

C22c 1/04



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 43545

Kl. 40, b, 18
1/04

Aktiebolaget Kanthal

Hallstahammar, Szwecja

Sposób wytwarzania wkładek ceramicznych przy otrzymywaniu metodami metalurgii proszkowej przedmiotów spiekanych, zawierających dwukrzemek molibdenu

Patent trwa od dnia 9 grudnia 1958 r.

Pierwszeństwo: 15 lipca 1958 r. (Szwecja).

Wynalazek dotyczy ogólnie biorąc, wytwarzania przedmiotów ze spiekanych krzemków na drodze metalurgii proszkowej z surowca w postaci sproszkowanego materiału, zwłaszcza dwukrzemku molibdenu, przy czym zajmuje się on w pierwszym rzędzie wytwarzaniem wkładek ceramicznych, które zapobiegają wzrostowi ziaren dwukrzemku.

Dla wytwarzania tych wkładek wynalazek wykorzystuje właściwość pewnych glin, zawierających bentonit i mających zdolność pęcznienia. Zastosowanie tych glin dało całkowicie nie oczekiwane wyniki, przy czym podkreśla się, że ilekroć poniżej mowa jest o bentonicie, to rozumie się również i inne pęczniące gliny grupy montmorylonitu, jak np. beidellit i saponit. Bentonit w stanie suchym występuje w postaci złożu lub utworów warstwowych o wyjątkowo cienkich blaszkach krystalicznych. Przy mieszaniu bentonitu z wodą lub inną cieczą o wy-

sokiej stałej dielektrycznej, cząstki tej cieczy wciskają się pomiędzy blaszki minerału i powodują ich rozdzielanie. W rezultacie tego bentonit pęcznieje, przez co nabiera wyjątkowo wysokiej zdolności plastycznego kształtowania. Zgodnie z wynalazkiem bardzo drobno sproszkowany dwukrzemek molibdenu miesza się z niewielką ilością spącznionego bentonitu. Na podstawie pomiarów stwierdzono, że blaszki bentonitu o grubości kilkuset angstromów zmieszane dobrze z ziarnistym dwukrzemkiem molibdenu mogą wciskać się jak kliny między jego ziarna. Tak otrzymany materiał można następnie ukształtować zwykłymi sposobami, stosowanymi w metalurgii proszków lub w ceramice, np. przez wyciskanie, prasowanie lub odlewanie wtryskowe, po czym otrzymane kształtki poddaje się spiekaniu. Spiekanie należy prowadzić w temperaturze wyższej od temperatury topnienia bentonitu. Najkorzystniej jest

spiekać w temperaturze dostatecznie wysokiej dla otrzymania produktu o wysokiej gęstości.

Stwierdzono, że korzystnie jest stosować możliwie najbardziej rozdrobniony materiał wyjściowy, najlepiej o wielkości ziaren nie przekraczającej 10 mikronów. Ilość bentonitu należy brać tym większą, im mniejsza jest wielkość ziaren dwukrzemku molibdenu. Stwierdzono, że stopiony bentonit powinien znajdować się między ziarnami produktu końcowego w postaci bardzo rozdrobnionych cząstek, przeważnie o wielkości 10 mikronów lub mniejszej.

W stanie suchym zawartość bentonitu powinna stanowić, ogólnie biorąc, od 2 do 20% sproszkowanego materiału wyjściowego, przy czym zawartość ta jest w zależności odwrotnej od wielkości ziaren sproszkowanego materiału. Należy zauważyć, że z reguły nawet mniejsza zawartość procentowa materiału gliniastego może nadać sproszkowanemu dwukrzemkowi plastyczność niezbędną dla umożliwienia formowania materiału zwykłymi metodami, stosowanymi w ceramice.

Szczególnym celem wynalazku jest osiągnięcie tego, aby formowany materiał, zawierający wilgotną glinę i przeznaczony do suszenia, już przed suszeniem nabierał znacznej wytrzymałości mechanicznej, zwanej wytrzymałością w stanie surowym, co ma specjalne znaczenie praktyczne przy wytwarzaniu dużych elementów formowanych.

Wynalazek ma również na celu, przez hamujące działanie małych cząstek materiału gliniastego, zapobiegać wzrostowi ziaren dwukrzemku w wysokiej temperaturze, a co najmniej wzrost ten utrudniać i w ten sposób polepszać właściwości wytrzymałościowe materiału. Dalszą korzyścią wynalazku jest to, że pozwala on nadawać materiałowi przemijającą plastyczność w podwyższonej temperaturze, co ułatwia formowanie.

Odmiana sposobu według wynalazku umożliwia osiągnięcie dalszych korzyści przez to, że zmienia się skład bentonitu dodatkiem boru. Bor można przy tym dodawać do materiału gliniastego w postaci roztworu kwasu borowego lub dowolnej innej substancji zawierającej bor i posiadającej tę własność, że przy ogrzewaniu materiału do temperatury spiekania zawarty w niej bor zostaje utleniony lub w inny sposób przechodzi w tlenek boru B_2O_3 , który następnie rozpuszcza się w składniku ceramicznym. Ilość tego dodatku w przeliczeniu na bor powinna wynosić od 0,001 do 0,1%, korzystnie 0,01% wagi spieczonego przedmiotu. Najlepiej jest doda-

wać bor w postaci rozcieńczonego roztworu już przy uplastycznianiu bentonitu.

Dalszym celem wynalazku jest ułatwianie procesu spiekania, co osiąga się przez stosowanie materiału gliniastego o punkcie topnienia niższym od punktu topnienia dwukrzemku molibdenu i prowadzenie procesu spiekania ostatecznego w temperaturze wyższej od temperatury topnienia materiału gliniastego, przy czym to ułatwiające działanie warunkowane jest obecnością fazy ciekłej

Poniżej opisane są dwa przykłady wykonania sposobu według wynalazku w odniesieniu do rysunku, na którym fig. 1 przedstawia pionowy przekrój podłużny wyciskarki do formowania materiału w pręty o różnych średnicach, mające zastosowanie do wyrobu części żarzących oraz końcówek łączących gotowych elementów oporowych, fig. 2 — przekrój pionowy pieca rurowego do spiekania wysuszonych prętów w atmosferze pozbawionej tlenu, fig. 3 — widok boczny odcinka spiekane go pręta podczas ogrzewania go w środowisku utleniającym, fig. 4 — widok z góry takiego odcinka pręta z fig. 3, przy czym część mająca stanowić strefę żarzącą się elementu oporowego, ma kształt litery U, fig. 5 — tę samą część po jej ukształtowaniu, bezpośrednio przed przy mocowaniem końcówek łączących elementu oporowego, fig. 6 — widok boczny gotowego elementu pracującego jako elektryczny element oporowy, przy czym zaciski prądowe uwidocznione są częściowo w przekroju, zaś fig. 7 przedstawia w powiększeniu strukturę omawianych prętów.

W poniższych przykładach, o ile inaczej nie zaznaczono, wszystkie dane procentowe odnoszą się do procentów w stosunku wagowym, a temperatura podawana jest w stopniach Celsjusza.

P r z y k ł a d I. Sproszkowany molibden o wielkości ziaren wynoszącej 46 mikronów i o czystości 99,8% miesza się dobrze z krystalicznym krzemem rozdrobnionym tak, że może przechodzić przez sito o otworach 150 mikronów i zawierającym mniej niż 0,50% żelaza oraz posiadającym czystość 99%. Mieszanina zawiera 63% molibdenu i 37% krzemu. Ogrzewa się ją w atmosferze czystego wodoru gazowego do temperatury 1200°, przez co powoduje się reakcję egzotermiczną, w wyniku której molibden i krzem łączą się na $MoSi_2$.

Otrzymane ciasto $MoSi_2$ rozdrabnia się w odpowiedni sposób do wielkości ziarna mniejszej niż 1 mm, przy czym cząstki te są dostatecznie duże, aby zapobiegać godnemu uwagi utle-

nianiu powierzchniowemu pod wpływem powietrza w temperaturze pokojowej.

Odpowiednią ilość tego rozdrobnionego materiału miele się następnie na mokro w młyńnię kulowym przez czas dostatecznie długi do otrzymania bardzo drobnego proszku dwukrzemku molibdenu, przy czym wielkość cząstek powinna wynosić od 4 do 8 mikronów. Proszek ten zawiera 0,5 do 1,0% żelaza, pochodzącego prawdopodobnie z łamacza i młyńni kulowego. Zawartość żelaza może być przy tym zmienna, jednak ma ona później znaczenie. Typowy skład proszku jest: 63,0% Mo, 36,6% Si oraz 0,4% Fe.

Proszek MoSi₂ suszy się następnie całkowicie, przy czym dla ochrony przed utlenianiem suszenie to prowadzi się pod zmniejszonym ciśnieniem. Proszek ten jest pyroforyczny i przy dostępie tlenu może nastąpić samozapalenie się nawet w temperaturze pokojowej, toteż należy go chronić przed dostępem powietrza, co można osiągnąć za pomocą nie utleniającego gazu, np. wodoru lub cieczy, np. benzyny.

Proszek dwukrzemku molibdenu miesza się następnie możliwie niezwłocznie z zimną pastą bentonitu rozrobionego z wodą, przy czym pastę tę miesza się silnie w sposób ciągły za pomocą mieszałki. Pozwala to na możliwie szybkie zwilżenie i otoczenie każdej cząstki proszku MoSi₂ pastą bentonitową, co zapobiega utlenianiu proszku. Wspomnianą tu pastę bentonitową otrzymuje się przez utworzenie zawiesiny 15% spotykanego w hadlu bentonitu w 85% wody. Bentonit taki zawiera: 60% SiO₂, 20% Al₂O₃, 15% H₂O oraz 5% zanieczyszczeń, jak np. Fe₂O₃, CaO, MgO i Na₂O. W razie potrzeby bentonit można przesiać przez sito przepuszczające cząstki wielkości 45 mikronów, aby w ten sposób usunąć cząstki zbyt duże.

Po dodaniu MoSi₂ do pasty bentonitowej otrzymana mieszanina zawiera w stosunku do suchej masy 5% bentonitu i 95% MoSi₂.

Dzięki starannemu wysuszeniu, poszczególne cząstki MoSi₂ obłożone zostają pastą bentonitową. Dla większego przyspieszenia zwilżania cząstek można do pasty dodawać środek zwilżający. Cząstki bentonitu w paście są o wiele mniejsze od cząstek dwukrzemku molibdenu, których wielkość waha się od 4 do 8 mikronów. Stosunkowo duże ilości wody stosowane wraz z bentonitem sprzyjają całkowitemu wymieszaniu wzajemnemu bentonitu i dwukrzemku. Otrzymana mieszanina powinna mieć konsystencję miękkiej masy lub pasty.

W omawianym przypadku masę z dwukrzemku i bentonitu czyni się podatną i plastyczną w ten sposób, że ugniata się ją w ugniatańce wyposażonej w płaszcz z wodą gorącą. Ugniatanie prowadzi się aż do obniżenia zawartości wody do około 8%.

Otrzymaną masę wprowadza się do zwykłej odpowietrzającej wtryskarki lub wyciskarki, która formuje ją w plastyczne grudki o średnicy 50 mm. Zgodnie z fig. 1 te grudki 1 wprowadza się do cylindra wyciskającego 2 wyciskarki, wyposażonego w tłok 3, który wyciska plastyczną masę przez dysze 4 tak, że tworzy się pręt 5, przesuwany dalej na taśmie bez końca i równocześnie zsuwany ostrożnie z taśmy w bok do koryta suszącego, wyposażonego w pewną ilość gładkich rowków do przyjmowania poszczególnych prętów. Następnie pręty 5 doprowadzane są do pieca suszącego celem starannego wysuszenia. Temperaturę w tym piecu podwyższa się stopniowo od pokojowej do 35° i wilgotność powietrza suszącego obniża się stopniowo od 100% do 50 względnie 60% w ciągu 50 do 100 godzin. Ma to na celu usunąć co najmniej prawie całkowicie wodę zaabsorbowaną i zamkniętą w prętach, które podczas tego procesu sztywnieją i twardnieją. Wysuszone bentonit zarówno wiąże cząstki sproszkowanego dwukrzemku, jak i stanowi trwałą jego ochronę przed utlenianiem. Poza tym powoduje on również to, że grudki nabierają wytrzymałości dostatecznej dla przemysłowych procesów wytwarzania.

Pręty umieszcza się następnie w zimnym wielostopniowym piecu rurowym do spiekania. Piec ten posiada szereg rur 6 otoczonych komorą grzejną 9. Pręt 5 wsuwa się wzdłuż do rury 6, jak to uwidoczniło na fig. 2. W tym czasie komora 9 i rury są zimne. Każda rura 6 ma wlot 10 i wylot 7 gazu. Przez wlot 10 wprowadza się suchy, czysty wodór, zawierający mniej niż 0,5% objętościowych tlenu. Wodór wypełnia całkowicie każdą rurę 6, przy czym dla bezpieczeństwa wodór ulatujący przez wylot 7 spala się. Rury 6 są dla zamknięcia wypełnione na końcach ziarnistym, ogniotrwałym materiałem 8.

Przez rury 6 przepuszcza się nieprzerwanie wodór i rozpoczyna ogrzewanie, prowadząc je z reguły tak, by wzrost temperatury od pokojowej do 1050° osiągnął w ciągu 12 godzin. Przy tym powolnym podwyższaniu temperatury osiąga się taką temperaturę prętów 5, w której rozpoczyna się spiekanie wstępne cząstek dwukrzemku. Poznaje się to po tym, że pręty na-

bierają zdolności przewodzenia prądu elektrycznego, zaś następuje to przy temperaturze 800°. Po osiągnięciu temperatury 1050° proces spiekania wstępnego następuje szybciej, co można łatwo rozpoznać mierząc przewodnictwo elektryczne. W praktyce okazało się korzystnie utrzymywać temperaturę 1050° przez 4 godziny.

Celem wstępnego spiekania w atmosferze wodoru jest spieczenie prętów 5 w warunkach wykluczających utlenienie tak, aby nadać im dostateczną zwartość i wystarczająco małą porowatość, aby później można je było ogrzewać w powietrzu lub w obecności innych czynników utleniających. Porowatość prętów wynosi 15 do 20% objętościowych, a typowy ich skład jest: 59,7% Mo, 36,0% Si, 0,7% Al, 0,7% Fe oraz 0,2% zanieczyszczeń. Resztę, to jest 2,7% stanowi tlen. Z mineralogicznego punktu widzenia 91% objętościowych stanowi MoSi₂ oraz 9% objętościowych szkło, przeważnie stopiony bentonit.

Podczas tego wstępnego spiekania pierwotna średnica prętów zmniejsza się z 7 do około 6 mm, względnie z 14 na 12 mm. Wstępnie spieczony materiał jest stosunkowo twardy i ma wyżej podaną, niewielką porowatość. W tym stanie może on być usunięty z chroniącego środowiska wodoru, przepływającego przez rury 6.

Przy spiekaniu prętów o większych średnicach opisaną wyżej metodą, może się zdarzyć że gdy spiekanie prowadzono za krótko, porowatość prętów nie zostanie dostatecznie obniżona. W tym przypadku, po opisanym wstępnym spiekaniu mogą one być ochłodzone w atmosferze wodoru do temperatury pokojowej, aby można było nimi manipulować, a po ochłodzeniu przenosi się je do nie uwidocznionego na rysunku pieca rurowego, posiadającego strefy ogrzewania i strefy chłodzenia przepłukiwane wodorem. Rury tego pieca są wykonane z materiału ceramicznego i utrzymuje się w nich temperaturę pomiędzy 1300 i 1350°, przy czym strefa ogrzewania może mieć długość około 70 cm. Przesuwając pręty przez ten piec wzdłuż z prędkością około 5 cm na minutę osiąga się to, że materiał zostaje w stosunkowo krótkim czasie ogrzany do wysokiej temperatury, dzięki czemu nie ma on możliwości utracenia istotnej części nabytej uprzednio plastyczności.

Ponieważ do opisanego momentu materiał był spiekany w atmosferze nie utleniającej, przeto odcięte pręty nie mają na powierzchni szklistej powłoki, która tworzy się w temperaturze powyżej 1300° tylko w obecności tlenu, który mo-

że wiązać się z krzemem zawartym w materiale. Materiał przytrzymywany zbyt długo w atmosferze utleniającej i w temperaturze podwyższonej, lecz niższej od 1300°, przy której tworzenie się ochronnej powłoki następuje szybko, może ulec zniszczeniu na skutek nie kontrolowanego utleniania wewnętrznego.

W praktyce końcówki przyłączeniowe mają z konieczności części, które nie były ogrzane do temperatury dostatecznie wysokiej dla wytworzenia ochronnej powłoki szklistej. W związku z tym, zgodnie z fig. 3, każdy obcięty pręt 5a zawieszają pionowo, chwytając jego koniec w zacisk 12, służący za zacisk prądowy i utrzymywany w uchwycie 11. Dolny koniec pręta otoczony jest drugim zaciskiem 12, stanowiącym również drugi zacisk prądowy, a poza tym połączony jest z ciężarkiem 13, który ma za zadanie naciągać pręt 5a. Pręty 5a ogrzewane są bezpośrednio przechodzącym przez nie prądem elektrycznym, aby możliwie szybko dojść od temperatury pokojowej do 1550°. Trwa to około 30 sekund, a ponieważ powietrze ma wolny dostęp, przeto pręt utlenia się. Materiał utrzymuje się w tej temperaturze przez około 5 minut.

Podczas opisanego wyżej ogrzewania powłoka ochraniająca tworzy się tak szybko, że zamyka ujścia powierzchniowych por dostatecznie wcześniej dla uregulowania utleniania, wewnątrz całego pręta. Powłoka ta jest zwarta i przykrywa całą powierzchnię pręta. Temperatura drugiego spiekania jest wyższa od temperatury spiekania wstępnego, toteż osiąga się dalej idące obniżenie porowatości materiału. Ogrzewanie przy wolnym dostępie powietrza powoduje dodatkowe, nieznaczne kurczenie się materiału na skutek dodatkowego zagęszczenia. To kurczenie się powoduje zmniejszanie się średnicy części prętów w strefie żarzenia aż do 6 mm, oraz średnicy prętów stanowiących końcówki przyłączeniowe odpowiednio do 12 mm.

Otrzymany produkt ma porowatość od 0 do 5% objętościowych, co odpowiada ciężarowi właściwemu 5,6 g/cm³. Wytrzymałość na zgięcie wynosi w temperaturze pokojowej 50 kg/mm², w porównaniu z 20 kg/mm² dla czystego MoSi₂. Typowy skład materiału jest: 57,7% Mo, 34,9% Si, 0,7% Al, 0,7% Fe oraz 0,2% zanieczyszczeń, zaś resztę, to jest 5,8% stanowi tlen. Z mineralogicznego punktu widzenia jest to w 82% objętościowych MoSi₂ oraz w 18% objętościowych szkło.

Jak już wspomniano materiał ten daje się plastycznie formować w temperaturze wyższej

od 1100°, przy czym właściwość ta jest przemijająca i trwa tylko od 2 do 10 godzin. Nie wydaje się, by na ten okres czasu miały wpływ przerwy gdy materiał ochładza się, zaś wyższa temperatura skraca go w porównaniu z okresem, jaki obserwuje się gdy stosować temperaturę bliską 1100°. Być może, że temperatury niższe od 1100° mogą wspomniany okres czasu wyczerpać. Tę właściwość materiału trzeba uwzględnić w związku z opisanymi zabiegami przy wytwarzaniu prętów.

Opisana zdolność plastycznego formowania materiału pozwala na wytwarzanie z niego różnych części elektrycznych prętów oporowych o dowolnych kształtach. Zgodnie z fig. 4, osiąga się to przez umocowywanie na pręcie zacisków elektrycznych 14 i przepuszczanie prądu celem ponownego ogrzania pręta do 1550°, co może następować bardzo szybko. Zdolność do plastycznego formowania jest wtedy tak duża, że pręt 5a może być ręką wygięty na formie 15 tak, że przyjmuje kształt litery U. Plastyczność materiału w podanych granicach jest bardzo znaczna. Na fig. 5 przedstawiono pręt wygięty w sposób nie skomplikowany, ale można oczywiście wyginać w inne dowolne kształty.

Opisanemu wyżej ukształtowaniu towarzyszy bardzo szybkie ogrzewanie materiału formowanego, które można wykorzystywać do otrzymywania ochronnej powłoki szklistej, o ile nie została ona wykonana w sposób podany poprzednio. Również i w tym przypadku ciężar właściwy materiału wzrosłby silnie.

Końcówki przyłączeniowe wykonuje się ze sztab względnie prętów 5a o większej średnicy, np. 12 mm, podczas gdy części przeznaczone na strefę żarzenia mają zgodnie z fig. 5 średnicę wynoszącą 6 mm. Fig. 6 przedstawia końcówki przyłączeniowe 18 obrobione przez skrawanie tak, że mają zwężające się stożkowo części 19 i części cylindryczne 20, przy czym te ostatnie mają średnicę przewidzianą dla strefy żarzenia 5b i są z poprzednio wymienionymi połączone za pomocą zgrubień spawalniczych 17. Tylko nie zwężone, cylindryczne części końcówek przyłączyowych 18 mają więc nadal powierzchnią powłokę szklistą, podczas gdy zwężające się stożkowo części 19 oraz części 20 o mniejszej średnicy utraciły swoje szkliwo. Części te pokrywa się jednak dodatkowo szklivem, gdy złożony pręt stosuje się jako elektryczny element grzejny, jak to uwidoczniło na fig. 6, przy czym zaciski 16 umieszcza się w opisanym wyżej sposób i łączy ze źródłem prądu.

Faza szklista jest wynikiem reakcji między

stopionym bentonitem i szkłem kwarcowym, które tworzy się przez utlenianie dwukrzemku. Składnik ceramiczny szkła ma bardzo duże znaczenie, ponieważ zapobiega skutecznie wzrastaniu ziaren w wyższej temperaturze.

Na fig. 7 uwidoczniło z powiększeniem w przybliżeniu 2000-krotnym strukturę przekroju dobrze spieczonego pręta. Widoczne są tu kryształy krzemku 19, przy czym widać również że są one wzajemnie ze sobą spieczone na granicach 20 ziaren. Na brzegu ziaren znajdują się mikroskopijnej wielkości wkłady względnie „wysępki” 21 o charakterze niemetalicznym. W danym przypadku składają się one ze szkła otrzymanego z bentonitu i ewentualnie SiO_2 , powstałego przez utlenianie dwukrzemku podczas spiekania w atmosferze utleniającej. Wkłady 21 uniemożliwiają dalszy wzrost ziaren i przyczyniają się do otrzymania elementu spieczonego o dużej gęstości i znacznej wytrzymałości mechanicznej.

Przykład II. Zgodnie z przykładem I sporządzono elektryczne elementy oporowe, stosując 100 części wagowych MoSi_2 o wielkości ziaren 4 do 8 mikronów i 5 części bentonitu, w odniesieniu do suchej masy. Jedną część wagową bentonitu w przeliczeniu na suchą masę roz mieszano z 5,34 częściami wagowymi rozcieńczonego kwasu borowego, zawierającego 0,1875% H_3BO_3 . Postarannym wymieszaniu w wygniatarce próżniowej, wyciśnięciu i wstępnym spieczeniu w temperaturze 1050°, poddano następnie materiał ostatecznemu spiekaniu w temperaturze 1500° przy dostępie powietrza.

Przez dodatek boru zwiększono tu wytrzymałość gotowych prętów na zginanie o około 30% w stosunku do wytrzymałości materiału opisanego w przykładzie I, to jest nie zawierającego dodatku boru. Znikła tu również całkowicie silna łamliwość elementów, jaką można zauważyć w przypadku materiałów nie zawierających boru, gdy ogrzeje się je w warunkach roboczych pierwszy raz do temperatury 1000—1450°.

Materiał wytworzony z dodatkiem boru, jest całkowicie pozbawiony tak zwanej „zarazy dwukrzemku molibdenu” i nie okazuje żadnych nawet objawów zmniejszonej wytrzymałości w granicy temperatur 300—700°. Wytrzymałość początkowa materiału po wysuszeniu pozostała nie zmieniona i równomierna, jak również osiągnęła wartości najwyższe z tych, jakie można osiągnąć w dowolnej części materiału nie zawierającego boru. W ten sposób unika się całkowicie nierównomierności, jakie stwierdza się w materiale nie zawierającym boru. Lepkość miesza-

niny bentonitu obniża się dzięki dodatkowi kwasu borowego o około 25%. Oznacza to, że mieszanina może być przepuszczana przez sito z mniejszą ilością wody, co pozwala na skrócenie czasu suszenia.

W powyższym opisie i przykładach omawiano tylko sposób wytwarzania spieczonych elementów z surowców, których składnik metaliczny zawierał MoSi₂. Wynalazek ma jednak zastosowanie także i w tych przypadkach, gdzie metaliczna część składowa zawiera np. inne odporne na działanie wysokiej temperatury krzemki lub borki. Mogą też być stosowane składy, w których krzem jest zastąpiony częściowo np. przez aluminium. Spieczone elementy mogą także zawierać i inne składniki, jak np. węgiel krzemu lub tlenki metali.

Wynalazek nie ogranicza się też wyłącznie do wytwarzania elektrycznych elementów oporowych ani do wyżej opisanego kształtu elementów spieczonych, ponieważ zgodnie z wynalazkiem można wytwarzać również elementy o innym kształcie, np. druty.

Jeżeli przekrój spiekanego elementu nie jest jednakowy na całej długości, wówczas zamiast ogrzewania prądem elektrycznym można stosować ogrzewanie zewnętrzne.

Pośród różnych możliwych dziedzin, w jakich mogą być stosowane elementy spiekane sposobem według wynalazku, należy wymienić cegły ogniotrwałe, mufy, części pieców i inne, wchodzące w zakres techniki wysokich temperatur. Elementy spiekane mogą też być stosowane jako odporne na korozję wyłożenie raket i silników odrzutowych, a także jako dysze płomienne raket lub łopatk turbinowe dla silników odrzutowych. Z innych zastosowań można wymienić sprzęt laboratoryjny, łaźnie ogniowe, tygle, dysze do palników gazowych i olejowych, jak również elementy rozdrabniające w młynach kulowych, koła szlifujące, proszek do polerowania i narzędzia do skrawania. Dalsze zastosowania możliwe są w dziedzinie elektrotechniki, np. do wyrobu elementów żarowych w lampach radiowych i w lampach Roentgena, w urządzeniach radarowych i termoelementach.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania wkładek ceramicznych przy otrzymywaniu metodami metalurgii proszkowej przedmiotów spiekanych, zawierających dwukrzemek molibdenu, znamieny tym, że sproszkowany krzemek molibdenu, o wielkości cząstek korzystnie poniżej 10 mikronów, miesza się z zawiesziną minerału gli-

niastego, mającego zdolność pęcznienia i zawierającego bentonit, w cieczy o wysokiej stałej dielektrycznej, formuje się z tej mieszaniny przedmioty i poddaje je suszeniu i spiekaniu, przy czym proces spiekania prowadzi się w dwóch fazach, a mianowicie jako spiekanie wstępne w środowisku redukującym oraz spiekanie ostateczne w środowisku utleniającym w temperaturze równej punktowi topnienia użytego bentonitu lub leżącej powyżej tego punktu.

2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że jako ciecz mieszaną z minerałem gliniastym stosuje się wodę, przy czym mieszanina do formowania przedmiotów zawiera od 0,2 do 20% suchej wagi minerału gliniastego, zaś resztę stanowi sproszkowany dwukrzemek molibdenu.
3. Sposób według zastrz. 1—2, znamieny tym, że wstępne spiekanie w środowisku nie utleniającym przeprowadza się w temperaturze 1000—1400°C.
4. Sposób według zastrz. 1—3, znamieny tym, że podczas spiekania ostatecznego przedmiot spiekany ogrzewa się w czasie 30—60 sekund od temperatury pokojowej do temperatury 1550°C i utrzymuje go przez 1 do 10 minut w atmosferze utleniającej o temperaturze 1400—1700°C, po czym proces przerywa się.
5. Sposób według zastrz. 1—4, znamieny tym, że bentonit dodaje się w takich ilościach, aby 5 części wagowych SiO₂ odpowiadało 100 częściom wagowym MoSi₂.
6. Sposób według zastrz. 1—5, znamieny tym, że spiekanie wstępne prowadzi się tak daleko, aż porowatość formowanych przedmiotów obniży się do 20—15% w stosunku objętościowym, zaś spiekanie ostateczne prowadzi się aż do zmniejszenia porowatości spieczonego materiału do 10—0% w stosunku objętościowym.
7. Sposób według zastrz. 1—6, znamieny tym, że w związku z uplastycznianiem materiału bentonitowego dodaje się bor w postaci kwasu borowego lub innej substancji zawierającej bor, która przy spiekaniu daje tlenek boru, przy czym zawartość boru w spiekającym przedmiocie wynosi 0,001 do 0,1% w stosunku wagowym.

Aktiebolaget Kanthal

Zastępca: mgr inż. Jerzy Hanke,
rzecznik patentowy

Fig.1

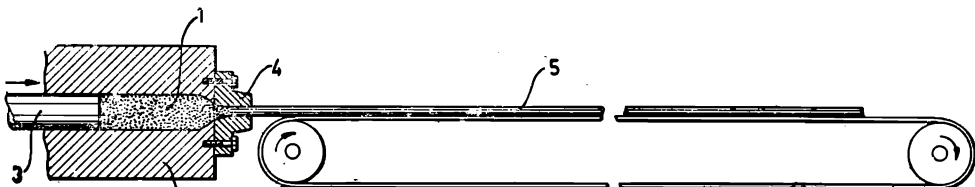


Fig.2

