

5. Papiery izolacyjne.

Papier izolacyjny, znany także pod nazwą papieru t w a r d e g o, wyrabia się, podobnie jak papier zwykły, z celulozy z dodatkiem włókien bawełnianych, lub im podobnych, przy zastosowaniu jednak specjalnych zabiegów. Najważniejszym zabiegiem jest należyte wysuszenie papieru tak, aby wszędzie miał jednakowy stopień wilgotności i jednakową stałą dielektryczną, na którą również ma wpływ zawartość wody i powietrza w porach. Ponieważ papier jest wystawiony na wpływy wilgoci powietrza, może wchłaniać i wydawać tę wilgoć i to najintensywniej w warstwach zewnętrznych; przez to zmieniają się jego właściwości.

Wobec tego papier trzeba poddać działaniu substancji dobrze izolującej, a nie przyjmującej wody, jak np. oleje, lakiery, parafina, smoła, żywica i t. p. Działanie to musi być dwojakie: p o w l e k a n i e, czyli lakierowanie, wtedy mamy do czynienia z dwiema warstwami izolacyjnymi: papierem i lakierem; albo też n a s y c a n i e papieru tak, że otrzymujemy jednolitą warstwę, przepojoną masą izolacyjną, która wyparła wodę i powietrze z papieru. Sposoby takiego przerabiania papieru są właśnie czynnikiem warunkującym dobroć i wytrzymałość izolacji i stanowią zwykle tajemnicę fabryczną. Procesy te odbywają się w stanie gorącym i pod ciśnieniem, aby wypędzić wilgoć z oleju, jednak przy takiej temperaturze, aby papieru nie zepsuć (ok. 100° C). Papier tak przyrządzony, zwykle bardzo cienki, składa się warstwami pod prasę w postaci płyt lub zwinięty w postaci rur. Ta ostatnia forma daje lepsze wyniki, gdyż łatwiej można zastosować jednostajne ciśnienie podczas wyrobu.

Papier nie znosi dużych temperatur. Przy 100° C zaczyna się jego utlenianie, przy 105 — 110° — kruszeje; ale nawet przy znacznie niższych temperaturach, o ile papier jest na nie trwale wystawiony, traci na wytrzymałości mechanicznej i elektrycznej. Dlatego nie można dopuszczać do nadmiernego grzania się izolacji papierowej; zwłaszcza odnosi się to do kabli, które obecnie, prawie wyłącznie, są wyrabiane o takiej izolacji. Jako maksymalnie dopuszczalną granicę grzania się papieru — przyjąć można 80° C.

N a s y c a n i e papieru podnosi jednak jego wytrzymałość w tym względzie. Doskonale nasycony papier może wytrzymywać takie temperatury, jak je-

go masa impregnacyjna. Kwestja ta, t. j. odporność papierów twardych na ciepło, nie jest jeszcze ostatecznie wyjaśniona. Podawane przez różnych badaczy wartości różnią się zbyt od siebie, aby można było ustalić jakieś liczbowe normy w tym względzie.

Dawniej stosowano parafinę, jako materiał impregnacyjny, bardzo dobry pod względem mechanicznym i elektrycznym, lecz mało odporny na ciepło. Lepszy jest szelak, dający papierowi wytrzymałość do 20 kV/mm, lecz nie znoszący temperatur wyższych, niż 100° C.

Obecnie używana jest sztuczna żywica, znana pod nazwą bakelitu (od wynalazcy—dr. B a e k e l a n d a z Nowego Jorku). Jest to syntetyczne połączenie benzofenolów (C_6H_5OH) z formaldehydem ($HCOH$) przy zastosowaniu silnego katalizatora, np. kwasu solnego lub alkaliów (amoniak).

Jako produkt tego otrzymuje się masę kleistą, łatwo rozpuszczalną (np. w alkoholu), topliwą; stan taki nazywamy stanem A. Przez poddanie tej masy dłuższemu ogrzewaniu, przechodzi ona w stan B, jako ciało stałe, dosyć kruche, jeszcze podatne ciepłu, przez które staje się plastyczne, ale już nie topliwe i rozpuszczalne, tylko w niektórych silnych rozpuszczalnikach (aceton, fenol). Pod ciśnieniem da się urabiać plastycznie w formy. — Przy dalszem ogrzewaniu przez 2 — 3 godziny przy 140 do 180° C w specjalnych piecach (bakelizatorach), pod ciśnieniem ok. 2 atm., aby przeszkodzić wydzielaniu się gazów wewnątrz masy w postaci porów, — bakelit przechodzi w ostatnie stadium (stan C), jako materiał jasny, przezroczysty, bardzo twardy, mało elastyczny, nierozpuszczalny i nietopliwy. Tylko stężony kwas solny i azotowy może go nadgryźć. Znosi ciepło do 300° C, poczem powoli się zwęgla, lecz nie mięknie. Ciężkość właściwa ok. 1.75, stała dielektryczna 6 — 8. Wytrzymałe ok. 23 kV/mm.

Do wyrobu papieru izolacyjnego używa się bakelitu w stanie A, rozpuszczonego w alkoholu, którym się pociąga papier. Po wyschnięciu papier przepuszcza się przez odpowiednie maszyny, w których nawija się go spiralnie na rury pod ciśnieniem i przy temperaturze 130 — 140° C, przez co bakelit przechodzi w stan C, a składniki gazowe ulatniają się.

Papier bakelitowany odporny jest na ciepło do 250° C i na wpływy olejów. Wytrzymałość elektryczna przeszło 20 kV/mm, jest ona jednak większa w kierunku

ku prostopadłym do warstw, niż w równoległym, (jak zresztą przy każdym papierze izolacyjnym uwarstwionym).

Daje się on łatwo obrabiać, czem różni się bardzo korzystnie wobec porcelany, od której pozatem jest ok. 2 razy lżejszy, bardziej wytrzymały elektrycznie i znacznie wytrzymalszy na zgięcia. Natomiast jest stosunkowo mniej odporny na wpływy wilgoci atmosferycznej, dlatego nie można go używać pod gołym niebem. Stała dielektryczna wynosi 3—5, zależnie od wyrobu. Straty dielektryczne dosyć duże.

W użyciu jest on znany pod różnemi nazwami, jak: repelit, bituba, hefelit, pertinax i t. p., zależnie od fabryki, która go wyrabia.

W ostatnich czasach wyrabiają masę bakelitową ze sproszkowanej celulozy, nasyconej bakiitem. Przez to otrzymuje się materiał, wykazujący taką samą wytrzymałość w różnych kierunkach, niezależnie od układu warstw, jak przy papierze twardym. Obrabialność jego skutkiem tego jest lepsza; ma on wytrzymałość elektryczną ok. 15 kV/mm, na ściskanie ok. 5000 kg/cm², na zgięcie 600 kg/cm². Stała dielektryczna $3,8 \div 4,5$.

Sztuczne materiały izolacyjne wchodzą coraz bardziej w użycie, wypierając porcelanę, na razie z miejsc zamkniętych; — o ile uda się — w co wątpić nie można — wynaleźć materiał izolacyjny sztuczny, odporny na wilgoć, będzie on groźnym konkurentem dla porcelany napowietrznej, jako znacznie od niej lżejszy i łatwiej obrabialny.
