

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 41792

Kl. 21 h, 15/50

Aktiebolaget Kanthal *)

Hallstahammar, Szwecja

Piec elektryczny

Patent trwa od dnia 7 lipca 1956 r.

Pierwszeństwo: 11 lipca 1955 r. dla zastrz. 1, 3—8 (Szwecja).

Wynalazek dotyczy sposobu osadzenia elektrycznych elementów oporowych w piecach elektrycznych, pracujących w temperaturze 1000°C, najkorzystniej jednak w temperaturze, wynoszącej co najmniej 1400°C.

W znanych urządzeniach grzejnych stosowano w takich temperaturach elementy oporowe, sporządzane sposobem metalurgii proszków głównie z krzemków, a zwłaszcza z krzemku molibdenowego, zawierających ewentualne pozostałości tlenków, węglików, jak węgiel krzemu, borków, przy czym jako atomy metalu, poza molibdenem, mogły być stosowane pierwiastki **Ti**, **Zr**, **V**, **Nb**, **Ta** i **Cr**. Przy silnym ogrzewaniu na skutek działania tlenu z powietrza powstaje na takich elementach oporowych zewnętrzna warstwa dwutlenku krzemu. W wysokiej temperaturze

jest ona nieco kleista i plastyczna i spieka się na gazoszczelną powłokę, chroniącą wnętrze elementu przed dalszym utlenianiem.

Elementy oporowe, sporządzane z tego rodzaju materiałów, posiadają ograniczoną wytrzymałość mechaniczną i dlatego dotychczas musiały być wspierane w kilku miejscach lub nadawano im rozmiary często zbyt małe w stosunku do normalnie stosowanych wielkości pieców. Jeśli natomiast elementy tego typu opierano bezpośrednio na ognioodpornej wykładzinie pieca, co przy tego rodzaju elementach oporowych bywa stosowane, wówczas przywierają one do wykładziny, a przy zmianach temperatury pękały. Przywieranie to może być powodowane zarówno przez powłokę dwutlenku krzemu, jak i wskutek tego, że przy zetknięciu się materiału, z którego zbudowany jest element oporowy, z podłożem następuje reakcja chemiczna, w wyniku której powstają produkty o temperaturze mięknięcia niższej, niż tem-

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są Per Borghult i John Helge Haglund.

peratura robocza elementu. Zaznaczyć należy, że przywieranie nie pozostaje w żadnym związku ze stopniem ognioodporności wykładziny pieca.

Dla uniknięcia tych niedogodności zawieszano elementy swobodnie, aby nie mogły stykać się z wykładziną pieca w obrębie rozgrzewania się elementu. Wówczas jednak elementy musiały posiadać dużą wytrzymałość mechaniczną i rozmiary niewłaściwe pod względem elektrycznym.

Wynalazek usuwa te niedogodności i zasadnicza jego cecha polega na tym, że element, który głównie składa się z krzemków, zwłaszcza z krzemku molibdenu z ewentualnymi pozostałościami tlenków, węglików i borków, spoczywa swobodnie na podłożu z luźnych ziarn stykających się z nim tylko częściowo. Ziarna te składają się z materiału ognioodpornego, chemicznie nieaktywnego w stosunku do materiału, z którego jest element oporowy wykonany, również w temperaturze roboczej i elektrycznie izolującego. W ten sposób elementy otrzymują dobre oparcie, a podłoże zapobiega ich przywieraniu do wykładziny pieca. Ziarna podłoża muszą być w takim stopniu ognioodporne, aby mogły swobodnie przesuwać się w temperaturze co najmniej 1000°C, a w każdym razie w temperaturze roboczej pieca; najkorzystniej gdy ziarna mogą przesuwać się swobodnie nawet w temperaturze do 1400°C. Wskutek chemicznej odporności materiału podłoża wobec materiału, z którego zbudowany jest element, nie jest on narażony na zniszczenie w miejscach, w których styka się on z podłożem. Elektryczny opór materiału podłoża jest wystarczająco wysoki, by ewentualne prądy błędne nie powodowały uszkodzenia elementów w miejscach ich stykania się z podłożem.

W czasie pracy część ziarn znajdująca się w części podłoża najbliższej elementu oporowego, przywiera do powłoki dwutlenku krzemu. Ponieważ element przy zmiennych temperaturach zmienia swą długość, ziarna które do niego przywarły, przesuwały się wraz z elementem, po ruchomych ziarnach, które do elementu nie przywarły wzdłuż podłoża. W ten sposób element jest chroniony podczas tych ruchów od szkodliwego działania mechanicznego.

Zgodnie z wynalazkiem stosuje się podłoże z jednego lub kilku takich materiałów jak kwas krzemowy, węgiel krzemu lub krzemian glinu. Szczególnie dobre wyniki osiąga się przy zastosowaniu podłoża sporządzonego z mullitu lub

sylicjanu. Wynalazek nie ogranicza się jednak tylko do podłoża o wymienionym składzie, lecz może być użyty również każdy materiał ognioodporny o dużym oporze elektrycznym. Podłoże jednak musi się składać z takich materiałów, które w możliwie najwyższych temperaturach roboczych pozostają chemicznie obojętne w stosunku do materiału oporowego, by nie powstawały jakiegokolwiek produkty reakcji chemicznej.

Do wytwarzania podłoża elementów oporowych mogą być stosowane według wynalazku krzemki, krzemiany, węgliki, borki i tlenki, oddzielnie lub ich mieszaniny. Większość ziarn podłoża powinna być okrągła, a przynajmniej mieć zaokrąglone krawędzie, aby mogły się one względem siebie swobodnie przesuwać. Ziarna powinny składać się z materiału przesianego z odpowiednich mieszanin ziarn, na przykład z różnych przesiewów według skali sitowej Tylers Standard, wskutek czego ziarna w każdym podłożu składają się z identycznych mieszanin ziarn, na przykład posiadają wielkości leżące między dwiema graniczącymi wartościami oczek, a przynajmniej o podobnych wartościach oczek, na przykład jak mieszanina ziarn wielkości 2,3—3,3 mm i mieszanina ziarn wielkości 3,3—4,7 mm. Wielkość oczek należy dobierać w taki sposób, aby mogły one stanowić dostateczne oparcie dla elementu. Stwierdzono, że grubość podłoża musi być co najmniej dwa razy większa niż przeciętna wielkość ziarn. Ogólnie biorąc wielkość ziarn, z których składa się podłoże, winna wynosić od 0,1 do 10 mm. Stwierdzono, że elementy oporowe, które są wsparte w sposób według wynalazku, mogą być używane również w piecach z wykładziną, która w bezpośrednim zetknięciu oddziaływałaby niszcząco na element. Zgodnie z wynalazkiem jest przeto możliwe używanie standardowego materiału wykładziny, dobrego wyłącznie ze względu na jego ognioodporność, bez względu na ewentualną możliwość powstawania reakcji chemicznych między materiałem wykładziny, a materiałem elementu oporowego w wysokich temperaturach.

Na rysunku przedstawiono postać wykonania ustawienia elementu oporowego w piecu. Fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny dolnej części pieca, fig. 2 — widok tej części z góry, fig. 3 i 4 przedstawiają element umieszczony na podstawach, znajdujących się w częściach zwróconych do wnętrza pieca, fig. 5 przedstawia widok z boku, a fig. 6 — widok z góry rurki wspierającej, przeznaczonej do montażu poziomego,

fig. 7 i 8 zaś przedstawiają przekroje poprzeczne wzdłuż linii VII — VII i VIII — VIII według fig. 5, fig. 9 przedstawia widok z góry dolnej połowy wykładziny pieca rurowego, wreszcie fig. 10 — przekrój poprzeczny wzdłuż linii X — X przez wykładzinę według fig. 9.

W urządzeniu, przedstawionym na fig. 1 i 2, dno 1 i ściany boczne 2 — 5 są wykonane z materiału ognioodpornego. Na dnie umieszczone jest podłoże 6 z ziarn krzemianu glinu o składzie około 65% Al_2O_3 i 35% SiO_2 . Element oporowy 7, składający się w 95% z krzemku molibdeny ($MoSi_2$) oraz z pozostałości tlenków i krzemianów, jest zanurzony do połowy swej grubości w podłożu. Końce elementu są wpuszczone w otwory w ścianie 2 za pomocą pogrubionych końcówek łączących 8a, 8b. Wiaściwą wysoko wydajną strefę ogrzewania stanowi cieńsza część elementu 7, podczas gdy części łączące 8a, 8b osiągają temperaturę znacznie niższą ze względu na ich większy przekrój. Zamiast w tlenku glinu i kwasu krzemowego w postaci krzemianu glinu podłoże może być również wykonane z węgla krzemu w ziarnach wielkości 2—5 mm. Wskazane jest używanie tzw. jasnozielonego węgla krzemu, gdyż jest to najczystsza postać z uzyskiwanych technicznie.

Można również zastosować inny materiał na podłoże, a mianowicie wytworzone z proszku na drodze metalurgicznej kulki o średnicy 4 mm, składające się z dokładnie zmieszanych 15% (wagowo) $MoSi_2$ i 85% (wagowo) węgla krzemowego.

W innym przykładzie wykonania element oporowy 7 jest sporządzony z 90% (wagowo) $MoSi_2$ i 5% (wagowo) borku chromowego (CrB) oraz środka wiążącego, podłoże 6 zaś składa się z czystego kwarcu w postaci przesianych ziarn wielkości 3—4 mm.

Gdy podłoże 6 składa się z czystego tlenku glinu (Al_2O_3) zamiast ze wspomnianego wyżej krzemianu glinu tworzy on w połączeniu z krzemem elementu — krzemiany, co powoduje zużycie elementu w ten materiał, a w następstwie jego zniszczenie. Taki wybór materiału stanowi zaprzeczenie ustalonej zasady, że materiał podłoża winien być wobec materiału chemicznie obojętny.

Na fig. 3 i 4 przedstawiono odmianę ułożenia elementów oporowych pieca, w którym zewnętrzna część ściany ogniotrwałej 10 jest wykonana z cegieł nośnych 11. Na skierowanej ku piecowi stronie posiada ona podstawy 12, 13, na

których umieszczone są podłoża 14, 15, w których spoczywają części 7a, 7b elementu oporowego, połączone ze sobą zawieszoną częścią 7c. Na fig. 3 przedstawione są grubsze części przyłączowe 8c i 8d elementów oporowych.

Na fig. 5—8 wyjaśniono sposób ułożenia elementów oporowych, przeznaczonych do montażu poziomego. Element oporowy 21, zgięty w kształcie litery U, spoczywa na umieszczonym w rurze 20 podłożu 31, składającym się z pokruszonego, ognioodpornego i nawet w roboczej temperaturze chemicznie nieaktywnego i elektrycznie izolacyjnego materiału. Opór elektryczny podłoża 31 jest tak duży, że nie mogą powstawać prądy upływowe. Materiał z którego składa się podłoże posiada, jak to wzmiankowano wyżej, taką ognioodporność, że pojedyncze ziarna pozostają sypkie nawet w temperaturach możliwie najwyższych, wskutek czego element oporowy podczas ogrzewania się, jak i stygnięcia może się swobodnie przesuwać.

Ścianka ceramicznej rury wspornikowej, w której znajduje się element oporowy, jest częściowo wycięta między końcami rury, mniej więcej pośrodku strefy żarzenia się elementu, wskutek czego ciepło promieniowania elementu może być wykorzystane bezpośrednio.

Narządy 25, doprowadzające prąd do elementu oporowego 21, przechodzą przez otwory w sworzniu 26 z ceramicznego materiału, zamykającego odpowiedni koniec rury 20, jednocześnie je wypełniając. Sworzeń ceramiczny, zaopatrzony w otwory dla doprowadzeń, składa się z dwóch lub więcej części umieszczonych jedna za drugą.

Na fig. 9 i 10 przedstawiono dolną część 40 wykładziny ceramicznej i jej górną część 41. Liczbą 42 oznaczono rurę ceramiczną, wpuszczoną w wykładzinę pieca i ograniczającą jego przestrzeń. W dolnej części 40 wykładziny znajduje się pewna liczba, w danym przypadku sześć bruzd 44, przebiegających równolegle do osi pieca. Na dnie każdej bruzdy znajduje się podłoże 45, składające się z rozdrobnionego materiału ognioodpornego, chemicznie nieaktywnego nawet w temperaturze roboczej wobec materiału elementu oporowego i elektrycznie izolującego. Na podłożu 45 spoczywają proste części 46 elementu oporowego o kształcie falistym, wygiętego jako całość według powierzchni cylindrycznej. Obie górne bruzdy lub przegrody 44 są utworzone na powierzchni graniczącej między dolną i górną częścią 40 i 41 wykładziny. Doprowadzenia prądowe 47 elementu opo-

rowego, posiadające większy przekrój niż właściwy przewód oporowy 46, są wprowadzone przez otwory w ścianie tylnej 48 pieca. W przedniej ścianie 49 pieca znajduje się otwór wsadowy 50 pieca. Otwór ten zakrywa się w zwykły sposób klapą niewidoczną na rysunku. Element oporowy w kształcie pętli jest wkładany w bruzdy 44 przed umieszczeniem rury 42 na właściwym miejscu. Element oporowy, po usunięciu z pieca rury ceramicznej 42, może być łatwo wyjmowany do naprawy lub wymiany.

Zastrzeżenia patentowe

1. Piec elektryczny zawierający elementy oporowe pracujące w temperaturze powyżej 1000°C, znamieny tym, że element oporowy, składający się głównie z krzemków, zwłaszcza z krzemku molibdeny, z ewentualnymi pozostałościami tlenków, węglików i borków, spoczywa swobodnie na podłożu z luźnych ziarn stykając się z podłożem jedynie częściowo, przy czym ziarna podłoża stanowią materiał ognioodporny, chemicznie nieaktywny wobec materiału elementu oporowego, również w temperaturze roboczej, i elektrycznie izolujący.
2. Piec według zastrz. 1, znamieny tym, że materiał podłoża składa się z odpornych na temperaturę węglików, borków, krzemianów, krzemków, względnie tlenków.
3. Piec według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że materiał podłoża posiada temperaturę spiekania wyższą, niż temperatura robocza elementu oporowego.
4. Piec według zastrz. 1—3, znamieny tym, że podłoże składa się z jednego lub kilku materiałów, jak kwas krzemowy, węgiel krzemu i krzemian glinu, najkorzystniej jednak z mullitu lub sylimanitu.
5. Piec według zastrz. 1—4, znamieny tym, że wielkość ziarn podłoża wynosi 0,1—10 mm.
6. Piec według zastrz. 1—5, znamieny tym, że grubość podłoża jest co najmniej dwa razy większa niż przeciętna wielkość ziarna.
7. Piec według zastrz. 1—6 z podłożem dla elementów oporowych, utworzonym z materiału przesianego z ziarn w określonych mieszaninach, na przykład według określonej normy sitowej Tylers Standard, znamieny tym, że ziarna w podłożu składają się z identycznych mieszanin ziarn, tzn. należą do zakresu ziarn w przybliżeniu mię-

dzy dwoma granicznymi lub co najmniej zbliżonymi wielkościami oczek, tzn. należą do zakresu ziarn określonych trzema lub więcej wielkościami oczek, tak że największe ziarna są najwyżej dwa do trzech razy większe niż najmniejsze.

8. Piec według zastrz. 1—7, znamieny tym, że większość ziarn podłoża posiada kształt okrągły lub przynajmniej ma zaokrąglone krawędzie dla umożliwienia swobodnego przesuwania się ich względem siebie.
9. Piec według zastrz. 1—6, znamieny tym, że ścianka ceramicznej rury wspornikowej, w której znajduje się element oporowy, jest częściowo wycięta między końcami rury, mniej więcej pośrodku strefy żarzenia się elementu, wskutek czego ciepło promieniowania elementu może być wykorzystane bezpośrednio.
10. Piec według zastrz. 9 z poziomo ułożonymi elementami, znamieny tym, że podłoże, na którym umieszczony jest element oporowy, znajduje się w rurze wspornikowej i wypełnia ją do połowy.
11. Piec według zastrz. 10, zawierający elementy oporowe zgięte w formie litery U, znamieny tym, że doprowadzenia elementu oporowego o powiększonym przekroju, przechodzą przez otwory (wypełniając je jednocześnie) sworzni ceramicznego, zamykającego odpowiedni koniec rury.
12. Piec według zastrz. 11, zawierający elementy ze stosunkowo długimi doprowadzeniami, znamieny tym, że sworzni ceramiczny, zaopatrzone w otwory dla doprowadzeń, składa się z dwóch lub więcej części, umieszczonych jedna za drugą.
13. Piec według zastrz. 1—12 o konstrukcji rurowej, znamieny tym, że ognioodporna wykładzina pieca, otaczająca rurę ceramiczną ograniczającą przestrzeń pieca, posiada przynajmniej w dolnej swej części kilka równoległych przebiegających bruzd do umieszczenia zarówno elementów oporowych w kształcie prętów, jak i podłoża.
14. Piec według zastrz. 13, znamieny tym, że bruzdy biegnące osiowo w ognioodpornej wykładzinie pieca są otwarte i tak rozstawione, iż mogą w nie być wkładane części proste elementu oporowego o kształcie falistym, wygiętego jako całość według powierzchni cylindrycznej.
15. Piec według zastrz. 13 lub 14, znamieny tym, że ognioodporna wykładzina jest po-

dzielona na dwie części wzdłuż płaszczyzny średnicowej pieca, i że górna bruzda jest utworzona na powierzchni, rozgraniczającej obie części.

16. Piec według zastrz. 14 lub 15, znamienny tym, że doprowadzenia prądowe do elementu oporowego są przeprowadzone przez

ścianę tylną pieca, znajdującą się naprzeciwko jego otworu wsadowego.

Aktiebolaget Kanthal

Zastępca: Inż. mgr Jerzy Hanke

rzecznik patentowy

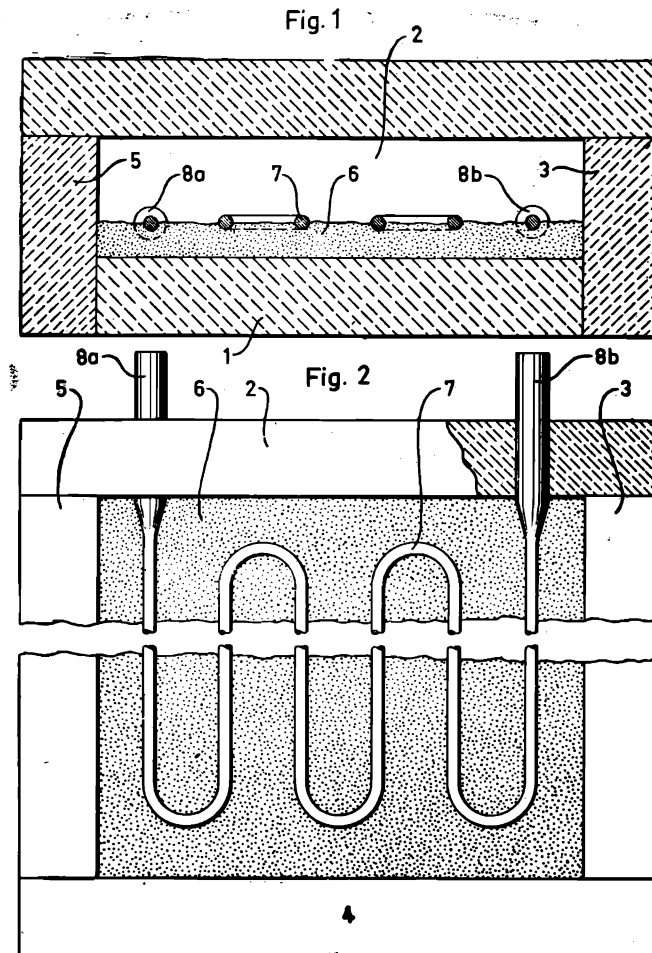


Fig. 3

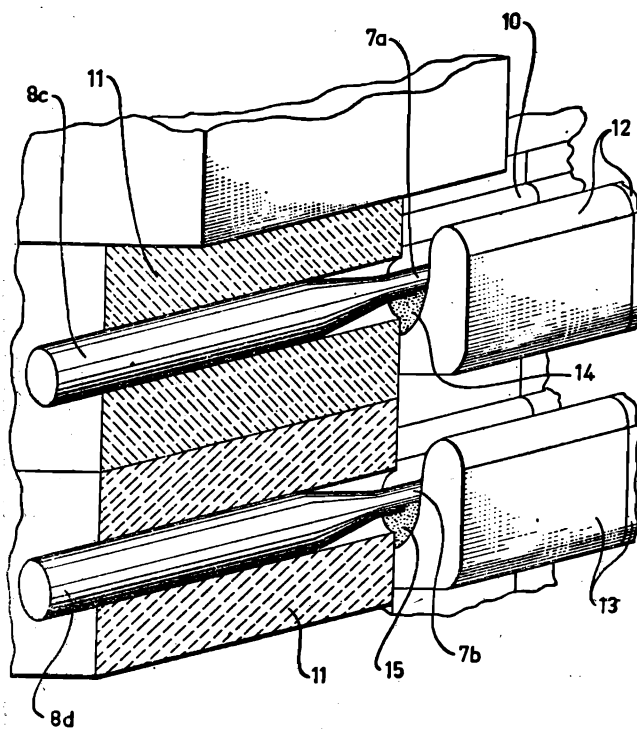


Fig. 4

