

których potworzyło się w ostatnich czasach mnóstwo, pod różnemi nazwami. Zwłaszcza przy wysokim napięciu koniecznie potrzebne są wiadomości o tych materiałach, gdyż tam czynnik izolacyjny wysuwa się na pierwszy plan i odgrywa bardzo poważną rolę w kosztach.

Materiały izolacyjne stałe można podzielić na trzy grupy:

naturalne, używane bez specjalnej przeróbki (marmur, asbest, mika, łupek, drzewo, kauczuk, gutaperka);

ceramiczne, otrzymywane skutkiem procesów ceramicznych (porcelana, szkło, kamionka);

sztuczne, zarówno przerabiane z różnych produktów naturalnych (papier, mikanit), jak też na podstawie procesów syntetycznych, jako sztuczne twory zastępcze (sztuczna żywica, bakelit).

W dalszym ciągu zajmiemy się tylko materiałami, mającemi zastosowanie praktyczne w technice wysokich napięć, jak porcelana, papier impregnowany, sztuczna żywica i to raczej ze strony praktycznego ich użycia, a więc wytrzymałości, aniżeli ze strony technologicznej. Przedewszystkiem trzeba jednak zapoznać się ze zjawiskami, zachodzącymi w izolatorach stałych, poddanych działaniu napięcia elektrycznego.

1. Przewodność materiałów izolacyjnych stałych.

Przechodzenie prądu przez izolator stały musi się odbywać — ze względu na jego stan skupienia — w nieco inny sposób, niż w izolatorach płynnych i gazowych, w których cząsteczki mogą odbywać ruch postępowy wraz z ładunkami elektrycznymi. Ładunki te (elektrony), związane ściśle z cząsteczkami, nie mogą pod wpływem pola elektrycznego poruszać się tak, jak w przewodnikach, lecz tylko doznają przesunięcia względem ich pierwotnego położenia w stosunku do cząsteczki. Następuje polaryzacja dielektryku, o której mówiliśmy w rozdziale, traktującym o podstawach nauki o wytrzymałości elektrycznej. Przesunięcie dielektryczne jest proporcjonalne do natężenia pola. Jeżeli więc to natężenie przekroczy dopuszczalną dla danego materia-

łu granicę, to musi nastąpić gwałtowne oderwanie ładunków elektrycznych od cząsteczek, czyli zniszczenie działalności dielektryku. Prąd elektryczny może już wtedy płynąć przez izolator, względnie przez utworzony w nim kanał przewodzący.

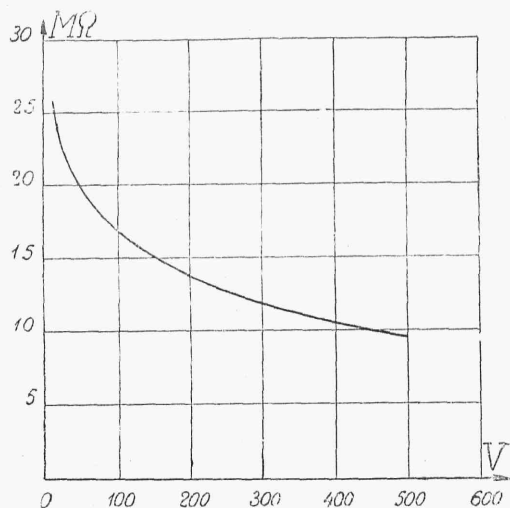
Jednak nie tylko w takim przypadku prąd może przepływać przez izolator. Jak poprzednio mówiliśmy nawet najlepszy izolator posiada pewną przewodność tak, że przepływa prąd, o ile pozostaje on pod napięciem. Pochodzi to prawdopodobnie stąd, że pod wpływem natężenia pola następuje pewna, choćby minimalna, dysocjacja materiału; uwolnione jony tworzą sobie drogę przez dielektryk. Skutkiem przepływania prądu przez ciało o dużej oporności, powstaje stosunkowo duże ogrzewanie, co powoduje tworzenie się wilgoci wewnątrz dielektryku. Pod wpływem wody następuje roztwór materiału. Wszystko to odbywa się przy stosunkowo dużym natężeniu pola. Mamy więc zjawisko i elektrolitycznego przewodzenia prądu. Wydaje się, jakoby przewodność wzrosła skutkiem ciepła, względnie skutkiem natężenia pola. Tem tłumaczy się zjawisko ujemnego współczynnika cieplnego oporności materiałów izolacyjnych. Im większe jest natężenie pola, tem wybitniej występują te zjawiska i tem bardziej prąd wzrasta. Przy potęgowaniu prądu łatwo może dojść do gwałtownego wzrostu prądu, a więc do zniszczenia izolacyjności materiału.

Taka jest teoria współczesna przebicia materiałów izolacyjnych stałych.

Poprzednio wskazywaliśmy, że dielektryki, złożone z kilku warstw o różnej stałej dielektrycznej i różnej przewodności, wykazują większe straty dielektryczne, niż dielektryki jednorodne. W rzeczywistości materiały izolacyjne możemy uważać jako złożone nie z jednolitego, lecz z różnych materiałów, w różny sposób zmieszanych, więcej lub mniej jednolicie. Pomiar i badania potwierdzają to i wykazują, że, im bardziej czysty i jednolity jest materiał izolacyjny, tem te dodatkowe zjawiska są mniej wyraźne. Materiały izolacyjne płynne, jako mogące się łatwiej wyrównywać skutkiem dyfuzji, nie wykazują tych zjawisk wyraźnie.

Zwłaszcza wpływ wody higroskopijnej jest tu bardzo znaczny, wobec tego, że roztwory wodne po-

siadają bardzo dużą przewodność, obok dużej stałej dielektrycznej wody wobec innych materiałów tak, że stosunek $\frac{\epsilon}{\gamma}$ jest dla wody bardzo mały w porównaniu z tym stosunkiem dla innych materiałów, w których się ona znajduje. Skutkiem tego materiały izolacyjne higroskopijne wykazują większe straty dielektryczne.



Rys. 22.

Zależność przewodności od wilgotności powietrza jest bardzo trudno ustalić, gdyż materiały higroskopijne, raz nasiąknięte wilgocią, bardzo trudno ją oddają. Natomiast stwierdzono, że ich oporność zależy od natężenia pola, a więc i od napięcia przyłożonego, a mianowicie jest odwrotnie proporcjonalna do drugiego pierwiastka z napięcia: $R_i = k \frac{1}{\sqrt{V}}$, gdzie k jest współczynnikiem proporcjonalności. (Rys. 22).

Rozdział wilgotności w izolatorze jest niejednostajny, zależy on od układu pór i włókien materiału oraz od czasu trwania naprężenia. Skutkiem tego prąd skośny wzrasta z tym czasem, np. u materiałów włóknistych.

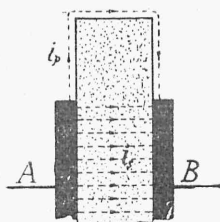
Pozatem stwierdzono, że przewodność materiałów izolacyjnych stałych zależy również od jonizacji obcej (radioaktywnej), która powoduje zwiększenie

się przewodności. Wskazywałyoby to na pokrewny sposób przewodzenia prądu przez izolator stały, jak przez płynny i gazowy.

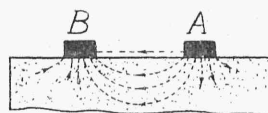
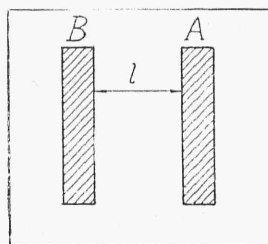
Przewodzenie elektryczności w izolatorach stałych nie jest jeszcze tak dobrze zbadane, jak w cieczach i gazach. Narazie stwierdzono istnienie przewodzenia metalicznego, elektrolitycznego i gazowego. Niewątpliwie wkrótce dojdziemy do jednolitej teorii przewodzenia elektryczności w ciałach.

2. Przewodność powierzchniowa.

Izolator stały, wystawiony na działanie napięcia na elektrodach A B (Rys. 23), do niego przylega-



Rys. 23.



Rys. 24.

jących, wykazuje dwojaki prąd: prąd skrośny i_s , płynący wskroś izolatora, oraz prąd powierzchniowy i_p , płynący po jego powierzchni. Zależnie od położenia elektrod względem siebie i względem powierzchni izolatora, płyną te prądy rozmaicie przez izolator wzgl. po jego powierzchni. Który z nich przeważa,—zależy to ponadto od czynników zewnętrznych. Naogół przy izolatorach złych i suchem powietrzu otaczającym, przeważa prąd skrośny, przy dobrych i powietrzu wilgotnem — przeważa prąd powierzchniowy.

Prąd skrośny określony jest przewodnością skrośną materiału, prąd powierzchniowy — jego przewodnością powierzchniową. Jeżeli oznaczymy przez R_p oporność powierzchniową drogi prądu od elektrody A do B, tj. o długości l i sze-