

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 249564 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440951**

(22) Data zgłoszenia: **2022.04.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.10.16 BUP 42/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2026.05.11 WUP 19/2026**

(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)

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(-y) wynalazku:

GRZEGORZ TĘCZA, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Magoński, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości przeznaczony do azotowania

PL 249564 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości przeznaczony do azotowania.

Znane są stale: 38HMJ, 34CrAlMo5, 41CrAlMo7, 1.8507 – Chromowo-molibdenowo-aluminiowa stal do azotowania o składzie: 0,35–0,45% C, 0,3–0,7% Mn, <0,4% Si, <0,025% P, <0,025% S, 1,5–1,8% Cr, 0,7–1,2% Al, której twardość powierzchni po azotowaniu – HV1: 950HV.

Znane są: stale: 33H3MF – 31CrMoV9 – 1.8519 – Chromowo-molibdenowo-wanadowa stal do azotowania o składzie: 0,26–0,36% C, 0,4–0,8% Mn, max. 0,7% Si, <0,035% P, <0,035% S, 2,4–2,8% Cr, <0,3% Ni, 0,15–0,45% Mo, 0,1–0,3% V, której twardość powierzchni po azotowaniu – HV1: 800HV.

Znane są: stale 40CrMoV13-9 – 1.8523 – 39CrMoV13 – 40CDV12 – Stal chromowo-molibdenowo-wanadowa do azotowania o składzie: 0,35–0,45% C, 0,4–0,7% Mn, <0,4% Si, <0,025% P, <0,035% S, 3,0–3,5% Cr, 0,8–1,1% Mo, 0,15–0,25% V, której twardość powierzchni po azotowaniu – HV1: 900HV.

Znane jest z polskiego opisu patentowego PL 238 590 B1 żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferytu, zawierające Fe, C, Si, Mn, Mo, Mg, Ni, Cu, P, S oraz opcjonalnie Al i V, znamienne tym, że zawiera w procentach wagowych: 3,4–3,9% C, 2,3–2,7% Si, 0,03–0,40% Mn, 1,50–2,5% Mo, 0,04–0,08% Mg, Ni < 3,5%, Cu < 2,90%, P < 0,05%, S < 0,021%, Al < 2,5%, V < 1,0%, i Fe jako resztę do 100%.

Znana jest z polskiego opisu patentowego PL 193 827 B1 stal na pierścienie tłokowe do silników spalinowych, zawierająca węgiel, krzem, mangan, siarkę, chrom, miedź i żelazo, znamienna tym, że zawiera w stosunku wagowym od 0,3% do 0,8% węgla, od 0,1 do 3,0% krzemu, od 0,1 do 3,0% manganu, od 0,03 do 0,3% siarki, od 0,3 do 6,0% chromu, od 0 do 3,0% miedzi i resztę żelazo lub żelazo i pierwiastki dodatkowe, i zawiera wrzecionowate wtrącenia siarczkowe, z których każde posiada współczynnik kształtu, określany jako iloraz maksymalnego i minimalnego wymiaru, nie mniejszy niż 3, przy czym wtrącenia siarczkowe są ułożone w strukturze stali tak, że kąt przecięcia pomiędzy urojoną linią prostą przechodzącą przez największy wymiar dowolnego z wtrąceń siarczkowych i inną urojoną linią prostą przechodzącą przez największy wymiar innego wtrącenia siarczkowego jest nie większy niż 30 stopni.

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 232 878B1 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 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.

Przedmiotem wynalazku jest narzędziowy stop odlewniczy, staliwa lub żeliwa, o wysokiej twardości i zwiększonej odporności na ścieranie. Stop ten otrzymuje się przez wytworzenie w procesie metalurgicznym, w ciekłej stali, pierwotnych i wtórnych węglików Ti, Nb, V, W, Mo, które są w niej równomiernie rozmieszczone. 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 przy temperaturze 550–600°C, która dopowiada temperaturze azotowania.

Celem wynalazku jest uzyskanie gatunków staliwa lub żeliwa, o zwiększonej odporności na ścieranie i wysokiej twardości, z którego wykonane odlewy – narzędzia i części maszyn, mogą pracować w warunkach ścierania. Uzyskuje się to przez dodatek do ciekłej stali przed odlaniem aluminium, tak aby końcowa zawartość aluminium w odlewach wynosiła 0,5–1,3%.

Staliwo według wynalazku, po odlaniu powinno być poddawane zalecanej obróbce cieplnej a największą twardość warstwy wierzchniej stopu uzyskuje się po azotowaniu podczas odpuszczania.

Istotą narzędziowego stopu odlewniczego o wysokiej twardości przeznaczonego do azotowania, zawierającego masowo 0,6–4,6% węgla (C), 0,5–2,0% manganu (Mn) poniżej 2,0% krzemu (Si), poniżej 0,04% fosforu (P), nie więcej niż 0,04% siarki (S), 1,0–3,0% Chromu (Cr), 0,5–2,0% niklu (Ni), 1,0–5,0% molibdenu (Mo), 0,5–1,3% 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 raza 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 (staliwo z tytanem otrzymywane 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
1,7	1,2	0,5	0,02	0,04	1,9	0,9	3,9	1,1	4,1

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.]									
	Fe	C	Mn	Si	Mo	Cr	Ni	Ti	Al	Masa [g]
G70CrMnSiNi Mo2	95,0	0,7	0,8	0,6		2,0	0,8			4700
aluminium									10 0	90
surówka	95,0	4,0								2400
mangan			10 0							50
krzem				10 0						20
chrom						10 0				50
nikiel							10 0			40
tytan	30,0	0,1						70, 0		450
molibden					60, 0					500
Skład	88,2 1	1,6 6	1,1 2	0,6 2	3,8 5	1,8 5	0,9 9	4,0 4	1,1 5	7800

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

Jako wsadu użyto 4700 g złomu własnego staliwa G70CrMnSiNiMo2 o znanym składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 2, reszta Fe i inne dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia, który uzupełniono o 2400 g 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, nagraniu metalu do około 1600°C, wymieszaniu i wyrównaniu temperatury, metal odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10 g i dodano porcjami (tak, aby nie obniżać temperatury kąpeli metalowej) resztę dodatków stopowych: 50 g manganu elektrolitycznego, 20 g krzemu metalicznego, 50 g chromu (99,9% Cr), 40 g niklu elektrolitycznego oraz 500 g Fe-Mo60. Po roztopieniu dodatków stopowych, wymieszaniu ciekłej stali i wyrównaniu temperatury, metal ponownie odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10 g i wprowadzono pierwiastek węglotwórczy w postaci Fe-Ti (około 70% Ti, 30% Fe, w tym dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia) w ilości 450 g. Fe-Ti dodawano porcjami, w taki sposób aby nie obniżać temperatury kąpeli metalowej. Po dodaniu ostatniej porcji żelazostopu, ciekły metal przetrzymano w piecu przez około 9 min. w celu wyrównania składu chemicznego i uzyskania temperatury zalewania formy (1560÷1580°C). Przed odlaniem metalu do formy, do stopu dano 90 g aluminium.

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

Przykład nr 2 (żeliwo z wanadem otrzymywane w piecu indukcyjnym o pojemności tygla 10 kg).

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

Tabela 3
Skład chemiczny otrzymanego żeliwa z V

Skład chemiczny [% mas.]									
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	V
2,6	0,9	0,5	0,03	0,04	1,5	1,0	4,4	1,0	10,6

W tabeli 4 przedstawiono zestawienie materiałów wsadowych do wytopu żeliwa narzędziowego z wanadem.

Tabela 4
Zestawienie materiałów wsadowych dla wytopu z wanadem

	Skład chemiczny [% mas.]									Masa [g]
	Fe	C	Mn	Si	Al	Cr	Ni	Mo	V	
G70CrMnSiNi Mo2		0,7	0,8	0,6		2,0	1,0			2000,0
molibden								60,0		650,0

surówka 1	93,0	4,5	0,0	0,3						5000,0
Ni							100,0			90,0
Mn	20,0		80,0							90,0
Cr						100,0				100,0
Al					100,0					100,0
Si	25,0			75,0						30,0
V	40,0								90,0	1000,0
Skład	56,6	2,7	1,0	0,6	1,1	1,6	1,0	4,3	10,0	9060,0

Stop o wysokiej twardości i odporności na ścieranie przeznaczony do azotowania z wanadem otrzymano w następujący sposób:

Jako wsadu użyto 2000 g złomu własnego staliwa G70CrMnSiNiMo2 o znanym składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 4, reszta Fe i inne dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia, który uzupełniono o 5000 g 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, nagrzaniu metalu do około 1600°C, wymieszaniu i wyrównaniu temperatury, metal odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10 g i dodano porcjami (tak, aby nie obniżać temperatury kąpeli metalowej) resztę dodatków stopowych: 90 g Fe-Mn (80% Mn), 30 g Fe-Si (75% Si), 100 g chromu (99,9% Cr), 90 g niklu elektrolitycznego oraz 650 g Fe-Mo (60% Mo). Po roztopieniu dodatków stopowych, wymieszaniu ciekłej stali i wyrównaniu temperatury, metal powtórnie odtleniono za pomocą aluminium w ilości 10 g i wprowadzono pierwiastek węglotwórczy w postaci Fe-V (około 90% V, reszta Fe, w tym dodatki i nieuniknione zanieczyszczenia) w ilości 1000 g. Fe-V dodawano porcjami, w taki sposób aby nie obniżać temperatury kąpeli metalowej. Po dodaniu ostatniej porcji żelazostopu, ciekły metal przetrzymano w piecu przez około 10 min. w celu wyrównania składu chemicznego i uzyskania temperatury zalewania formy (1550÷570°C). Przed odlaniem metalu do formy do ciekłej stali dano aluminium w ilości 100 g.

W ten sposób otrzymano żeliwo o składzie chemicznym przedstawionym wyżej (tabela 3).

Zastrzeżenia patentowe

1. Narzędziowy stop odlewniczy o wysokiej twardości przeznaczony do azotowania, zawierający masowo 0,6–4,6% węgla (C), 0,5–2,0% manganu (Mn) poniżej 2,0% krzemu (Si), poniżej 0,04% fosforu (P), nie więcej niż 0,04% siarki (S), 1,0–3,0% chromu (Cr), 0,5–2,0% niklu (Ni), 1,0–5,0% molibdenu (Mo), 0,5–1,3% glinu (Al), resztę stanowi żelazo (Fe) i nieuniknione zanieczyszczenia **znamienny 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.
2. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, **znamienny 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, **znamienny tym**, że zawiera wanad (V) w ilości wagowej 5,5 razy większej niż zawarta w stopie ilość wagowa węgla pomniejszona o wartość 0,6–0,8%.
4. Narzędziowy stop odlewniczy według zastrzeżenia 1, **znamienny 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, **znamienny 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, **znamienny 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, **znamienny 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, **znamienny 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%.