



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 25.03.74 P. 169801)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 03.11.75

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1978

MKP C23c 9/02

Int. Cl.² C23C 9/02

CZY. LIT.

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: USS Engineers and Consultants, Inc., Pittsburgh
(Stany Zjednoczone Ameryki)

**Sposób wytwarzania na powierzchni przedmiotu metalowego
powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach
oraz mieszanina reakcyjna do wytwarzania
na powierzchni przedmiotu metalowego
powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania na powierzchni przedmiotu metalowego powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach oraz mieszanina reakcyjna do wytwarzania na powierzchni przedmiotu metalowego powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach.

Wiele stali stopowych posiada wytrzymałość niezbędną do przenoszenia znacznych naprężeń. Jednak bardzo często wykazują one zbyt małą odporność na erozję w warunkach w których pracują. Dlatego stale te pokrywa się często materiałami o dużej odporności na ścieranie. Jednak w stosowanych obecnie procesach przebiegających w wysokich temperaturach, obciążenia mechaniczne i cieplne są tak wielkie, że materiały tworzące powłoki odporne na ścieranie nie spełniają swoich zadań. Tylko niektóre stosowane dotychczas stopy nadają się do pracy w takich warunkach. Są to stopy na bazie kobaltu, niklu lub stale austenityczne z zawartością niklu. Niestety wszystkie te stopy są bardzo drogie, a ich przygotowanie czasochłonne.

Znane sposoby wytwarzania na powierzchni przedmiotów metalowych powłoki odpornej na ścieranie polegają na skraplaniu na powierzchni przedmiotu par boru. Otrzymane tymi metodami powłoki są bardzo cienkie, posiadają grubość od 2,54 μm do 25,4 μm. Zwiększenie grubości tak wytwarzanej powłoki jest bardzo trudne. Sposoby naborowywania podane są w opisach patentowych Stanów Zjednoczonych Ameryki. Patent 3.029.162 i 3.622.402. Są to

2

sposoby mało wydajne oraz wymagają stosowania pieca komorowego lub retorty i na ogół nie nadają się do naborowywania dużych przedmiotów takich jak stół maszyny spiekalniczej. Poza tym powłoki tak otrzymane nie nadają się do stosowania tam, gdzie występują silne uderzenia, ponieważ są zbyt cienkie i bardzo kruche.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania na powierzchni przedmiotu metalowego powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach, o znacznie większej grubości niż powłoki uzyskiwane znanymi sposobami.

Celem wynalazku jest również opracowanie składki mieszaniny reakcyjnej, stosowanej do wytwarzania twardej powłoki na powierzchni przedmiotów metalowych.

Zgodnie ze sposobem według wynalazku wokół części przedmiotu, która ma być pokryta powłoką ustawia się ogniotrwałą osłonę, wewnątrz osłony umieszcza się mieszaninę reakcyjną, składającą się ze sproszkowanego paliwa, rozdrobnionego materiału tworzącego osnowę i zawierającego tlenek żelaza, oraz rozdrobnionego żelazoboru w takiej ilości, że zawartość boru w mieszaninie wynosi od 4% do 8% wagowych zawartości żelaza, a następnie zapala się mieszaninę inicjując egzotermiczną reakcję redukcji, po której zakończeniu chłodzi się produkt i usuwa osłonę.

Zgodnie z rozwiązaniem według wynalazku mieszanina reakcyjna składa się ze sproszkowanego pa-

liwa, rozdrobnionego materiału tworzącego osnowę i zawierającego tlenek żelaza, oraz rozdrobnionego żelazoboru w takiej ilości, że zawartość boru w mieszaninie wynosi od 4% do 8% wagowych zawartości żelaza.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładach wykonania na rysunku na którym fig. 1 przedstawia przedmiot pokrywany wraz z ogniotrwałą osłoną, fig. 2 — przedmiot pokrywany wraz z ogniotrwałą osłoną po zakończeniu reakcji redukcji aluminotermicznej, fig. 3 — bimetel w przekroju, fig. 4 — układ osłony ogniotrwałej w przekroju podobnym do fig. 1, fig. 5 — wykres odporności na erozję twardej powłoki utworzonej ze stopu żelazoboru w funkcji procentowej zawartości boru w tej powłoce, fig. 6 — suwak popychacza koksu w przekroju, fig. 7 — suwak popychacza koksu o innej konstrukcji także w przekroju, fig. 8 — rynnę zsypową z twardą powłoką, przeznaczoną do gorących materiałów granulowanych, w przekroju poprzecznym, a fig. 9 — rusztowinę przesiewacza rusztowego, przeznaczonego do kruszenia gorącego spieku, w widoku z boku.

Jak pokazano na fig. 1, stalowy przedmiot 10 umieszcza się na miękkim podłożu 12 i poziom piasku uzupełnia się do poziomu górnej powierzchni przedmiotu. Ogniotrwała osłona 14 składająca się z metalowego płaszcza 15 z kołnierzem 16 dla haka dźwigu i ogniotrwałej wykładziny 20, którą w tym przypadku stanowi grafit, ma wewnętrzne wymiary identyczne z zewnętrznymi wymiarami stalowego przedmiotu. Osłonę tę umieszcza się na miękkim podłożu 12, tak, aby otaczała przedmiot. Mieszaninę reakcyjną 24 umieszcza się wewnątrz osłony na powierzchni przedmiotu tak, aby jej warstwa miała jednakową grubość wynoszącą co najmniej 12,7 mm, a najwyżej 300 mm. Otrzymana twarda powłoka 25 będzie miała grubość około 1/6 średniej grubości warstwy mieszaniny przed reakcją. Przykładowa mieszanina reakcyjna składa się z około 75% wagowych tlenku żelaza którym jest Fe_2O_3 , ale może być również Fe_3O_4 w postaci proszku o wielkości ziaren poniżej 417 μm , oraz około 25% wagowych sproszkowanego glinu, o wielkości ziaren między 44 μm a 833 μm , z dodatkiem żelazoboru w ilości zapewniającej zawartość boru od 4% do 8% wagowych zawartości żelaza w mieszaninie. Żelazobor dodaje się w postaci pokruszonych grudek, najlepiej o wielkości około 833 μm .

Skład mieszaniny reakcyjnej może być zróżnicowany zawierając się w granicach od 65% do 85% wagowych tlenku żelaza i 15% do 35% wagowych glinu. Zwykle stosuje się ilości stechiometryczne, lecz sprawdzono, że nawet przy pięcioprocentowym nadmiarze jednego ze składników osiąga się dobre wyniki.

Na wierzchu osłony umieszcza się dodatkowo ogniotrwałe płyty na przykład płyty grafitowe 26. Jedna z tych płyt posiada otwór 30, przez który zapala się mieszaninę reakcyjną. Płyty te zapobiegają rozpryskiwaniu, zatrzymują ciepło reakcji i oddają je przedmiotowi, co polepsza przyczepność powłoki 25 do przedmiotu. Mieszaninę 24 zapala się w dowolny sposób, na przykład przez włożenie przez

otwór 30 palnika spawalniczego, który zapala sproszkowane paliwo, w tym przypadku glin.

Innymi paliwami, które można stosować zamiast glinu są magnez, wapń, krzem i stopy wapnia z krzemem. Paliwa te mogą być stosowane tylko zamiast części sproszkowanego glinu, jeżeli jest to celowe. Reakcja jest silnie egzotermiczna, co powoduje znaczne przegrzanie jej produktów. Ciężkie produkty metaliczne przywierają do powierzchni przedmiotu 10. Lżejsza warstwa żużla 32 zbiera się na powierzchni metalu. Po zakończeniu reakcji płyty grafitowe 26 usuwa się z wierzchu ogniotrwałej osłony i przedmiot izoluje się ciepłnie, umieszczając na powierzchni żużla ogniotrwałe koc lub pokrywając ją warstwą piasku. Dzięki temu metal krzepnie od wewnątrz tworząc prawidłową, pozbawioną porów, twardą powłokę 25. Przedmiot pozostawia się do momentu utwardzenia powłoki, po czym można usunąć osłonę i warstwę izolującą. Żużel 32 usuwa się przez obijanie, po czym otrzymuje się przedmiot 10 z odporną na ścieranie powłoką 25 zawierającą bor. W rozwiązaniach dotychczasowych powierzchnia każdego przedmiotu pokrywanego metalem za pomocą reakcji aluminotermicznej musiała być oczyszczona. Sposób według wynalazku nie wymaga żadnego przygotowywania powierzchni przedmiotu.

Jak widać na wykresie pokazanym na fig. 5, gdy zawartość boru w twardej powłoce jest mniejsza niż 1,5% wagowych powłoka ta ma odporność na erozję nie większą niż zwyczajna stal. Zwiększenie zawartości boru w powłoce zwiększa odporność na erozję aż do jej wartości maksymalnej, uzyskiwanej przy zawartości boru wynoszącej około 3,5% wagowych. Powyżej tej zawartości krzywa ustala się, a więc zwiększanie zawartości boru powyżej 7 lub 8% wagowych nie daje żadnych korzyści. Dodatkowo ilość boru zwiększa tylko koszt bez jednoczesnego zwiększania odporności na erozję, a także zwiększa kruchość twardej powłoki. Zgodnie z wynalazkiem zawartość boru w powłoce powinna wynosić 1,5 do 8% wagowych boru, zaleca się jednak stosowanie zawartości boru w granicach od 4 do 7% wagowych, a optymalne wartości wynoszą od 5,5 do 7% wagowych.

Dyfuzja boru do stopu żelaza zwiększa odporność na erozję przez podwyższenie twardości warstwy powierzchniowej. Wiadomo też, że powłoka żelazoborowa może być wytworzona na powierzchni przedmiotu przez natryskiwanie płomieniowe lub łukiem plazmowym. Jednak dotychczas maksymalna grubość takiej żelazoborowej powłoki była ograniczona do 24,5 μm .

Sposób według wynalazku umożliwia uzyskanie twardej powłoki utworzonej na osnowie żelaza, zawierającej od 20 do 90% objętościowych Fe_2B , korzystnie od 45 do 80% objętościowych Fe_2B , przy czym optymalny zakres zawiera się od 60 do 80% objętościowych Fe_2B . Najmniejsza grubość takiej powłoki może wynosić około 2,54 mm, lecz zaleca się aby grubość ta wynosiła nie mniej niż 6,4 mm. Sposób zgodny z wynalazkiem umożliwia otrzymanie twardej powłoki o grubości wynoszącej 50,8 mm, a nawet więcej.

W przedstawionym przykładzie wykonania wy-

nalazku, na przedmiocie wykonanym ze stopu żelaza tworzy się powłokę na osnowie żelaza, zawierającą Fe_3B . Możliwe jest jednak wytworzenie sposobem zgodnym z wynalazkiem twardej powłoki z każdego stopu lub metalu tworzącego osnowę na przedmiotach wykonanych z większości metali. Przedmioty te mogą być wykonane z miedzi, cyny, niklu, chromu, kobaltu i molibdenu, a także z mosiądzu, brązu, stopów żelaza i stopów nieżelaznych oraz stali nierdzewnych.

Przed umieszczeniem przedmiotu na miękkim podłożu należy go podgrzać. Temperatura, do jakiej należy podgrzać przedmiot może dochodzić do jego temperatury topnienia, zaleca się jednak zakres temperatur od 760°C do 1093°C , przy czym temperatura optymalna wynosi 982°C .

Na fig. 4 pokazano alternatywny układ ogniotrwałej osłony. Boczne ścianki metalowego płaszcza 34 wystają ponad wysokość grafitowej wykładziny 20. Umożliwia to lepsze ułożenie płyt grafitowych 26.

Zgodnie z wynalazkiem stół urządzenia spiekalniczego wykonany jest z bimetalu pokazanego na fig. 3. Stół taki umieszczony jest pod pewnym kątem tak, aby gorący spiek spadał nań i ześlizgiwał się w dół w kierunku łamacza. Warunki pracy maszyny spiekalniczej wymagają aby taki stół był odporny na ścieranie w temperaturze około 650°C . Stół maszyny spiekalniczej i przedmioty posiadające twardą powłokę, na osnowie ze stali nierdzewnej, zawierającą odpowiednią ilość Fe_3B są odporne zarówno na korozję jak i na ścieranie.

Na fig. 6 pokazano suwak 40 popychacza koksu 38, składający się z trzech płyt 41, 42, 43 mających twardą powłokę wykonaną sposobem według wynalazku. Ponieważ suwak popychacza koksu przesuwają się po dnie pieca koksowniczego, twardą powłokę wytwarza się na spodzie suwaka, gdzie odporność na ścieranie jest najbardziej potrzebna.

Na fig. 7 pokazano inną konstrukcję suwaka 44 popychacza koksu. Ma on rdzeń 46 ze stopu żelaza, o ściętych krawędziach. Najpierw wytwarza się twardą powłokę 47 na spodzie, a następnie na powierzchniach bocznych 48 i 49 kolejno lub jednocześnie, przy użyciu specjalnej osłony.

Na fig. 8 pokazano rynnę zsypaną 50 dla gorącego granulowanego materiału, takiego jak koks lub spiek. Trzy podłużne płytki 52, 53, 54 z twardymi powłokami zespawane są tak, że tworzą rynnę z twardą wykładziną wewnętrzną 56.

Na fig. 9 pokazano rusztowinę 60 przesiewacza rusztowego dla łamacza obrotowego 62. W miejscach najszybciej zużywających się tworzy się zgodnie z wynalazkiem twardą powłokę 63, 66 w wyniku czego trwałość przesiewacza zwiększa się dwukrotnie. Można też pokryć twardą powłoką całą górną powierzchnię rusztowiny. Możliwe jest również utworzenie twardej powłoki na powierzchni nachylonej, wypukłej lub wklęsłej przy zastosowaniu specjalnego układu osłony ogniotrwałej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania na powierzchni przedmiotu metalowego powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach, **znamienny tym**, że

wokół części przedmiotu, która ma być pokryta powłoką ustawia się ogniotrwałą osłonę, wewnątrz osłony umieszcza się mieszaninę reakcyjną, składającą się ze sproszkowanego paliwa, rozdrobnionego materiału tworzącego osnowę i zawierającego tlenek żelaza, oraz rozdrobnionego żelazoboru w takiej ilości, że zawartość boru w mieszaninie wynosi od 4% do 8% wagowych zawartości żelaza, a następnie zapala się mieszaninę inicjując egzotermiczną reakcję redukcji, po której zakończeniu chłodzi się produkt i usuwa osłonę.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przedmiot podgrzewa się wstępnie do temperatury niższej od jego temperatury topnienia.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przedmiot podgrzewa się wstępnie do temperatury w granicach od 760°C do 1093°C .

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako tlenek żelaza stosuje się Fe_2O_3 .

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się sproszkowany tlenek żelaza o wielkości ziaren mniejszej niż $417\ \mu\text{m}$.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako paliwo stosuje się materiał z grupy obejmującej glin, wapń, magnez, krzem, stop wapniowo-krzemowy lub ich mieszaniny.

7. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że stosuje się sproszkowane paliwo o wielkości ziaren w granicach od 44 do $833\ \mu\text{m}$.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się żelazobor w postaci ziarnistej o wielkości ziaren poniżej $833\ \mu\text{m}$.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do chłodzenia produktu końcowego stosuje się powietrze.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na osłonie nad mieszaniną reakcyjną umieszcza się przed zapaleniem mieszaniny ogniotrwałe płyty, które zatrzymują ciepło reakcji i oddają je przedmiotowi, przez co polepsza się przyczepność twardej powłoki do przedmiotu.

11. Sposób według zastrz. 10, **znamienny tym**, że po zakończeniu reakcji, ogniotrwałe płyty usuwa się, a przedmiot izoluje się cieplnie.

12. Sposób według zastrz. 11, **znamienny tym**, że przedmiot izoluje się cieplnie przez umieszczenie ogniotrwałego koca na powierzchni żuźla.

13. Sposób według zastrz. 11, **znamienny tym**, że przedmiot izoluje się cieplnie przez pokrycie powierzchni żuźla warstwą piasku.

14. Mieszanina reakcyjna do wytwarzania na powierzchni przedmiotu metalowego powłoki odpornej na ścieranie w wysokich temperaturach, **znamienna tym**, że składa się ze sproszkowanego paliwa, rozdrobnionego materiału tworzącego osnowę i zawierającego tlenek żelaza, oraz rozdrobnionego żelazoboru w takiej ilości, że zawartość boru w mieszaninie wynosi od 4% do 8% wagowych zawartości żelaza.

15. Mieszanina według zastrz. 14, **znamienna tym**,

że bor znajduje się w postaci związku z grupy obejmującej trójtlenek boru, FeB lub Fe_3B .

16. Mieszanina według zastrz. 14, **znamienna tym**, że zawiera od 5% do 30% wagowych FeB .

17. Mieszanina według zastrz. 14, **znamienna tym**, że sproszkowane paliwo stanowi glin.

18. Mieszanina według zastrz. 14, **znamienna tym**, że materiał tworzący ośnowę stanowi Fe_2O_3 .

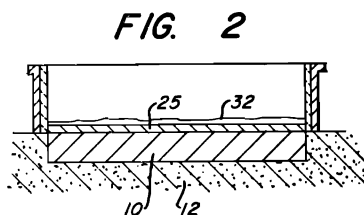
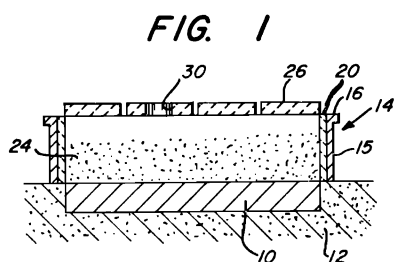


FIG. 3



FIG. 4

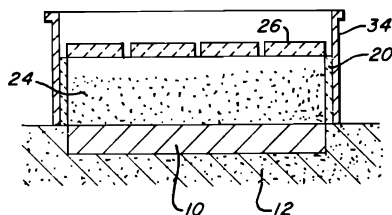


FIG. 5

