

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 440950 A1

(12)

Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **440950**(22) Data zgłoszenia: **2022.04.14**(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.10.16 BUP 42/2023**

(51) MKP:

C22C 37/08 (2006.01)**C22C 37/10** (2006.01)**C22C 38/02** (2006.01)**C22C 38/04** (2006.01)**C22C 38/44** (2006.01)

(71) Zgłaszający:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM.STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y):

GRZEGORZ TĘCZA, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Magoński, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości

(57) Skróć opisu:

Narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości zawierający masowo 0,6 - 4,6% węgla (C), 0,5 - 2,0% manganu (Mn) poniżej 2,0% krzemu (Si), poniżej 0,05% fosforu (P), nie więcej niż 0,05% siarki (S), 1,0 - 3,0% Chromu (Cr), 0,5 - 2,0% niklu (Ni), 0,3 - 1,5% molibdenu (Mo), 0,02 - 0,05% glinu (Al), resztę stanowi żelazo (Fe) nieuniknione zanieczyszczenia charakteryzuje się tym, że w miejsce części żelaza (Fe) w skład stopu wchodzi co najmniej jeden z pierwiastków z grupy obejmującej tytan (Ti), niob (Nb), wanad (V), wolfram (W), cyrkon (Zr), hafn (Hf), tantal (Ta), przy czym suma łączna mas wagowych pierwiastków z tej grupy, użytych w stopie wynosi od 1,0 - 15,0% masy wagowej stopu. Stop korzystnie, może zawierać tytan (Ti) w ilości wagowej 4 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%, wanad (V) w ilości wagowej 5,5 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%, cyrkon (Zr) w ilości wagowej 8 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%, niob (Nb) w ilości wagowej 8 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%, wolfram (W) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%, tantal (Ta) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%, hafn (Hf) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6 - 0,8%.

Narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości.

Przedmiotem wynalazku jest narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości.

Znane jest ze zgłoszenia patentowego PL 225743B1 staliwo wysokomanganowe odporne na ścieranie, zawierające wagowo: 0,7–2,0% C, 11,0–19,0% Mn, maks. 2,5% Si, maks. 1,5% Cr, maks. 1,0% Ni, maks. 0,10% P, maks. 0,04% S, tytan, reszta Fe i nieuniknione zanieczyszczenia, znamienne tym, że zawartość tytanu wynosi 0,5–5,0%.

Znane jest ze zgłoszenia patentowego PL 230 940B1 staliwo chromowo-niklowe o podwyższonej odporności na ścieranie, zawierające wagowo: maks. 2,0% C, maks. 2,5% Mn, maks. 1,50% Si, maks. 0,05%P, maks. 0,05% S, 15,0–21,0%, Cr, 7,0–13,00% Ni, maks. 2,0% Mo, reszta Fe i nieuniknione zanieczyszczenia, znamienne tym, że zawiera Ti w ilości wagowej 1,0–10,0%.

Znane jest ze zgłoszenia patentowego PL 233674B1 staliwo chromowo-niklowe o podwyższonej odporności na ścieranie, zawierające masowo: maks. 2,0% węgla, maks. 2,5% manganu, maks.1,50% krzemu, maks. 0,05% fosforu, maks. 0,05% siarki, 15,0–21,0% chromu, 7,0–13,0% niklu, maks. 2,0% molibdenu, niob, reszta Fe i nieuniknione zanieczyszczenia, znamienne tym, że zawartość niobu wynosi 5,4–10,0% masowych.

Znane jest ze zgłoszenia patentowego PL 232878B1 staliwo wysokomanganowe odporne na ścieranie, zawierające wagowo:0,7–2,0% węgla, 10,0–20,0% manganu, maks. 2,5%

krzemu, maks. 1,5% chromu, maks. 1,0% niklu, maks. 0,5% molibdenu, maks. 0,10% fosforu, maks. 0,04% siarki oraz niob, reszta Fe i nieuniknione zanieczyszczenia, znamienne tym, że zawiera niob w ilości 1,0–10,0% wagowych.

Znana jest ze zgłoszenia patentowego JP2012251189 stal narzędziowa do pracy na zimno o dobrej odporności na korozję i określonej odporności na zużycie, zawierająca w procentach wagowych: 1.10-2.00% C, 10.5-12.5% Cr, 0,6-1,0% Si, 0.4-1.0% Mn, 0,5-4,0% Mo, 0,5-4,0% W, 0,25-4,0% Co, 0.25-4.0% Ni oraz resztę Fe z nieuniknionymi zanieczyszczeniami.

Dotychczas do wyrobu elementów i części maszyn pracujących w warunkach zużycia (np. w przemyśle górniczym, wydobywczym czy przeróbki materiałów w postaci kruszyw) najczęściej stosuje się staliwa narzędziowe.

Znanych jest wiele gatunków tych stali, w których odporność na zużycie uzyskuje się głównie przez dodatki pierwiastków węglilotwórczych takich jak: V, W, Mo i Cr. Ze względu na dużą ilość węglików pierwotnych i wtórnych, plastyczność tych stopów ulega znacznemu pogorszeniu. Jest to ograniczenie zastosowania stali z bardzo dużą ilością węglików do wytwarzania narzędzi przez przeróbkę plastyczną i wiąże się z utratą zdolności takiej stali do przeróbki plastycznej na gorąco. Maksymalna twardość w stosowanych obecnie stalach szybko tnących wynosi około 65 HRC co odpowiada około 850 HV. Ti i Nb obecnie dodawane są do stali w niewielkich ilościach, raczej jako modyfikator w ilości do 0,5%.

Odlewanie narzędzi ze stopu o założonym składzie chemicznym i bezpośrednie otrzymywanie narzędzi przez odlewanie jest

metodą szybszą i tańszą, choć wymaga precyzyjnej technologii - wytapianych modeli. Charakteryzuje się również wysokim uzyskiem ciekłej stali (60÷70%) w stosunku do 20÷40% przy zastosowaniu walcowania bądź kucia. Opracowanie nowych, stopów o podwyższonej odporności na zużycie, o bardzo dużej twardości i dużym udziale twardej węglaków w osnowie, pozwoli na zastosowanie ich na elementy przeznaczone do szczególnych zastosowań np. narzędzia dla przemysłu wydobywczego czy elementy maszyn do przeróbki materiałów.

Przedmiotem wynalazku jest narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości i odporności na ścieranie, uzyskiwany przez wytworzenie w procesie metalurgicznym, w ciekłej stali, pierwotnych węglaków Ti, Nb lub Zr. Odlewnictwo i metalurgia ciekłej stali pozwala na wprowadzanie dużych ilości pierwiastków węglakotwórczych takich jak: Ti, Nb, Zr, V, W, Mo, co powoduje wytworzenie w osnowie stopu węglaków pierwotnych (i wtórnych), które są w niej równomiernie rozmieszczone, a ograniczeniem staje się tylko lejność ciekłego stopu. Wytworzenie w osnowie tylko węglaków pierwotnych (Ti, Nb lub Zr), które powstają w ciekłym stopie daje możliwość odlewania kompozytów. Ostateczne nadanie właściwości takich stopów - wysokiej twardości i odporności na ścieranie, uzyskuje się przez odpowiednio dobraną obróbkę cieplną, która polega na hartowaniu z temperatury zależnej od składu chemicznego i odpuszczaniu odprężającym.

Istotą narzędziowego stopu odlewniczego o wysokiej twardości zawierającego masowo 0,6-4,6 % węgla (C), 0,5-2,0 %

manganu (Mn) poniżej 2,0 % krzemu (Si), poniżej 0,05% fosforu (P), nie więcej niż 0,05% siarki (S), 1,0 -3,0 % chromu (Cr), 0,5 -2,0 % niklu (Ni), 0,3-1,5 % molibdenu (Mo), 0,02 - 0,05 % glinu (Al), resztę stanowi żelazo (Fe) i nieuniknione zanieczyszczenia, jest to, że w miejsce części żelaza (Fe) w skład stopu wchodzi co najmniej jeden z pierwiastków z grupy obejmującej tytan (Ti), niob (Nb), wanad (V), wolfram (W) cyrkon, (Zr), hafn(Hf), tantal(Ta), przy czym suma łączna mas wagowych pierwiastków z tej grupy, użytych w stopie wynosi od 1,0-15,0% masy wagowej stopu.

Korzystnie stop zawiera tytan (Ti) w ilości wagowej 4 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Korzystnie stop zawiera wanad (V) w ilości wagowej 5,5 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Korzystnie stop zawiera cyrkon (Zr) w ilości wagowej 8 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Korzystnie stop zawiera niob (Nb) w ilości wagowej 8 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Korzystnie stop zawiera wolfram (W) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Korzystnie stop zawiera tal (Ta) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Korzystnie stop zawiera hafn (Hf) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

Przykład wykonania nr 1 (przykład staliwa z tytanem według wynalazku oraz opis procesu jego otrzymywania w piecu indukcyjnym o pojemności tygla 10 kg).

Otrzymano staliwo o składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 1, reszta Fe i nieuniknione zanieczyszczenia.

Tabela 1. Skład chemiczny otrzymanego staliwa z Ti

Skład chemiczny [% mas.]									
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Ti
1,8	1,0	1,8	0,02	0,04	1,1	1,0	0,3	0,02	4,5

W tabeli 2 przedstawiono zestawienie materiałów wsadowych do wytopu staliwa narzędziowego z tytanem.

Tabela 2. Zestawienie materiałów wsadowych dla wytopu z tytanem

	Skład chemiczny [% mas.]								Masa [g]
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Ti	
G70CrMnSiNiMo2	0,70	0,80	0,60	0,04	0,04	2,0	0,8		4680
surówka	4,00								2660
mangan		100,0							40
krzem			100,0						20
chrom						99,9			50
nikiel							100,0		30
tytan	0,10							70,0	550
Skład	1,74	0,96	0,60	0,02	0,02	1,79	0,84	4,79	8030

Staliwo o wysokiej twardości i odporności na ścieranie z tytanem otrzymano w następujący sposób:

Jako wsadu użyto 4680g złomu własnego staliwa G70CrMnSiNiMo2 o znanym składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 2, reszta Fe i inne dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia, który uzupełniono o 2260g

surówki jako nawęglacz o znanym składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 2, reszta Fe i inne dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia. Składniki te załadowano na dno tygla przed włączeniem pieca. Po roztopieniu wsadu, nagrzeniu metalu do około 1600°C, wymieszaniu i wyrównaniu temperatury, metal odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10g i dodano porcjami (tak, aby nie obniżyć temperatury kąpieli metalowej) resztę dodatków stopowych: 40g manganu elektrolitycznego, 20g krzemu metalicznego, 50g chromu (99,9%Cr) i 30g niklu elektrolitycznego. Po roztopieniu dodatków stopowych, wymieszaniu ciekłej stali i wyrównaniu temperatury, metal powtórnie odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10g i wprowadzono pierwiastek węglidotwórczy w postaci Fe-Ti (około 70%Ti, 30%Fe, w tym dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia) w ilości 550g. Fe-Ti dodawano porcjami, w taki sposób aby nie obniżyć temperatury kąpieli metalowej. Po dodaniu ostatniej porcji żelazostopu, ciekły metal przetrzymano w piecu przez około 8 min. w celu wyrównania składu chemicznego i uzyskania temperatury zalewania formy (1560÷1580°C). Przed odlaniem metalu do formy, stop odtleniono za pomocą Fe-Ca-Si w ilości około 10g i aluminium w ilości 5g.

W ten sposób otrzymano staliwo o składzie podanym wyżej (tabela 1)..

Po hartowaniu z temperatury 920°C oraz odpężaniu przy temperaturze 200°C uzyskano max. twardość 820 HV.

Odporność na zużycie ściernie w teście Millera, staliwa z przykładu 1, rośnie blisko czterokrotnie w porównaniu ze staliwem narzędziowym G70CrMnSiNiMo2.

Przykład wykonania nr 2 (przykład staliwa z niobem według wynalazku oraz opis procesu jego otrzymywania w piecu indukcyjnym o pojemności tygla 10 kg).

Otrzymano staliwo o składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 3, reszta Fe i nieuniknione zanieczyszczenia.

Tabela 3. Skład chemiczny otrzymanego staliwa z Nb

Skład chemiczny [% mas.]									
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Nb
1,9	1,0	1,8	0,03	0,04	1,3	1,2	0,3	0,03	9

W tabeli 4 przedstawiono zestawienie materiałów wsadowych do wytopu staliwa narzędziowego z niobem.

Tabela 4. Zestawienie materiałów wsadowych dla wytopu z niobem

	Skład chemiczny [% mas.]						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Nb	Masa [g]
G70CrMnSiNiMo2	0,70	0,80	0,60	2,0	0,80		4000
surówka 1	4,5	0,03	0,30				4000
Mn		80,0					90
Cr				100,0			120
Ni					100,0		100
Si			75,0				50

Nb						60,0	1300
Skład	2,15	1,09	0,76	2,08	1,37	8,1	9660

Staliwo o wysokiej twardości i odporności na ścieranie z niobem otrzymano w następujący sposób:

Jako wsadu użyto 4000g złomu własnego staliwa G70CrMnSiNiMo2 o znanym składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 4, reszta Fe i inne dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia, który uzupełniono o 4000g surówki jako nawęglacz o znanym składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 4, reszta Fe i inne dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia. Składniki te załadowano na dno tygla przed włączeniem pieca. Po roztopieniu wsadu, nagrzeniu metalu do około 1600°C, wymieszaniu i wyrównaniu temperatury, metal odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10g i dodano porcjami (tak, aby nie obniżyć temperatury kąpeli metalowej) resztę dodatków stopowych: 90g Fe-Mn (80%Mn), 50g Fe-Si (75%Si), 120g chromu (99,9%Cr) i 100g niklu elektrolitycznego. Po roztopieniu dodatków stopowych, wymieszaniu ciekłej stali i wyrównaniu temperatury, metal powtórnie odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10g i wprowadzono pierwiastek węglilotwórczy w postaci Fe-Nb (około 60%Nb, 40%Fe, w tym dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia) w ilości 1300g. Fe-Nb dodawano porcjami, w taki sposób aby nie obniżyć temperatury kąpeli metalowej. Po dodaniu ostatniej porcji żelazostopu, ciekły metal przetrzymano w piecu przez około 8 min. w celu wyrównania składu chemicznego i uzyskania temperatury zalewania formy (1570÷1590°C). Przed odlaniem metalu do formy, stop

odtleniono za pomocą Fe-Ca-Si w ilości około 10g i aluminium w ilości 5g.

W toku powyższych działań otrzymano staliwo o składzie wymienionym wyżej (tabela 3).

Po hartowaniu z temperatury 930°C oraz odprężaniu przy temperaturze 200°C uzyskano max. twardość 910 HV.

Odporność na zużycie ścierne w teście Millera staliwa z niobem rośnie ponad trzykrotnie w porównaniu ze staliwem narzędziowym G70CrMnSiNiMo2.

Zastrzeżenia patentowe

1. Narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości zawierający masowo 0,6-4,6 % węgla (C), 0,5-2,0 % manganu (Mn) poniżej 2,0 % krzemu (Si), poniżej 0,05% fosforu (P), nie więcej niż 0,05% siarki (S), 1,0-3,0 % Chromu (Cr), 0,5-2,0 % niklu (Ni), 0,3-1,5 % molibdenu (Mo), 0,02 -0,05 % glinu (Al), resztę stanowi żelazo (Fe) i nieuniknione zanieczyszczenia znamienne, że w miejsce części żelaza (Fe) w skład stopu wchodzi co najmniej jeden z pierwiastków z grupy obejmującej tytan (Ti), niob (Nb), wanad (V), wolfram (W) cyrkon, (Zr), Hafn (Hf), Tantal (Ta), przy czym suma łączna mas wagowych pierwiastków z tej grupy, użytych w stopie wynosi od 1,0-15,0% masy wagowej stopu.

2. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamienne tym, że zawiera tytan (Ti) w ilości wagowej 4 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

3. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamienne tym, że zawiera wanad (V) w ilości wagowej 5,5 raza większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

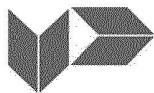
4. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamienne tym, że zawiera cyrkon (Zr) w ilości wagowej 8 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

5. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamieny tym, że zawiera niob (Nb) w ilości wagowej 8 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

6. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamieny tym, że zawiera wolfram (W) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

7. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamieny tym, że zawiera tal (Ta) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

8. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, znamieny tym, że zawiera hafn (Hf) w ilości wagowej 15 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6-0,8 %.

**Departament Elektroniki i Mechaniki****SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.440950**

Klasyfikacja zgłoszenia: C22C37/08 (2006.01); C22C37/10 (2006.01); C22C38/02 (2006.01); C22C38/04 (2006.01); C22C38/44 (2006.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: C22C37/08 (2006.01); C22C37/10 (2006.01); C22C38/02 (2006.01); C22C38/04 (2006.01); C22C38/44 (2006.01)

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania: UPRP, ESPACENET,

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
A	US2015247224 A1; TATA STEEL NEDERLAND TECHNOLOGY BV [NL]; 2015-09-03	1-8
A	EP3143175 A1; RADON ROMAN [US]; RADON RAPHAEL [US]; 2017-03-22	1-8
A	EP3089839 A1; WEIR MINERALS AUSTRALIA LTD [AU]; 2016-11-09	1-8
A	EP2745944 A1; HITACHI METALS LTD [JP]; 2014-06-25	1-8

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
& – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał: Mikołaj Aptacy

data: 18.10.2021 r.

/-podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym-/

Uwagi do zgłoszenia

Mikołaj Aptacy
Aplikant ekspercki
tel. 22 5790240 lub 789 02 69 42
Mikolaj.Aptacy@uprp.gov.pl

Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego