wystawione na wpływy atmosferyczne, muszą mieć kształt i wymiary dostosowane do warunków,

w jakich się znajdują. Przy bardzo wysokich napięciach przechodzą one w *kolumny*, złożone z ogniw, podobnych do izolatorów wiszących.

Słownictwo maszyn elektrycznych

(Przejrane przez Centralną Komisję Słownictwa Elektrotechnicznego).

Podając słownictwo maszynowe systematycznie ujęte, prosimy czytelników o nadsyłanie uwag pod adresem Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich, Czackiego 5, dla Komisji Słownictwa.

- Maszyna elektryczna — (prądnicą lub silnik).
 Maszyna dynamoelektryczna — (prądnicą lub silnik z elektromagnesami).
 Maszyna magnetoelektryczna — (prądnicą lub silnik z magnesami stałymi).
 Magneto (rodzaj nijaki — to magneto) — (prądnicą magnetoelektryczną dla zapalania mieszanin wybuchowych).
 Maszyna przenośna.
 „ przewoźna.
 „ umiejscowiona lub stała.
 „ otwarta.
 „ półzamknięta lub przymknięta.
 „ z okapem od wody kapiącej lub od oprysku.
 „ zamknięta.
 „ zamknięta z wylotami.
 „ zamknięta z chłodzeniem podosłonowym.
 „ zamknięta z chłodzeniem wewnętrznym.
 „ szczelna na kurz.
 „ szczelna na wodę.
 „ z ochroną przeciwwybuchową.
 „ przewietrzana — (za pomocą urządzenia obcego).
 „ przewiewna — (za pomocą urządzenia własnego).
 „ z chłodzeniem wodnym.
 Prądnicą lub generator.
 Turboprądnicą (prądnicą do sprzężenia w turbiną).
 Prądnicą prądu stałego.
 „ prądu zmiennego.
 „ prądu szybkozmiennego.
 „ jednofazowa.
 „ dwufazowa.
 „ trójfazowa.
 „ wielofazowa.
 „ unipolarna.
 „ prądu zmiennego z nieruchomymi uzwojeniami.
 „ wewnętrznobiegunowa.
 „ zewnętrznobiegunowa.
 „ różnobiegunowa.
 „ jednakobiegunowa.
 „ dwubiegunowa.
 „ wielobiegunowa.
 „ obcowzbudna.
 „ samowzbudna.
 „ boczniowa.
 „ boczniowa główfikowana.
 „ boczniowa przegłówfikowana.