

Warszawa, 3 marca 1934 r.

H02h 1/02

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 19447.

Kl. 21 c, 72.

Westinghouse Electric & Manufacturing Company
(Pittsburgh, Pennsylvania, Stany Zjednoczone Ameryki).

Krażek do odgromników oraz sposób wyrobu takich krażków.

Zgłoszono 23 czerwca 1930 r.

Udzielono 19 grudnia 1933 r.

Pierwszeństwo: 22 lipca 1929 r. (Stany Zjednoczone Ameryki).

Wynalazek niniejszy dotyczy nowego rodzaju odgromnika, opartego na nowej zasadzie, niestosowanej dotychczas w tego rodzaju przyrządach, mianowicie na zasadzie zdławionych wyładowań w ograniczonych przestrzeniach o tak małych wymiarach, że ścianki przestrzeni wywierają silne działanie odjonizujące na przechodzący przez tę przestrzeń łuk, przyczem stwierdzono, iż gradient napięcia, niezbędny do utrzymania łuku, jest rzędu tysięcy woltów na centymetr długości łuku.

Poniżej podaje się przede wszystkim teorię, na której opiera się wynalazek, przyczem dla lepszego zrozumienia jej służą krzywe, przedstawione na fig. 1 — 7 rysunku.

Jeżeli dwie elektrody są przedzielone

przerwą, to w przestrzeni, stanowiącej przerwę, może nastąpić wyładowanie tylko wtedy, gdy do elektrod zostanie przyłożone określone napięcie, tak zwane napięcie przebicia. Charakterystyka wyładowania elektrycznego w takiej przerwie jest przedstawiona na fig. 1. Jeśli zaś przestrzeń, stanowiąca przerwę między elektrodami, jest wypełniona materiałem izolacyjnym, zawierającym mały kanalik, to w pierwszej chwili przebicie następuje mniej więcej przy tem samym napięciu, co i w przestrzeni nieograniczonej, lecz chcąc by prąd, płynący w przestrzeni ograniczonej, posiadał to samo natężenie, co i w przestrzeni nieograniczonej, należy przyłożyć wyższe napięcie, oznaczone na fig. 1 krzywą kreślowaną *b*. Jeśli zaś kanalik zostanie zwę-

żony jeszcze bardziej, to dla podtrzymania tego samego natężenia prądu, co i poprzednio wypadnie zastosować wyższe napięcie, co przedstawia krzywa kreskowana c na fig. 1.

Dla kanalików o kilkunastu centymetrach długości, utworzonego w materiale izolacyjnym, gradient napięcia przebicia jest rzędu 20.000 woltów na centymetr długości lub wyższego, zależnie od wielkości poru oraz rodzaju zastosowanego materiału izolacyjnego. Wartość napięcia przebicia dla kanalików lub porów krótszych jest jeszcze wyższa. Dla kanalików np. o średnicy 0,25 mm i większej minimum napięcia, podtrzymującego łuk, odpowiadające minimum napięcia charakterystyki wyładowania, wynosi mniej niż 400 woltów na centymetr. Wskutek tego, jeżeli krzywe kreskowane, odpowiadające przedstawionym na fig. 1, przedłuży się w lewo, to, jak to przedstawiono na fig. 2, mają one przebieg wzdłuż jednej linii, która przetnie oś napięcia w punkcie pięćdziesiąt lub więcej razy wyższym, niż punkty minimum napięcia, podtrzymującego łuk.

Rozpatrując krzywe na fig. 2, widzimy, że podnosząc napięcie na kanalik do wartości napięcia przebicia i utrzymując je na tej wysokości, otrzymuje się prąd, płynący w kanaliku, na przecięciu poziomej, przechodzącej przez napięcie przebicia BD , z krzywą b lub c , jak to przedstawiono w x_b lub x_c na fig. 2. Gdy napięcie spada, prąd maleje wzdłuż krzywej b lub c , jak to uwidoczniono strzałkami na fig. 2, dopóki nie zostanie osiągnięte minimum napięcia, podtrzymującego łuk, czyli napięcie zaniku CO_b lub CO_c .

Jeżeli napięcie zmniejsza się w dalszym ciągu, prąd zasadniczo spada do zera lub do prądu upływu, przechodzącego przez materiał porowaty.

Napięcie, przy którym ma to miejsce, nazywa się napięciem zaniku.

Należy zaznaczyć, że napięcie przebicia

BD dla obu krzywych b i c jest jednakowe, lecz napięcie zaniku jest wyższe dla mniejszego kanaliku.

Jest bardzo pożądane, aby napięcie zaniku w odgromniku było możliwie bliskie napięcia przebicia. Osiąga się to przy używaniu nadzwyczaj małych kanalików. Jednak w tym przypadku prąd, przewodzony przez pojedynczy kanalik, redukuje się do bardzo małej wartości, przypuszczalnie poniżej kilku miliamperów. Niezbędne zatem jest stosowanie bardzo dużej liczby małych kanalików, umieszczonych równolegle, najskuteczniej zaś osiąga się to przez stosowanie materiału o bardzo drobnych porach.

Jeżeli we wszystkich porach materiału porowatego napięcie przebicia jest jednakowe i jeżeli wszystkie pory posiadają jednostajny co do wielkości przekrój poprzeczny, tak iż napięcie zaniku jest dla nich również jednakowe, wówczas otrzymuje się dla porów omawianych charakterystykę np. w postaci krzywej B , a dla porów innej wielkości — charakterystykę w postaci krzywej C (fig. 3). Przy rozpoczęciu wyładowania, jak to przedstawiono na fig. 3 zapomocą górnej poziomej części D krzywej, dostateczna liczba porów przewodzi prąd, niezbędny do odprowadzenia ładunku pioruna, przyczyniając się do obniżenia napięcia, jak to przedstawiono w D^1 . Jednocześnie z obniżaniem się napięcia zmniejsza się prąd, przepływający w porach, dopóki nie zostanie osiągnięte niższe położenie poziome B^1 i C^1 krzywych odpowiednio dla porów dwóch różnych wielkości, przyczem wyładowanie ustaje jednocześnie we wszystkich kanalikach jednakowej wielkości. Jak poprzednio, krzywa C dla mniejszych kanalików posiada wyższe napięcie zaniku C' .

Gdy nie wszystkie pory mają tę samą średnicę, wówczas nie wszystkie przestają przewodzić prąd w tym samym czasie przy zmniejszaniu się napięcia podczas wy-

ładowania. Dolna gałąź charakterystyki wyładowania odchyli się zatem od poziomej i będzie miała kształt krzywej, przedstawionej na fig. 4.

Podobnie, gdy wszystkie pory nie posiadają tego samego napięcia przebicia, górna gałąź charakterystyki nie zostanie poziomą, lecz odchyli się ku górze, jak to przedstawiono na fig. 5. Zmienność napięcia przebicia porów może powstawać np. wskutek tego, że pory są różnie powygłanane.

Materiał porowaty w postaci surowej (nieprzygotowanej) nie jest odpowiedni do obniżania napięcia przebicia dostatecznie blisko napięcia zaniku, a zatem wobec niejednorodnych własności poszczególnych porów nie może oddać najlepszych usług jako odgromnik lub urządzenie ochronne do odprowadzania ładunków o nadmiernym napięciu. Dlatego według wynalazku stosuje się materiał porowaty odpowiednio przygotowany i przez dodanie do niego drobno sproszkowanego tworzywa, przewodzącego prąd, można osiągnąć obniżenie napięcia przebicia, nie pogarszając innych jego własności.

Fig. 6 przedstawia przebieg wyładowania w pojedynczym kanalikach o określonych wymiarach. Napięcie przebicia bez tworzywa, przewodzącego prąd, oznaczono literą *e*, z niewielką ilością tworzywa, przewodzącego prąd literą *f*, a z większą ilością tworzywa, przewodzącego prąd — literą *g*.

Wpływ tworzywa, przewodzącego prąd, na charakterystykę wyładowania przy licznych kanalikach lub porach jest przedstawiony na fig. 7. Odcinek zaniku lub dolna gałąź krzywej na fig. 7 nie ulega zmianie w razie dodania tworzywa, przewodzącego prąd, lecz górna gałąź charakterystyki pod wpływem wspomnianego dodatku obniża się, a mianowicie dodając nieznaczna ilość tworzywa, przewodzącego prąd, otrzymuje się krzywą *E*, dodając większą, lecz nie-

dostateczną ilość tworzywa, przewodzącego prąd, otrzymuje się krzywą *F*, wreszcie przy dodaniu dostatecznej ilości materiału, przewodzącego prąd, otrzymuje się krzywą *G*. Tworzywo, przewodzące prąd, obniża napięcie przebicia i wskutek tego zbliża napięcie przebicia do napięcia zaniku.

Przy wyrobie według niniejszego wynalazku odgromników nowego typu, posiadających lepszą charakterystykę wyładowania oraz mniejsze wymiary od odgromników, znanych dotychczas, uwzględniono wyżej opisaną teorię i zastosowano wyniki odnośnych badań. Kadłub odgromnika według wynalazku jest wykonany z materiału o bardzo drobnych porach i dostatecznej oporności elektrycznej, aby wyładowanie elektryczne przez krążek odbywało się głównie przez pory, przyczem wspomniany materiał porowaty zawiera cząstki materiału o mniejszej oporności, dostatecznej do obniżenia stosunku napięcia przebicia do napięcia zaniku w związku z požądanymi własnościami charakterystycznymi działania odgromnika.

W celu lepszego zrozumienia poniżej podaje się dla przykładu opis odgromnika, wyposażonego w krążek porowaty, wykonany w myśl wynalazku, przyczem fig. 8 przedstawia w perspektywie widok krążka porowatego, wykonanego w myśl wynalazku, fig. 9 — w perspektywie widok rurki grafitowej, używanej przy wyrobie krążków porowatych, fig. 10 — przekrój podłużny kompletnego odgromnika, zawierającego porowaty krążek, przedstawiony na fig. 8, fig. 11 — oscylogram, otrzymany za pomocą oscylografu katodowego i przedstawiający charakterystyki wyładowania rozpatrywanej odmiany odgromnika, fig. 12 — przedstawia zależność między stosunkami objętościowymi i wagowymi karborundu w odniesieniu odpowiednio do objętości i wagi całego krążka, wykonanego z palonej gliny i karborundu, fig. 13—15 —

typowe charakterystyki wyładowania dla trzech krążków, zawierających materiał porowaty i materiał, przewodzący prąd, w różnych proporcjach, podanych na fig. 12.

Materiał krążka, przedstawionego na fig. 8, składa się z tworzywa, przewodzącego prąd, i z tworzywa, nie przewodzącego prądu. Tworzywem, nie przewodzącym prądu, może być tworzywo, nie rozdzielające się na cienkie warstwy po sformowaniu i nie zawierające wody krystalizacyjnej, np. glinka; również i pory nie powinny być zbyt małe, jak to powyżej zostało zaznaczone.

Najbardziej odpowiednimi tworzywami do wyżej wymienionego celu są palona glina i karborund, które są traktowane węglem, jak to będzie opisane niżej. Palona glina tworzy środowisko, zapewniające porowatość pomiędzy przewodzącymi prąd cząstkami karborundu, jak również służy jako izolacyjny materiał wiążący. Karborund stanowi cząstki, przewodzące prąd, zdolne do zementowania się w masie palonej gliny.

Pod nazwą palonej gliny rozumie się glinę, otrzymywaną przez nagrzewanie gliny kaolinowej w piecu osuszającym do temperatury około 1300°C, odpowiadającej stożkowi 8 lub 9. To ogrzewanie usuwa wodę i wskutek tego wywołuje pewne nieuniknione skurczenie masy gliny.

Palona glina jest białem, porowatym tworzywem, zawierającym w sobie zeszkolone bryłki oraz inne cząstki różnych wymiarów, poczynając od dużych bryłek, aż do nadzwyczaj drobnego pyłu. Wszystkie cząstki gliny palonej są znacznie większe, niż cząstki gliny niepalonej. Wszystkie grubsze cząstki palonej gliny, dające się ująć w palce, są wysoce porowate i z łatwością pochłaniają ciecz.

Najbardziej są odpowiednie gliny, zawierające jak najmniej zanieczyszczeń, przewodzących prąd, gdyż bardziej jest wskazane dodawanie tworzywa, przewodzącego prąd, we właściwych proporcjach,

niż poleganie na proporcjach naturalnych lub też późniejsze usuwanie nadmiaru tworzywa, przewodzącego prąd. Zatem własności różnych tworzyw, w szczególności wymiary cząstek składowych, odgrywają poważną rolę w należytem działaniu odgromnika. Przy stosowaniu palonej gliny, właściwe wymiary cząstek, nie będących przewodnikami prądu, można otrzymać przez mielenie.

Paloną glinę należy przechowywać przez cały czas trwania wyrobu krążka porowatego w miejscu osłoniętym, a to w celu zapobieżenia zanieczyszczeniu jej przez sadze lub inne zanieczyszczenia, przewodzące prąd, a znajdujące się w powietrzu.

Chociaż za najbardziej odpowiednie tworzywo uważa się paloną glinę, nie wynika jednak z tego, iż jest ona jedynym tworzywem, dającym pożądane wyniki. Wogóle należy sądzić, że można stosować każdy ziarnisty, nie przewodzący prądu ogniotrwały materiał, posiadający odpowiednie wymiary cząstek. Wobec tego do wyrobu krążków porowatych można używać np. cząstek krzemianu cyrkonu lub innych ogniotrwałych i nie przewodzących prądu materiałów z niewielkim dodatkiem zwykłej gliny lub innego tworzywa wiążącego, oraz karborundu lub innego tworzywa, przewodzącego prąd.

Paloną glinę, otrzymaną w opisany wyżej sposób, wkłada się do młynka w celu zmielenia dużych, twardych bryłek, znajdujących się w niej. Młyneczek mieie tworzywo na proszek o żądanych wymiarach cząstek, które przechodzą przez sito, posiadające w przybliżeniu 400 oczek na cm².

Następnie tworzywo przepuszcza się przez młyn kulowy, który wytwarza cząstki o bardziej jednostajnej wielkości, niż pierwszy młyneczek. W wymienionym młynie paloną glinę mieie się na cząstki o mniejszych wymiarach. Glina, zmielona na cząstki różnej wielkości, przeznaczona na wyrób krążków powinna wykazywać pod wzglę-

dem ziarnistości w przybliżeniu następujący skład:

Ziarnistość gliny (według liczby oczek w sicie na cm ²)	Zawartość wagowa w % ziaren gliny danej wielkości
1600 — 3025	20%
3025 — 6400	40%
6400 — 12100	20%
ponad 12100	20%

Karborund do wyrobu krążków zostaje przygotowany z karborundu handlowego, sprzedawanego pod postacią ziaren, przechodzących przez sito o 1600 oczkach/cm². W tym celu należy karborund ten rozdrobnić tak, aby otrzymać ostatecznie następujący skład przybliżony:

ziarnistość karborundu (według liczby oczek w sicie na cm ²)	zawartość wagowa w % ziaren karborundu danej wielkości
1600 — 2500	9%
2500 — 3025	52%
3025 — 6400	38%
powyżej 6400	1%

Glinę paloną i karborund, zmielone i rozdrobnione w powyższy sposób, miesza się na sucho bardzo starannie biorąc 75% gliny i 25% karborundu w stosunku wagowym, poczem dodaje się wodę w minimalnej ilości, w każdym razie bardzo niewiele ponad tę ilość, jaka jest potrzebna do zwilżenia wszystkich cząstek i umożliwienia przemieszania mieszaniny. Otrzymany w wymieniony sposób materiał plastyczny poddaje się następnie takiemu wysuszeniu, ażeby przy przepuszczeniu przez śrutownik, posiadający sito od 25 do 64 oczek/cm², nie przylegał do śrutownika. Nawpół suchy śrút przesiewa się ponownie przez to samo sito lub przez sito o drobniejszych oczkach, np. o 144 oczkach/cm², poczem układa się go w warstwie w celu wysuszenia. Gdy materiał został wysuszony do tego stopnia, że zawartość wody wynosi około 6% wagi całkowitej, wówczas wkłada się go do naczynia, nie przepuszczającego powietrza, aby

zapobiec dalszemu wysychaniu, poczem materiał jest gotów do modelowania, które należy przeprowadzić możliwie rychło. Śrutowanie ma na celu wytworzenie materiału, który swobodnie będzie wypełniał formę, co pozwala wytwarzać bardziej jednolite odlewy.

Jak już zaznaczono, sproszkowaną glinę paloną i karborund najpierw miesza się dokładnie na sucho, następnie zaś w stanie wilgotnym. Mieszanie na sucho powoduje o-taczanie większych cząstek bądź karborundu, bądź palonej gliny przez cząstki drobniejsze bądź tego samego, bądź innego tworzywa, przez co po zwilżeniu mieszaniny tworzą się skupienia, większe niż cząstki, użyte na mieszaninę. W ten sposób mieszanina zostaje pozbawiona w znacznym stopniu nieuchwytnego pyłu, gdyż przez zwilżenie zmusza się cząstki pyłu do przylegania do powierzchni większych cząstek. Wskutek tego, gdy tworzywo następnie zostanie wprowadzone do formy, wolne przestrzenie między większymi cząstkami nie są całkowicie wypełnione przez cząstki drobniejsze.

Z powyższego widać, dlaczego ilość wody, którą dodaje się bezpośrednio przed skutecznieniem mieszania na mokro, nie powinna być nadmierną, albowiem nadmiar wody zmyłby prawdopodobnie pył z powierzchni większych cząstek, wskutek czego bardziej wypełniłyby one wolne przestrzenie między większymi cząstkami, w wyniku czego pory otrzymanego materiału porowatego byłyby tak małe, iż charakterystyka wyładowania wykazywałaby zbyt wysokie napięcie zaniku, trwałość zaś odgromnika i jego zdolność przepuszczania prądu pogorszyłaby się. Niewielkie jednak zwiększenie ilości wody ponad minimum, jakie jest niezbędne do zwilżenia cząstek i uczynienia mieszaniny plastyczną, jest pożądane, gdyż wydaje się, iż nadaje to większą wytrzymałość wykończonym produktom.

Mieszanina palonej gliny i karborundu może być sprasowana w kształcie krążków 19 w odpowiedniej formie (nieprzedstawionej na rysunku) i pod odpowiednim ciśnieniem. Stosuje się ciśnienie około 1000 kg na centymetr kwadratowy.

Krażki po wyjęciu z formy suszy się przed wypaleniem przez jeden dzień w zwykłej temperaturze pokojowej. Jeżeli krążki w czasie wypalania są zbyt wilgotne, to charakterystyka otrzymanego odgromnika będzie posiadała cokolwiek niższe napięcie zaniku, z mniej ostro zaznaczonym zanikaniem prądu, i będzie zbliżona do charakterystyki, przedstawionej na fig. 13. Z drugiej strony, jeżeli przy wypalaniu krążki są zbyt wysuszone, są one mechanicznie mało wytrzymałe i nie trwałe.

Pożądane jest wypalać krążki 19 w zamkniętej węglowej lub grafitowej rurce 20 (fig. 9), umieszczonej w zamkniętym piecu, którego część najbardziej ogrzana posiada temperaturę, utrzymywaną zgodnie z wynikami dotychczasowych doświadczeń możliwie blisko 1360°C, chociaż można stosować temperatury np. pomiędzy 800° i 1400°C. Jeżeli stosuje się temperaturę znacznie niższą, niż 1360°C, to naogół stopienie cząstek palonej gliny nie jest dostateczne, aby zapewnić niezbędną wytrzymałość mechaniczną, podczas gdy przy stosowaniu temperatur, wyższych niż 1360°C, zwiększa się w sposób widoczny skurczenie krążków, co odbija się niekorzystnie zarówno na działaniu, jak i na trwałości odgromnika. Oczywiście, przy stosowaniu domieszek bardziej ogniotrwałych niż palona glina, opisana powyżej, możliwe jest lub nawet pożądane stosowanie do wypalania krążków temperatur wyższych, np. 1800°C.

Rurki przesuwają się powoli do najgorętszej części pieca i następnie wysuwają się z niej, przyczem całkowita czynność wypalania wymaga około 13 godzin czasu.

Działanie podanego wypalania na krąż-

ki, umieszczone w grafitowych rurkach, polega na otoczeniu cząstek tworzywa i pokryciu wszystkich powierzchni i wszystkich porów w krążkach zgęszczoną parą węgla lub, mówiąc bardziej ogólnie, zgęszczoną parą jakiegokolwiek innego odpowiedniego materiału, przewodzącego prąd, przyczem otaczane cząstki są małe w porównaniu z wielkością porów. Gdy rurki z krążkami znajdują się w najgorętszej części pieca, wówczas, jak można sądzić, niewielka część materiału rurki lub innego materiału, zawierającego węgiel, zamienia się w parę, krążki zaś znajdują się dostatecznie długo w piecu, aby węgiel lub para węgla mogły przeniknąć w nie przez wszystkie pory. Gdy przy końcu czynności wypalania rurki, zawierające krążki, zostają przesunięte do chłodniejszej części pieca, uwieczona w krążkach para węgla osadza się, pokrywając przytem warstewką węgla wszystkie powierzchnie porów, jak to było powyżej zaznaczone.

Nasylenie węglem może być również uskuteczniane zapomocą wypalania krążków w atmosferze gazu ziemnego lub węglowodorów, pochodzących np. z olejów. Krążki jakby rozszczepiają cząsteczki gazu, pozwalając na odkładanie się węgla na ściankach porów.

Krażki, które były włożone do pieca białe, stają się w nim czarne, przyczem przy badaniu wykazują czarną barwę w każdej części swego wnętrza nawet po najbardziej miałkiem ich zmieleniu. Ilość węgla, jaka ulatnia się z rurek i osiada na krążkach, jest znikomo mała.

Po uskutecznieniu wypalania równoległe powierzchnie kontaktowe krążków przeważnie pokrywa się miedzianą powłoką 21 (fig. 8) natryskowym sposobem odlewniczym Schoop'a, pozostawiając około 3 mm niepokrytej powierzchni na obwodzie z obawy, by miedź nie osiadła również na bocznych powierzchniach krążka. Wymieniona miedziana powłoka zmniejsza o-

porność styku oraz przypuszczalnie zwiększa trwałość krążków.

W celu zapobieżenia przeskakiwaniu iskier boczne powierzchnie krążków przeważnie pokrywa się cementem izolacyjnym, złożonym z mieszaniny spirytusu, szelaku i pigmentu. Odpowiedni do tego celu cement ma następujący skład:

szelaku	1,4 kg
żywicy kopalowej	0,35 kg
oleju rycynowego	0,11 kg
tlenku żelaza (czerwieni weneckiej)	2,3 kg
spirytusu	3 litry.

Krażki, otrzymane w wyżej podany sposób, dobrze wytrzymują częste wyładowania i są zdolne przepuszczać wyładowania o natężeniu kilkuset amperów, nie ulegając pęknięciu lub zniszczeniu.

Wypalanie nie niszczy w znacznym stopniu wiążących własności gliny, jeżeli używa się jej z odpowiednią ilością przewodzącego prąd tworzywa oraz wody, jak to powyżej zostało opisane.

Chociaż pożądanym jest używanie karborundu jako tworzywa, przewodzącego prąd, to jednak można zastąpić go innymi materiałami, posiadającymi podobne własności. Dobre wyniki dają mosiądz, ołów, miedź, nikiel, grafit, żelazo, glin oraz stopy krzemianu żelaza, żelazo-manganu, żelazo-chromu i żelazo-wolframu. Liczne z tych metali wymagają stosowania temperatur wypalania gliny, znacznie niższych niż 1360°C. Jest również możliwe, że przewodzące prąd tlenki lub siarczany metali mogą być uznane za odpowiednie do stosowania jako cząstki materiału, przewodzącego prąd, w porowatym krążku.

Ponieważ wysokość napięcia, niezbędna do utrzymania łuku w dużym kanalik, jest znacznie mniejsza niż w kanalik małym, przy zastosowaniu więc kanalików dużych zachodzi potrzeba znaczniejszego obniżenia napięcia przebicia w celu zbliżenia

go do sąsiedztwa z napięciem zaniku i z tego powodu w odgromnikach z krążkami o dużych porach wymagana jest większa ilość przewodzącego prąd tworzywa, niż w odgromnikach z krążkami, zawierającymi materiał o drobniejszych porach. Nadmiar przewodzącego prąd tworzywa w krążku porowatym będzie niepotrzebnie zwiększał straty na upływność, mierzone w miliamperach lub ułamkach ampera, w miarę zaś zwiększania w krążku ilości przewodzącego prąd tworzywa aż do stopnia znacznego nadmiaru nastąpi zwarcie porów wskutek tego, że spadek napięcia w przewodzących prąd ściankach poru będzie mniejszy, niż najmniejszy spadek napięcia, niezbędny do podtrzymania łuków w małych porach.

Fig. 10 przedstawia przykład wykonania odgromnika z porowatym krążkiem 19 według wynalazku, podobnym do przedstawionego na fig. 8 i sporządzonym sposobem poprzednio opisanym. Krążek 19 odgromnika jest umieszczony między spodnią płytką 23, do której przyłączony jest przewód uziemiający 24, oraz górną płytką 25 połączoną w przypadku niestosowania przerwy iskrowej zapomocą górnego przewodu 26 z linią przesyłową 27, która ma być chroniona od przepięć.

Miedzy przewód 26 i górną płytkę 25 odgromnika z porowatym krążkiem, przedstawionego na fig. 10, jest włączony pierścień izolacyjny 28, tworzący przerwę iskrową, aby normalnie napięcie linjowe nie było przyłączone bezpośrednio do porowatego krążka odgromnika. Jeżeli prąd upływu jest dostatecznie mały, to wymieniona przerwa iskrowa może być zbędna. Natomiast należy stosować w odgromniku przerwę iskrową o odpowiednich wymiarach, zdolną do przerywania prądów upływu, jakie mogłyby płynąć dzięki przyłączeniu krążka porowatego bezpośrednio do napięcia linjowego po ustaniu wyładowania, jeżeli natężenie tych prądów mogłoby przekroczyć 10 amperów.

W celu łatwiejszego przyciskania pierścienia 28 do wierzchu górnej płytki 25 oraz do utrzymywania wszystkich części we właściwym położeniu używa się sprężyny 29.

Wymienione części składowe odgromnika są umieszczone w odpowiedniej osłonie porcelanowej 30.

Na fig. 11 przedstawiono charakterystykę wyładowania elektryczności przez odgromnik z porowatym krążkiem, wyznaczoną zapomocą oscylografu katodowego. Najwyższa wartość chwilowa napięcia prądu zmiennego, przy której pracuje linja przesyłowa lub rozdzielcza, jest oznaczona poziomą przerywaną linią prostą 41.

Gdy na chronionej linii przesyłowej zjawia się fala przepięcia o wartości wyższej od chwilowej wartości najwyższej 41 napięcia linjowego, to przy osiągnięciu wartości, określonej punktem 43, następuje przebicie pierwszych porów krążka odgromnika, poczem szybko następują dalsze przebicia innych porów, gdy napięcie na odgromniku wzrasta od wartości, określonej punktem 43 do najwyższego napięcia E_{max} , oznaczonego liczbą 44, które jest tylko cokolwiek wyższe, niż napięcie przebicia, określone punktem 43. Jest to najwyższe napięcie, dopuszczalne w odgromniku przy usuwaniu przepięć, przyczem prąd, jaki może przepuszczać odgromnik w ciągu niewielu mikrosekund wyładowania, może wynosić kilkaset amperów w odgromnikach na wysokie napięcie. Po osiągnięciu najwyższej wartości przez prąd, napięcie zaczyna spadać; należy zaznaczyć, że prąd zaczyna prawie niezwłocznie spadać po pochyłej części krzywej (fig. 11), ciągnącej się od punktu 45, wyznaczającego prąd najwyższy, do punktu 46 w pobliżu osi rzędnych, który wyznacza napięcie zaniku E_{co} , będące nominalnem napięciem odgromnika lub napięciem, nieco większem od najwyższej wartości chwilowej napięcia linjowego 41. Podczas całego

okresu wyładowania od punktu 45 do punktu 46 lub podczas pewnej części tego okresu pory odgromnika kolejno przestają przepuszczać wyładowania w miarę, jak napięcia na różnych porach maleją poniżej najmniejszej wartości napięcia, podtrzymującego w nich łuk.

Przy zastosowaniu przerwy iskrowej działanie tej ostatniej powoduje, że napięcie przebicia przybiera chwilową wartość 47, przedstawioną na fig. 11, która to wartość będzie cokolwiek wyższa niż napięcie przeskoku iskry w przerwie iskrowej. Skoro tylko nastąpi przeskok poprzez przerwę iskrową, napięcie niezwłocznie spada wzdłuż linii przerywanej (fig. 11), dopóki wyładowanie nie zostanie przejęte przez odgromnik z porowatym krążkiem. Wymieniony spadek napięcia odbywa się wskutek tego, że przerwa iskrowa nie działa jak zawór, ponieważ podczas wyładowania napięcie między elektrodami przerwy iskrowej spada niezwłocznie z wielu kilowatów do 20 — 30 woltów, podczas gdy krążek odgromnika sam posiada zawsze napięcie wyładowania wyższe, niż napięcie linjowe, a wobec tego działa jako zwrotna siła elektromotoryczna, nadająca odgromnikowi własności zaworu.

Porowaty krążek 19, który został przedstawiony na fig. 8, a jest uwidoczniiony również na fig. 9 i 10, ma średnicę około 5 cm, a wysokość około 2,5 cm i wystarcza do ochrony linii prądu zmiennego o napięciu skutecznem 3000 woltów względem ziemi.

Napięcie przebicia, określone punktem 43 na fig. 11, jest równe naogół mniej niż trzykrotnemu, przeważnie zaś równe około dwukrotnemu napięciu zaniku E_{co} . Napięcie najwyższe E_{max} , dopuszczalne dla danego odgromnika, jest naogół niewiele większe niż napięcie przebicia, określone punktem 43, i nieco mniejsze niż dwa i pół razy zwiększone napięcie zaniku E_{co} w żadnym zaś przypadku nie może być więk-

sze, niż czterokrotne napięcie zaniku. Przy zastosowaniu przerwy iskrowej napięcie przebicia wymienionej przerwy nie powinno przekraczać czterokrotnego napięcia zaniku E_{co} i zwykle równa się około dwukrotnej lub trzykrotnej wartości tego napięcia, zależnie od tego, jak ma być wyregulowane działanie wymienionej przerwy iskrowej.

Napięcie zaniku E_{co} nie posiada naogół jakiegś ściśle określonej wartości. W razie niezastosowania przerwy iskrowej prąd, przechodzący przez odgromnik, nie spadnie do zera przy napięciu zaniku E_{co} , lecz spadnie do wartości, która w zależności od napięcia linii przesyłowej może się wahać np. od 1 miliampera do 10 amperów i która przedstawia prąd upływu, przechodzący przez odgromnik przy wymienionym napięciu. Wogóle można powiedzieć, że napięcie zaniku jest napięciem, przy którym zasadniczo wszystkie pory przestają przepuszczać wyładowania łukowe, wypełniające całą objętość porów.

Najwyższa wartość chwilowa 41 napięcia linii przesyłowej jest bezwarunkowo co najmniej o pewien ułamek jednego procentu mniejsza, niż napięcie zaniku, zwykle jednak wartość ta jest mniejsza od 5% do 10% od wymienionego napięcia. Naogół można przyjąć, że najwyższa wartość chwilowa napięcia linii mogłaby być większa niż 70% napięcia zaniku, t. j. że napięcie skuteczne linii względem ziemi mogłoby być nieco większe, niż połowa napięcia zaniku.

Wogóle pożądana lub dopuszczalna oporność materiału krążka porowatego zależy od wielkości porów, gdyż od wielkości porów zależy ilość dodanego materiału, przewodzącego prąd. Tem nie mniej oporność ta jest zawsze tak wysoka, iż jest ona rzędu oporności izolatorów, przyczem mierzy się jednostkami rzędu 10^3 do 10^6 omów na centymetr sześcienny lub nawet wyższymi.

Podane wyżej oporności są opornościami dla prądów przewodzonych lub prądów upływu, mierzonymi zapomocą prądu stałego przy gradjencie napięcia 400 woltów na centymetr, i nie są opornościami, równoważnemi oporności $R = \frac{E}{I}$ przy wyładowaniu.

Porowaty krążek posiada taką wysokość, że największe skuteczne napięcie robocze linii względem ziemi jest rzędu 800 lub 1200 woltów na centymetr wysokości krążka porowatego, chociaż bezwątpienia krążek porowaty według wynalazku może pracować i przy większym gradjencie napięcia.

Przeciętna średnica porów w wybranym tworzywie porowatym, określona zapomocą szybkości cieczy o znanej viskozności, przechodzącej przez wymienione tworzywo pod określonym ciśnieniem, jest zawarta pomiędzy 0,0125 mm i 0,00025 mm, przeważnie pomiędzy 0,0125 i 0,00125 mm.

Największa średnica porów w tworzywie porowatym jest trudniejsza do wyznaczenia. Można ją obliczyć na podstawie ciśnienia, jakie jest potrzebne do utworzenia baniek gazu, przetłaczanego przez tworzywo w cieczy, znajdującej się nad tworzywem i o znanym napięciu powierzchniowym. Obliczono w powyższy sposób, że najwyższa średnica porów jest mniejsza niż 0,025 mm, przeważnie zaś mniejsza niż 0,0125 mm.

Liczba porów większych wymiarów, które prawdopodobnie same tylko przepuszczają wyładowanie, jest taka, że gęstość prądu w krążku porowatym wynosi średnio około 50 amperów na cm^2 poprzecznego przekroju krążka i może się wahać np. między 25 i 75 amperami na cm^2 . W ten sposób krążek o średnicy około 5 cm przewodzi wyładowania około 1000 amperów. Rozpatrywane poprzednio wykresy były sporządzone na podstawie wielkości wyładowań, zapewniających długość od-

gromnika. Oczywiście zrozumiałe jest, że każdy z odgromników może wytrzymać wielokrotnie silniejsze wyładowania, o ile takich wyładowań będzie niewiele, w przeciwnym bowiem razie odgromniki nie będą zbyt długo pracować w takich niekorzystnych warunkach.

Co się tyczy proporcji składników porowatego tworzywa, chociaż najbardziej wskazane jest stosowanie mieszaniny, złożonej z 75% palonej gliny i 25% karborundu w stosunku wagowym, to jednak można otrzymać tę samą charakterystykę wyładowania odgromnika przy ilości karborundu od 15% do 35% całkowitej wagi krążka, przyczem różne proporcje zależą od czystości palonej gliny i od kurczenia się krążka przy wypalaniu.

Zostało uznane za wskazane zbadanie względnych stosunków objętościowych gliny i karborundu, ewentualnie materiałów, dających podobne wyniki. Fig. 12 przedstawia zależność pomiędzy stosunkami objętościowymi i stosunkami wagowymi karborundu w odniesieniu odpowiednio do objętości i wagi całego krążka; figura ta uwidocznia również zakresy oporności R^a , R^b i R^c , przy których otrzymuje się odpowiednie charakterystyki wyładowania przez odgromnik, przedstawione na fig. 13, 14 i 15. Jeżeli powyższe stosunki objętościowe lub wagowe są zachowane w granicach najodpowiedniejszego zakresu oporności R^b , można oczekiwać charakterystyki typu, przedstawionego na fig. 14. Jeżeli krążek porowaty zawiera zbyt mało tworzywa, przewodzącego prąd, a więc oporność krążka należy do zakresu R^c , to wyładowanie może przyjąć postać przeskoków na krążku, jak to uwidocznia krzywa na fig. 15. Z drugiej strony nadmiar tworzywa, przewodzącego prąd, wywołuje niepożądane powolne zanikanie stopniowe prądu, jak to przedstawia krzywa na fig. 13.

W obliczeniach stosunków objętościo-

wych i wagowych karborundu, przedstawionych na fig. 12, przyjęto ciężar gatunkowy poszczególnych ziarn karborundu zamiast ciężaru objętości jednego centymetru sześciennego kryształów karborundu, który oczywiście zawiera znaczne przestrzenie powietrza pomiędzy kryształami.

Czas pracy odgromnika zależy do pewnego stopnia od wymiarów cząstek składowych krążka. Jeżeli wymiary cząstek są mniejsze od wartości, podanych na str. 5 otrzymuje się lepsze własności elektryczne, lecz trudniej jest wówczas utrzymać tak wielką trwałość, jak przy wymiarach, podanych wyżej jako najdogodniejsze. Jeżeli cząstki są większe od poprzednio wskazanych przy opisie konstrukcji, uznanej za najbardziej odpowiednią, w szczególności zaś jeżeli cząstki palonej gliny są zbyt duże, to charakterystyka wyładowania ulegnie pogorszeniu tracąc przebieg linii stromej.

Doświadczenia wykazały nadzwyczajną trwałość krążków porowatych według wynalazku, mianowicie w zwykłych warunkach działania odgromnika i przy zastosowaniu przerwy iskrowej, odgromnik, w którym zastosowano krążek porowaty o średnicy 5 cm, wytrzymał około 1500 wyładowań prądu po 1000 amperów każde.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Krążek do odgromników, znamieny tem, że jest wykonany z tworzywa porowatego o małych porach i nie przewodzącego zasadniczo prądu elektrycznego, tak iż wyładowania elektryczne odbywają się przez pory, przyczem w tworzywie porowatym rozsiane są cząstki przewodzącego prąd materiału w ilości, dostatecznej do zmniejszenia stosunku napięcia przebicia do napięcia zaniku wyładowania zgodnie z pożądaną roboczą charakterystyką wyładowania przez dany odgromnik.

2. Tworzywo porowate na krążki do

odgromników według zastrz. 1, znamienne tem, że przeciętna średnica poru w tworzywie jest rzędu kilku tysięcznych milimetra.

3. Tworzywo porowate na krążki do odgromników według zastrz. 1, znamienne tem, że oporność tworzywa wynosi ponad 10000 omów, przeważnie zaś powyżej jednego megoma na 1 cm^3 .

4. Tworzywo porowate na krążki do odgromników według zastrz. 1, znamienne tem, że zawiera karborund od 15 do 35% w stosunku wagowym.

5. Tworzywo porowate na krążki do odgromników według zastrz. 1, znamienne tem, że składa się z gliny palonej i około $3\frac{1}{2}\%$ metalowych cząstek w stosunku objętościowym.

6. Tworzywo porowate na krążki do odgromników według zastrz. 1, znamienne tem, że zawiera rozproszone cząsteczki węgla.

7. Sposób wyrobu krążków do odgromników według zastrz. 1, wykonanych z tworzywa porowatego według zastrz. 2—6, znamienne tem, że ogniotrwałe, porowate i nie przewodzące prądu tworzywo, np.

paloną glinę, rozdrobnioną uprzednio na cząstki, przechodzące przez sito, mające przynajmniej 1600 oczek na cm^2 , miesza się z tworzywem, przewodzącem prąd, np. z karborundem lub metalem, rozdrobnionem uprzednio na cząstki, przechodzące przez sito o około 1600 oczkach na cm^2 , poczem z otrzymanej mieszaniny formuje się krążki i wypala w temperaturze około 1360°C , dostatecznej do nadania krążkom twardości, przyczem wspomniane wypalanie przeprowadza się w atmosferze pary przewodnika elektryczności, który w normalnych warunkach posiada stan stały (np. w parze węgla).

8. Sposób według zastrz. 7, znamienne tem, że krążki wypala się w węglowych rurkach, aby po ochłodzeniu rurek wraz z umieszczonemi w nich krążkami cząsteczki węgla osiadały na ściankach porów krążków.

Westinghouse Electric
& Manufacturing Company.

Zastępca: M. Skrzykowski,
rzecznik patentowy.



