

wynalazek będzie rozwiązaniem kwestji izolatorów składanych.

Kit używany do sklejania poszczególnych kloszy izolatora musi być elastyczny. Próbowano podnieść elastyczność kitu przez dodanie lakierowanej powłoki, przez wkładki elastyczne i t. p., ostatnio zaś zalecają dodanie żywicy do cementu, co ma dawać dobre wyniki. Są to jednak niepewne środki, gdyż niewiadomo, jak długotrwałą jest ich elastyczność. Miejsce skitowania powinno się stykać z powietrzem tylko na bardzo wąskiej przestrzeni, aby wysychanie kitu trwało długo. Im warstwa kitu cieńsza, tem dłużej schnie. Izolatory o grubej warstwie kitu są mniej trwałe.

Stwierdzono, że izolator z biegiem lat się starzeje, wykazuje większą stratność i częstokroć, bez żadnej wyraźnej przyczyny, zostaje uszkodzony, być może, że właśnie kit jest tego przyczyną.

Liczba kloszy izolatora zależy od jego przeznaczenia. Normalnie stosuje się izolatory trójkloszowe. Tam zaś, gdzie mamy do czynienia z oparami słonecznymi i t. p. (np. na brzegu morskim), lepiej stosować dwukloszowe, które są łatwiejsze do oczyszczania przez deszcz, wiatr i t. p. Ponieważ jednak ich wytrzymałość na przeskok jest mniejsza, trzeba zwykle brać większy typ, niż wypada. Izolatory czterokloszowe stosuje się przy napięciach wyższych od ok. 50kV.

Wobec tego, że kit, sklejający izolatory, długo wysycha, powinno się je próbować tylko po dostatecznie długim czasie wysychania.

Izolatory umocowywa się za pomocą trzonów z żelaza kutego lub zlewne, opatrzonych u góry nacięciem, aby się trzymały kitu. Podobnie jak kit, służący do spojenia kloszy izolatorowych, musi być kit, za pomocą którego umocowywa się izolator na trzonie, pierwszej jakości. Najlepszy jest kit cementowy; używany dawniej marmurowy, okazał się za mało wytrzymały na naprężenia mechaniczne. Trzon izolatora nie powinien być opatrzony występami, wzgl. rowkami na całej długości, wchodzącej w kit, gdyż to uniemożliwi mu swobodne rozciąganie się pod wpływem zmian temperatury; najlepiej dać na samym tylko końcu takie występy lub nacięcia zadzierzyste.

### 3. Izolatory wiszące.

Izolatory stojące nie mogą być stosowane przy wszelkich napięciach wobec tego, że ciężar ich, a więc i cena, szybko rosną z napięciem. Powyżej 60 kV zwykły izolator (deltowy) przybiera zbyt duże wy-

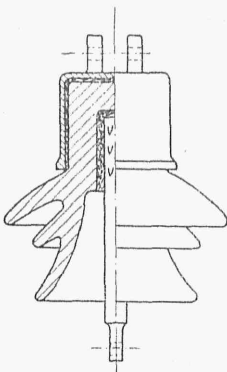
miary, pociągające za sobą wzrost kosztów i ciężaru (ponad 10 kg), które naogół rosną od 60 kV z trzecią potęgą napięcia. Wymaga to zbyt dużych masztów i nader utrudnia montowanie. Wobec tego, przy napięciach, przekraczających 35 do 40 kV zarzucamy izolatory stojące, a stosujemy wiszące, składające się z kilku ogniw, łączonych szeregowo ze sobą i tworzących łańcuch.

Pierwotna forma izolatora wiszącego pochodzi z Ameryki, gdzie Hewlett w 1907 r. spróbował zawiesić kilka izolatorów pod sobą, nadając im charakterystyczny kształt ogniw łańcucha, który przetrwał z małymi zmianami do dzisiaj u izolatorów łańcuchowych. Przewód umieszczony był u dołu, zamiast u góry, jak przy stojących; stąd nazwa izolatora „wiszącego”. W parę lat później zjawily się w Europie (1909, fabryka porcelany w Hermsdorf, Niemcy) izolatory wiszące innego typu, których łączenie ze sobą odbywało się za pomocą kołpaka osadzonego na główce izolatora i odpowiednio zakończonego trzonem; stąd nazwa izolatorów kołpakowych. W parę lat znowu później, w Ameryce, pojawił się typ izolatorów kołpakowych (Jeffery - Dewitt), które miały dolną część wyrobioną również na kształt główki, a zamiast trzonu — drugi kołpak; są to izolatory dwukołpakowe.

Te trzy typy — różniące się między sobą zasadniczo pod względem elektrycznym — dziś są powszechnie używane, po przejściu szeregu ulepszeń.

#### a) Izolatory kołpakowe.

Pierwsze izolatory kołpakowe (Hermsdorf, 1909 r.) wzorowano na typie izolatorów stojących deltowych. Były one opatrzone w kołpaki z żelaza lanego, przykitowane do porcelanowej główki izolatora, oraz trzon zakończony uchem. (Rys. 37). Ucho trzonu łączyło się śrubami z uszami kołpaka. Izolator taki miał zwykle dwa klosze porcelanowe, osłaniające trzon od deszczu, nawet skośnie padającego, tak, że przeskoczenie iskry miało następować raczej między przewodem a wspornikiem, a nie między kołpakiem jednego ogniwa, a jego trzonem lub kołpakiem drugiego; nie zawsze jednak to się działo. Prócz tego, ogniwa poszczególne, będąc

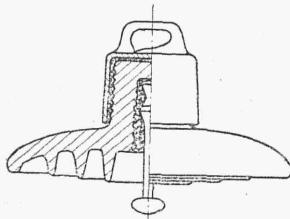


Rys. 37.

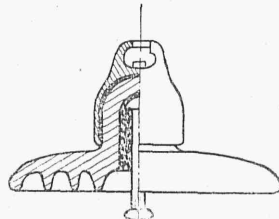
dłuższe niż szersze, tworzyły łańcuch zbyt długi i ciężki, co pociągało za sobą większe odstępstwa przewodów, a więc droższą konstrukcję linii. W nowych urządzeniach takie izolatory są prawie nie spotykane.

Nowsze izolatory kołpakowe (1911) mają kształt zasadniczo inny, niż kloszowe; są raczej szersze, niż dłuższe i są pozbawione kloszów. Porcelana zato ma kształt talerza z paroma żebrami u spodu, opatrzonego ocynkowanym żelaznym kołpakiem u góry i trzonym żelaznym u dołu. Trzon jednego dzwona łączy się przegubowo z kołpakiem drugiego tak, że można je bardzo łatwo zakładać bez użycia śrub. (Rys. 38 i 39).

Podczas deszczu powierzchnia zewnętrzna izolatora i trzon są chronione od zamoczenia podobnie, jak u izolatorów kloszowych, to też wyładowania występują tu z reguły: na sucho — między kołpakami naokoło talerza, a przy deszczu między talerzami. To może doprowadzić do pęknięcia talerza pod wpływem łuku świetlnego dłużej trwającego. Umieszczenie na izolatorze daszków metalowych na talerzach lub obręczach, o których była mowa przy izolatorach stojących, łagodzi wprowadzić te nie mile skutki, lecz zwiększa ciężar i koszt izolatorów. Najlepszym środkiem jest tu stosowanie kabłąka ochronnego, mającego ponadto inne jeszcze znaczenie. Będzie o tem mowa w następnym ustępie.



Rys. 38.



Rys. 39.

Obliczenie elektryczne izolatora kołpakowego jest częściowo odmienne od stojącego. Ponieważ jednak izolatora wiszącego nie stosuje się pojedynczo, lecz tylko zawsze w łańcuchu przynajmniej dwu ogniów, przeto warunki przeskoku iskry jednego ogniwa mniej nas interesują. To też izolatorom wiszącym stawiamy pod tym względem tylko takie wymagania, aby ich talerze nie dopuszczały do przeskoku od kołpaka do trzona naokoło jednego ogniwa, lecz raczej wzdłuż całego łańcucha. Szerokość talerza wpływa tylko nieznacznie na zwiększenie wytrzymałości łańcucha na przeskok. Obliczenie zaś na przebiecie odbywa się podobnie, jak stojącego, ma-

my bowiem tu część kulistą i walcową, które można traktować jako układy podstawowe.

Dążenie do zwiększenia wytrzymałości izolatora na przebiecie doprowadziło do takiego ukształtowania ścianek porcelany izolatora, aby naprężenia były, ile możliwości, jednostajne, a pole prostolinijne. Izolatory takie mają główkę kulistą, w przeciwieństwie do poprzednio opisanych o główce walcowej.

Izolatory wiszące są zwykle wystawione na duże naprężenia mechaniczne, większe, niż u stojących, gdyż przy wyższych napięciach, przy których stosowane są one, mamy do czynienia z większymi rozpiętościami przewodów; również z powodu wzmagających się energii do przesyłania, przekroje przewodów robi się coraz grubsze. W związku z tem stawia się izolatorom coraz większe wymagania mechaniczne.

Normalnie dotąd wymagane gwarancje naprężeń 2 500 kg. dla izolatorów kołpakowych wiszących, a 3 000 kg dla odciągowych, stają się obecnie niewystarczające i żąda się, przy napięciach 200 kV, wytrzymałości nawet 7—8000 kg., a to ze względu na specjalnie mocne linki stalowo-aluminjowe. Przy tak dużych naprężeniach mechanicznych wysuwa się odpowiednie zamocowanie trzona i kołpaka na czoło zagadnienia, a więc znowu zjawia się kwestja kitu.

W izolatorze kołpakowym zwykłym, pierwotnego typu, umocowywa się trzon we wnęce, zalewając ją cementem. Trzon nie powinien mieć większych występow, wchodzących w kit, gdyż to utrudniałoby mu ruchy osiowe przy wydłużaniu się. Cement naprężany jest na ścinanie przez występy trzona i występy ścianki wnęki porcelany. I tu leży właśnie granica stosowalności dużych naprężeń mechanicznych. Poza tem pęcznienie kitu może spowodować pęknięcie izolatora. Zjawiała się przeto dążność do takiego ukształtowania naprężeń, aby kit był naprężany na zgniatanie.

Pierwszym typem takiego izolatora kołpakowego był typ szwedzki „Untra” o główce kulistej i kulistym wydrążeniu wnęki, do której wchodzi trzon. Cement, którym zalewano otwór, tworzył po zastygnięciu formę kulistą, pozwalającą mu na równomierniejsze przenoszenie naprężeń na porcelanową ściankę. Zwiększało to wytrzymałość mechaniczną.

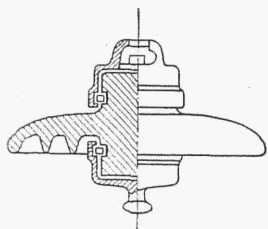
Za tem poszły inne pomysły, dążące do zupełnego usunięcia kitu, a zastąpienia go mechanicznem zamocowaniem gałek porcelanowych lub metalowych, wpu-

szczanych do wnęki przed wypaleniem porcelany; po ostudzeniu porcelana się kurczy i otwór u spodu zwęża się tak, że gałka nie może się już wydostać nazewnątrz. Między gałką a porcelaną znajdują się wkładki tekturowe i t. d., służące do równomiernego rozkładania naprężeń trzona na ścianki porcelanowe. Podobnych pomysłów jest bardzo wiele, naogół mało różniących się pod względem wytrzymałości, która — trzeba przyznać — zwiększa się przez takie konstrukcje.

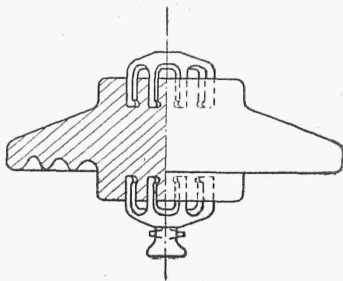
Umocowanie kołpaka na główce jest prostsze, tam rozszerzanie się metalu nie odgrywa roli, gdyż odbywa się w kierunku od porcelany. Przez występy na kołpaku i na porcelanie i zalanie kitem osiąga się dostateczną wytrzymałość. Izolator z główką kulistą nie potrzebuje specjalnych występów (*Rys. 39*). Można tu również zastąpić kit pierścieniem stalowym, wchodzącym w odpowiednie rowki kołpaka i porcelany.

#### b) Izolatory dwukołpakowe.

Dążność do usunięcia niemiłych skutków pęcznienia kitu wewnątrz izolatora, przy trzonie, spowodowała powstanie typu izolatora wiszącego o p o d w ó j n y m k o ł p a k u (*Rys. 40*), gdzie trzon jest zastąpiony drugim kołpakiem. Oba kołpaki mogą być zresztą umocowane zapomocą pierścieni stalowych, aby i z pod nich kit usunąć, albo też za pomocą pazurów (typ Jeffery-Dewitt (*Rys. 41*)). Taki izolator jest naprężany mechanicznie, wybitnie na rozerwanie. Dawniej obawiano się naprężać w ten sposób porcelanę, obecnie, kiedy okazało się, że porcelana na rozerwanie posiada wytrzymałość wystarczającą, zastosowano to właśnie przy tych izolatorach.



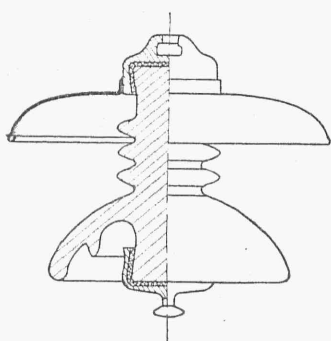
Rys. 40.



Rys. 41.

Pozatem zastosowanie izolatorów z grubym rdzeniem daje pewność, że napięcie przebicia będzie leżeć znacznie wyżej, niż napięcie przeskoku na sucho. Ten

właśnie względ doprowadził do konstrukcji izolatorów typu „Motor” (Rys. 42), wchodzącą obecnie coraz więcej w użyciu. Przy



Rys. 42.

tym izolatorze droga przeskoku i droga przebicia jest prawie jednakowa; wytrzymałość na przebicie jest zatem znacznie większa, niż na przeskok. Izolator tego typu odznacza się poza

tem jeszcze tem, że posiada klosz górny metalowy, dający większą odporność na uderzenia oraz lepszy rozdział pola elektrycznego. Stosuje się także porcelanowe klosze górne. Wytrzymałość na przeskok na sucho i na mokro różnią się tu znacznie mniej, niż u typów poprzednich. Wytrzymałość mechaniczna tych izolatorów sięga już 5—10 000 kg. Wyrób ich jednak jest trudniejszy niż poprzednich.

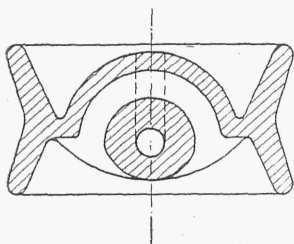
### c) Izolatory łańcuchowe.

Mają one budowę zasadniczo odmienną ze względu na sposób umocowania ich. (Rys. 43). Część porcelanowa posiada wydrążone kanały, przez które przechodzą linki stalowe cynkowane, zaczepiające się ze sobą, jak ogniwa łańcucha. W ten sposób porcelana naprężana jest tylko na ściskanie, w przeciwnieństwie do poprzednich, gdzie porcelana jest rozciągana. Zaleta ta nie jest jednak istotną, gdyż nowoczesna porcelana ma tak dużą wytrzymałość na rozerwanie, że wystarcza dla normalnie zachodzących naprężeń. Korzystniejszą zaś może być ta okoliczność, że w razie pęknięcia porcelany, łańcuch się nie rozrywa i pozostałe ogniwa mogą ewentualnie wytrzymać całe napięcie.

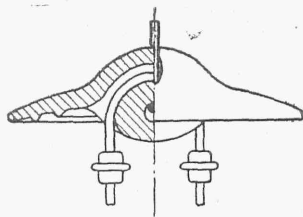
Ujemną stroną natomiast są wyładowania jarzące, powstające dosyć wcześnie w kanałach i mogące nadpsuć izolator, o ile na nim znajdują się rysy, pory i t. p.; szkodzą one również linkom izolatorowym. Charakterystyczna budowa izolatorów i ich umocowań dopuszcza raczej do wyładowań ślizgowych lub łukowych między poszczególnymi ogniwami, niż do wolnego przeskoku iskry poza izolatorem.

Nowoczesny izolator łańcuchowy ma budowę częściowo przejętą od typu kołpakowego; posiada on ta-

lerz, podobnie jak tamten, mający utrudnić wyładowania powierzchniowe. (Rys. 44).



Rys. 43.



Rys. 44.

Izolatory tego typu są droższe, niż talerzowe. Wyrób ich jest trudniejszy, niż izolatorów kołpakowych, które mają kształt brył obrotowych. Grubość ścianki nie może być tak jednostajna, jak tego wymagają względy na odporność termiczną. Wytrzymałość na przebicie jest też mniejsza. Mniejsza jest także ich pojemność własna, co jest niedogodne z punktu widzenia rozdziału napięć na łańcuchu izolatorów; — będzie o tem mowa poniżej.

Izolatory kołpakowe są obecnie pod wieloma względami lepsze, niż łańcuchowe. Ich fabrykacja poczyniła w ostatnich czasach bardzo duże postępy w Europie i wypiera izolatory łańcuchowe, które przyszedły z Ameryki, gdzie dotąd przeważnie panują. Wykazują one wobec tamtych większą pojemność, a przez to lepszy rozkład napięcia w łańcuchu, krótszą długość poszczególnego ogniwa, a przez to i całego łańcucha, a ponadto są one łatwiejsze w wyrobie i wytrzymalsze elektrycznie i mechanicznie.

Dla większego bezpieczeństwa, np. przy przejściach ponad rzekami, drogami, linjami niskiego napięcia i t. p., stosuje się izolatory w 2 lub nawet 3 rzędach.

#### 4. Łańcuch izolatorów wiszących.

Izolatorów wiszących pojedynczo prawie się nie używa, zwykle stosuje się łańcuchy z dwóch lub więcej ogniw. Łańcuch taki ma wytrzymać całe przepiętanie napięcie przeskoku. Napięcie przebicia zaś odnosi się do każdego poszczególnego izolatora, powinno być ono zawsze większe, niż jego napięcie przeskoku; jest więc uwarunkowane samą budową typu. Zależnie od obranego typu izolatora (łańcuchowe czy kołpakowe) mamy różne wartości napięcia przebicia