

2 22.05.1970

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

60 747

Patent dodatkowy
do patentu _____

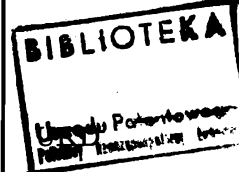
Zgłoszono: 16.V.1966 (P 114 605)

Pierwszeństwo: 25.V.1965 Francja

Opublikowano: 15.IX.1970

Kl. 21 d¹, 5

MKP H 02 n. 4/02



Twórca wynalazku: David Yerouchalmi

Właściciel patentu: Commissariat à l'Energie Atomique, Paryż (Francja)

Elektroda o złożonej konstrukcji do generatora magnetohydrodynamicznego o obiegu otwartym oraz sposób jej wytwarzania

1

Przedmiotem wynalazku jest elektroda o złożonej konstrukcji do generatora magnetohydrodynamicznego o obiegu otwartym oraz sposób jej wytwarzania, przeznaczona zwłaszcza do pracy w obszarze, w którym panują bardzo wysokie temperatury na przykład wskutek spalania paliw w atmosferze powietrza, ewentualnie powietrza wzbogaconego tlenem i atmosfery zapyłonej potasem, jak to ma miejsce w przypadku generatora magnetohydrodynamicznego o obiegu otwartym.

W generatorze magnetohydrodynamicznym o obiegu otwartym płaska płaszczyzna czołowa elektrod pracująca w atmosferze gazów spalinyowych, powinna być wytrzymała na bardzo wysokie temperatury rzędu 2000—3000°K i odporna na atmosferę utleniającą i na pary alkaliczne. Ponadto na styku gaz — elektroda powinien występować spadek napięcia pomijalny wobec gazu zjonizowanego. Elektrody te, a przynajmniej ich nagrzane płaszczyzny czołowe, powinny ponadto zadawałać działać w ciągu długiego czasu.

Płaszczyzna czołowa elektrody jest wykonana z tlenków ogniotrwałych, jak np. dwutlenek cyrkonu i dwutlenek toru, stabilizowanych za pomocą tlenku wapnia lub ttrru. Ponadto ta część elektrody jest wykonana z pierwiastków ziem rzadkich, z cyrkonianu, strontu, wapnia lub baru, którym nadano właściwości przewodzące za pomocą dodatku dwutlenku cyrkonu. Jednak po ostatecz-

2

nym nagrzaniu tych tlenków tylko część z nich staje się przewodnikiem.

Zjawisko takie zachodzi w generatorach magnetohydrodynamicznych, w których elektroda o znacznej konstrukcji zwykle w postaci płytki, ma tylko jedną powierzchnię nagrzewaną, a mianowicie powierzchnię stykającą się z gazem zjonizowanym. Grubość płytki wykonanej z tlenku ogniotrwałego, z jednej strony zależy od właściwej jej przewodności cieplnej, a z drugiej strony, od strumienia cieplnego powstającego wskutek warunków pracy generatora magnetohydrodynamicznego, w związku z tym tlenki ogniotrwałe od pewnej głębokości są dostatecznie nagrzane, aby mogły być przewodnikami.

Celem wynalazku było opracowanie elektrody, w której wyeliminowano by powyższe wady, a elektroda byłaby odporna na działanie wysokich temperatur, na utlenianie i na trawienie zasadami jej części nagrzanej.

Istotą elektrody według wynalazku jest to, że składa się ona z szeregu płytek, wykonanych z tlenków ogniotrwałych pojedynczych lub z ich mieszanin. Płytki te powleczone są warstwami z metali ogniotrwałych, szlachetnych lub obojętnych i połączone są z obudową metalową, chłodzoną wewnętrznym obiegiem wody. Szczególnie odpowiednimi materiałami do wyrobu płytek są: tlenek cyrkonu, utrwalony i wzbogacony dla uzyskania zwiększenia termoemisji, cyrkonian wapnia, stron-

tu, boru lub wapnia z dodatkiem dwutlenku cyrkonu o gęstości wynoszącej 85—90% gęstości teoretycznej.

Sposób wykonania elektrody według wynalazku, będący również przedmiotem wynalazku polega na tym, że powierzchnie płytek nie narażone na działanie gazów o wysokiej temperaturze, pokrywa się kolejno warstwą rozpylonego metalu ogniotrwałego, szlachetnego lub obojętnego, która jest połączona z płytką przez obróbkę cieplną, w temperaturze powyżej 850°C lub pokrywanie elektrolityczne wspomnianych powierzchni metalem lub stopem ogniotrwałym, szlachetnym lub obojętnym ewentualnie folią metaliczną o tych samych właściwościach. Folia metalowa otacza tylko część płytki elektrody to znaczy tę część, która zasadniczo zależy od parametrów strumienia ciepłego generatora magnetohydrodynamicznego i od właściwości materiału płytki.

Powleczone w ten sposób płytki są ze sobą połączone przez spawanie prostopadłe do kierunku przepływu gazów spalinowych. Płytki spawa się ze sobą w temperaturze wyższej niż 1500°C. Zadaniem warstwy metalicznej płytek jest przede wszystkim zapewnienie przepływu prądu elektrycznego między częścią gorącą tlenku cyrkonu poddaną działaniu gazów spalinowych i obudową nośną elektrody, która jednocześnie spełnia rolę elementu konstrukcyjnego, przewodów doprowadzających prąd i elementu chłodzącego. Metalami szczególnie odpowiednimi na te warstwy są platyna, rod, iryd lub ich stopy.

Zespół płytek połączony jest obudową z metalu, która jest dobrym przewodnikiem elektrycznym i termicznym a mającą otwór wlotowy i wylotowy dla wody chłodzącej. Powierzchnia obudowy, na której opiera się układ płytek, pokryta jest warstwą stopu ogniotrwałego, odpornego na działanie temperatury rzędu 1000°C, będącego dobrym przewodnikiem elektrycznym, ale gorszym przewodnikiem cieplnym niż metal, z którego wykonano obudowę metaliczną. Zadaniem tego stopu jest umożliwienie przewodzenia prądu w zakresie temperatur między zespołem powleczonych płytek i obudową chłodzącą. Stop ten może należeć do szeregu metali nierdzewnych, stali niklowanych lub innych stopów ogniotrwałych.

Układ płytek pokrytych trzema warstwami z metali ogniotrwałych, szlachetnych lub obojętnych, których grubości wahają się od 6/1000 do 12/1000 mm dla pierwszej warstwy, a od 2 do 5/100 mm dla każdej z dwóch następnych, jest jednolitym, czołowym i ogniotrwałym elementem elektrody. Układ ten przenosi prąd, wzbudzony np. w generatorze magnetohydrodynamicznym, do chłodzonego za pomocą obiegu wody chłodzącej, wspornika metalowego będącego przewodnikiem elektrycznym i cieplnym. Wspornik ten jest jednocześnie elementem konstrukcyjnym, służącym do połączeń elektrycznych z układem elektrycznego obwodu lub obwodów zewnętrznych.

Szczególnie ważną cechą wynalazku jest to, że przy każdym sposobie działania generatora magnetohydrodynamicznego, któremu odpowiada właściwy strumień cieplny, zapewnia się temperaturę

ścianki zgodną z wytrzymałością materiałów, z których wykonano część czołową elektrody i jednocześnie zapewnia się taką temperaturę, przy której prąd elektryczny przesyłany jest do warstwy metalicznej płytek w granicach optymalnej przewodności elektrycznej, ponadto zapewnia się taką temperaturę w miejscu styku płytki otulonej i stopu ogniotrwałego, przy której nie występują zbyt duże różnice temperatury w płytce ceramicznej. Dzięki temu unika się powstania w tej płytce szkodliwych naprężeń cieplnych. W tym celu zastosowano taką budowę wspornika, która umożliwia regulowanie grubości płytek po uprzednim ustaleniu optymalnych temperatur roboczych dla różnych części elektrody.

W dyszy generatora magnetohydrodynamicznego temperatura gazów spalinowych spada wzdłuż całej drogi o około 300° do 400°C, wskutek czego zmniejsza się znacznie współczynnik sprawności generatora w kierunku przepływu. Ten spadek temperatury spowodowany jest głównie wyzwaniem się energii podczas przebytej drogi a ponadto spowodowany jest stratami cieplnymi przy ściankach.

Posługując się według wynalazku płytkami z tlenku cyrkonu lub z cyrkonianu ogniotrwałego, o grubości zmienianej na wsporniku metalowym odpowiednio przystosowanym, można obliczyć i sprawdzić doświadczalnie grubości niezbędne do zapewnienia wzdłuż dyszy stałej temperatury czołowych ścianek elektrod, jak również do zapewnienia stałej temperatury obwodu przewodzenia prądu, którym są: płytka — warstwa metaliczna, warstwa metaliczna — ogniotrwały stop metalowy. W taki sposób cieplnie ujednorodniona dysza umożliwia ciągłe i równomierne wyzwianie energii wzdłuż całej jej długości.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia elektrodę złożoną w przekroju poprzecznym wraz z uwidocznionym poprzecznym zamocowaniem płytek, fig. 2 — złożoną elektrodę w przekroju poprzecznym z uwidocznionym wzdłużnym zamocowaniem płytek, fig. 3 — elektrodę w widoku z góry, fig. 4 — warstwę metaliczną (otulinę) płytek, fig. 5 i 6 przedstawiają dwa profile układu płytek, a fig. 7 i 8 — elektrodę o przekrojach wzdłużnych wzajemnie prostopadłych, odpowiednio zamocowaną w kanale generatora magnetohydrodynamicznego.

Przedstawiona na fig. 1 płytka 1 ma kształt określony obrysem A B C G E F H D, i można ją wykonać z jednolitego materiału przeznaczając ją dla elektrod o wymiarach przystosowanych do dyszy generatora o średniej mocy. Płytkę 1 można również wykonać z kilku płaskich elementów, połączonych na przemian z płytkami typu przedstawionego na fig. 5 i 6, przy czym stosuje się ją w dyszach generatora o dużej mocy i o dużych wymiarach.

Elementy te są zamocowane tak, jak płytki pojedyncze, to znaczy za pomocą potrójnej otuliny z metali lub ze stopów ogniotrwałych, szlachetnych lub obojętnych.

Zestaw płytek otulonych połączony jest z nośną obudową metalową 4 wykonaną z metalu prze-

wodzącego z grupy miedzi lub jej stopów i zaopatrzoną w rurowe przewody 15 mające otwory: wlotowy 8 i wylotowy otwór 9 dla wody chłodzącej, a które to przewody są jednocześnie wejściem i wyjściem prądu. Obudowa metaliczna oddzielona jest od zestawu płytek za pomocą warstwy stopu metalowego ogniotrwałego przyspawanego do obudowy. Kołnierz 3 składający się z parzystej i symetrycznej liczby elementów, wykonanych ze stopu ogniotrwałego, służy do zamocowania poprzecznego układu płytek na obudowie metalicznej. Śruba 10, której łeb umieszczony jest w rowku kołnierza 3, służy do ustawienia płytek na odpowiedniej wysokości e_2 , którą zmienia się w zależności od wielkości strumienia ciepłego właściwego dla danego sposobu działania generatora magnetohydrodynamicznego.

Fig. 2 przedstawia wzdłużne zamocowanie otulonych płytek za pomocą płyty 5, dociskanej za pomocą dwóch śrub 10 do elementu z tlenku ogniotrwałego mającego takie same własności jak płytki. Na drugim końcu elektrody przewidziano zamocowanie symetryczne. Zmieniając wysokość XY płyt 5, łatwo można przystosować je do zmiany wysokości e_2 elementów 1.

Fig. 3 przedstawia częściowy widok z góry elektrody według wynalazku, a fig. 4 — otulinę metaliczną płytki 1. Przedstawiona na fig. 4 płytka 1 jest najpierw otoczona dwiema różnymi warstwami z metalu lub ze stopu ogniotrwałego szlachetnego lub obojętnego. Pierwszą warstwę stanowi rozpylony metal zespolony z powierzchnią płytki wskutek obróbki cieplnej w temperaturze wyższej niż 850°C, drugą warstwę nakłada się na pierwszą drogą elektrolityczną. Te dwie warstwy 1A przedstawiono na rysunku za pomocą ich całkowitej grubości N_p .

Warstwy 1A ciągną się przez dolną część płytki w celu przewodzenia prądu wzbudzonego na powierzchni czołowej AB. Warstwa 1B, oznaczona przez Nr, jest folią z metalu lub ze stopu ogniotrwałego szlachetnego lub obojętnego, której zadaniem jest pogrubienie pierwszej otuliny 1A w celu zapewnienia przewodności elektrycznej i cieplnej, wyznaczonej na podstawie obliczeń i pomiarów. Folia Nr otacza płytkę na wysokości e_2 i wraz z podwójną warstwą 1A zapewnia przepływ prądu do zimnej części elektrody.

Przedstawione na fig. 4, otulone płytki połączone są ze sobą powierzchniami większymi i poddane są obróbce cieplnej w temperaturze wyższej niż 1500°C w celu ich wzajemnego zespolenia. Według wynalazku elektroda przedstawiona na fig. 1 pracuje w określonych warunkach, od których uzależniona jest jej konstrukcja. Znajac wartość strumienia ciepłego przetwornika magnetohydrodynamicznego dobiera się odpowiednie materiały na płytki 1 i na otuliny i w zależności od tego dobiera się odpowiedni ogniotrwały stop metalowy 2.

Następnie na podstawie własności fizycznych tych materiałów ustala się grubości e_1 , e_2 i e_3 , przy czym grubości te muszą być tak dobrane, aby przy e_1 temperatura powierzchni czołowej AB nie miała ujemnego wpływu na jej trwałość, a przy

e_2 temperatura strefy I, J, D, C była taka, przy której prosty tlenek ogniotrwały i/lub mieszanina tlenków ogniotrwałych przewodziłyby prąd elektryczny lepiej niż gazy przepływające przez dyszę przetwornika magnetohydrodynamicznego, a ponadto żeby przy e_3 pierwsze warstwy 1A, pokrywające początkowo całe płytki, ciągnęły się przynajmniej do poziomu I, J, D, C, wreszcie żeby temperatura powierzchni oddzielającej 1 od 2 nie powodowała w ceramice zbyt dużych naprężeń cieplnych.

Obudowę metalową 4, połączoną z częściami metalowymi 3, 5 i 10 i z płytą ceramiczną 6 podpierającą płytki, można wraz z kompletnymi zestawami elementów 1, otulonych powłokami o różnej grubości e_1 lub e_2 , zastosować przy różnych strumieniach cieplnych a ponadto, dzięki tej obudowie, można utrzymać stałą temperaturę elektrod w całej dyszy magnetohydrodynamicznej.

Na fig. 7 i 8, które przedstawiają odpowiednio przekrój poprzeczny i przekrój podłużny elektrody według wynalazku zamocowanej w kanale przetwornika magnetohydrodynamicznego, oznaczono liczbą 12 powierzchnię czołową elektrody poddaną działaniu gazów gorących, a liczbą 13 ścianki izolacyjne. Kołnierze mocujące płytki, oznaczone liczbą 3, bezpośrednio dotykają do elementu ścianek izolacyjnych wykonanego z kątownika 14. Woda chłodząca obudowę metalową 4 wpływa i wypływa przez przewód 15, który jest jednocześnie przewodem odprowadzającym prąd.

Wynalazek nie ogranicza się oczywiście, do opisanych przykładów wykonania, lecz dotyczy również i wariantów tych wykonania wchodzących w zakres wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektroda o złożonej konstrukcji do generatora magnetohydrodynamicznego o obiegu otwartym **znamienna tym**, że posiada szereg płytek (1) wykonanych z tlenków ognioodpornych pojedynczych lub z ich mieszanin, powleczonych warstwami (1A) (1B) metali ogniotrwałych, szlachetnych lub obojętnych, których czołowa powierzchnia styka się z gorącymi gazami zjonizowanymi, przy czym płytki te są połączone z obudową metalową (4) chłodzoną wodnym obiegiem (8 i 9).

2. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że płytki (1) wykonane są z tlenku cyrkonu utrwalonego i ewentualnie wzbogaconego dla uzyskania zwiększenia termoemisji oraz z cyrkonianu wapnia, strontu, baru lub wapnia z dodatkiem tlenku cyrkonu.

3. Elektroda według zastrz. 1 i 2, **znamienna tym**, że płaszczyzny czołowe płytki (1) nienarażone na działania gorących gazów są powlezione w kolejności rozpylonym metalem trwałym, szlachetnym lub obojętnym, elektrolityczną warstwą (1A) z metalu lub stopu ogniotrwałego szlachetnego lub obojętnego, a następnie począwszy od określonej grubości (e_1) od powierzchni gorącej (AB) — cienką warstwą (1B) z metalu szlachetnego lub obojętnego.

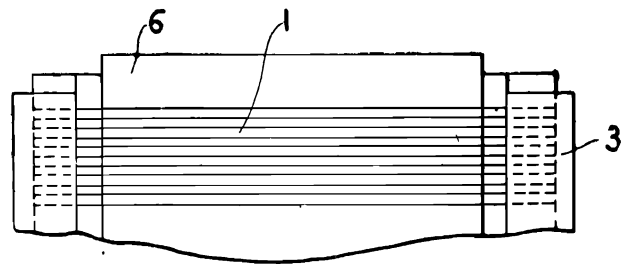


FIG. 3

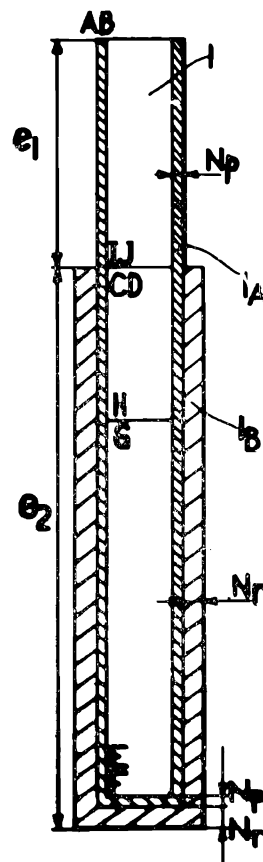


FIG. 4

FIG. 5

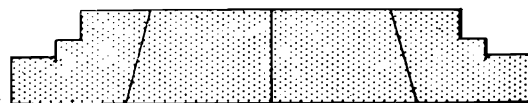


FIG. 6



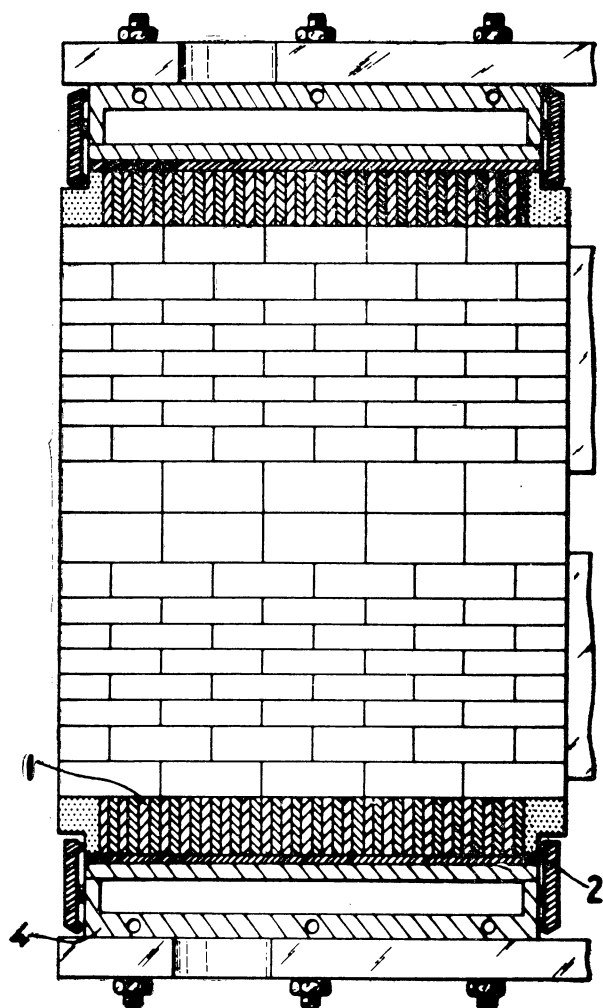


FIG. 8

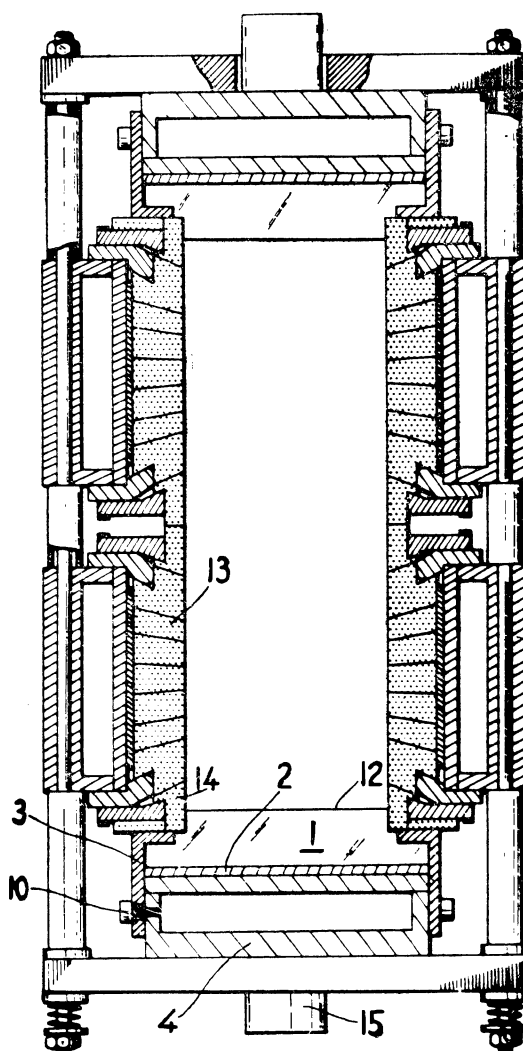


FIG. 7