



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(54) **Sposób i urządzenie do ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

11.03.2002 BUP 06/02

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2006 WUP 01/06

(73) Uprawniony z patentu:

Instytut Odlewnictwa, Kraków, PL

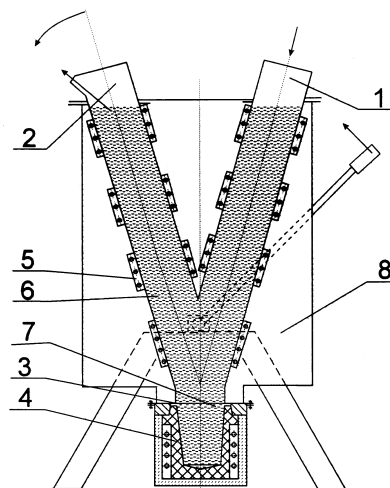
(72) Twórca(y) wynalazku:

Grażyna Sęk-Sas, Kraków, PL

Tadeusz Grochal, Wieliczka, PL

(57) 1. Sposób ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si, polegający na stopieniu stopu z dodatkiem manganu do temperatury powyżej temperatury likwidusu, **znamienny tym**, że w I etapie do stopionego złomu stopu Al-Si zawierającego 2-3% Fe dodaje się mangan w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 0,2-0,3, który to stop następnie wlewa się w sposób ciągły do urządzenia do strefy wpływania ciekłego stopu, w której obniża się temperaturę stopu z prędkością 2-4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur w zakresie od temperatury likwidusu stopu do temperatury 10-20°C powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w której to strefie wydzielają się i opadają na dno pierwotne stałe cząstki bogate w żelazo, o ciężarze właściwym większym od ciekłego stopu, skąd są usuwane, a stop o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływności ciekłego stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, a w II etapie do tak otrzymanego stopu Al-Si, zawierającego 0,9-1,4% Fe, dodaje się mangan w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 0,5-0,6, następnie stop przegrzewa się do temperatury powyżej temperatury likwidusu stopu, z kolei wlewa się stop w sposób ciągły do urządzenia, do strefy wpływania ciekłego stopu, w której obniża się temperaturę stopu z prędkością 2-4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur

2. Urządzenie do ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si, składające się z:
- (1) wlewu stopu;
- (2) strefy wpływania ciekłego stopu;
- (3) strefy wypływności ciekłego stopu;
- (4) podgrzewacza;
- (5) wlewu stopu;
- (6) strefy wpływania ciekłego stopu;
- (7) strefy wypływności ciekłego stopu;
- (8) podgrzewacza.



Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si.

Żelazo jest głównym zanieczyszczeniem metalicznym występującym w odlewniczych stopach aluminium, jego obecność stanowi podstawową przeszkodę w ponownym wykorzystaniu złomu stopu aluminium w produkcji. Stopy aluminium otrzymane z przetopu złomu posiadają podwyższoną zawartość żelaza do około 3%. Jednym ze sposobów zmniejszenia zawartości żelaza w stopach aluminium jest rozcieńczanie stopu za pomocą czystego aluminium hutniczego. Znane są także sposoby nieciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów typu Al-Si polegające na wydzieleniu w tyglu kryształów bogatych w żelazo i oddzieleniu ich od ciekłego stopu na drodze filtrowania. W publikacji Grigorienko W.M., Popow W.A., Ofengenden A.A.: Rafinирование литейных алюминиевых сплавов от железа", Cviетная Metallurgia, 1977, nr 2 oraz 1978, nr 6, opisany jest nieciągły sposób usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium typu Al-Si-Mg oraz Al-Si-Cu z zawartością żelaza 0,83 - 2,14%. Przeprowadza się go w piecu tyglowym wprowadzając mangan w postaci zaprawy Al - Mn do ciekłego stopu w temperaturze 850°C, następnie obniża się temperaturę stopu do temperatury 20°C - 50°C powyżej temperatury, w której następuje wydzielenie z ciekłego stopu cząstek faz zawierających żelazo. Ilość zaprawy jest dobrana tak by stosunek zawartości Mn : Fe wynosił 0,9 - 1,7. Stop następnie filtruje się za pomocą filtra z granulowanego chlorku sodu i wiórów aluminiowych. Stosunek Mn : Fe powinien wynosić 1,24 - 1,34, przy zawartości 0,8 - 0,9% Fe w stopie i około 1,7% przy zawartości 1,0 - 2,0% Fe. Zawartość żelaza obniżono w ten sposób z 2,0% do około 0,6%. Z artykułu E.Zięby, Z.Korszona „Zmniejszenie zawartości żelaza w aluminiowo-krzemowych stopach odlewniczych”, Rudy i metale nieżelazne", 1982, nr 3 s. 127-129, znany jest nieciągły sposób usuwania nadmiaru żelaza, który polega na stopieniu w piecu stopu Al -Si zawierającego około 2% Fe, dodaniu manganu w ilości Mn : Fe = 1,5, przegrzaniu stopu do temperatury 827°C i bardzo wolnym chłodzeniu, celem wymrożenia na ściankach tygla trudnotopliwych cząstek faz zawierających żelazo.

Po osiągnięciu przez stop założonej temperatury filtracji, ciekłą zawartość tygla przelewa się przez filtr z granulek NaCl, o stałej temperaturze 580°C, celem odfiltrowania powstałych w stopie wykrystalizowanych cząstek faz zawierających żelazo. Zawartość żelaza obniżono do około 0,5%. Segregacyjne metody usuwania zanieczyszczeń metalicznych ze stopów polegają najczęściej, według publikacji książkowej A.Bydałek „Zasady rafinowania stopów odlewniczych”, Zielona Góra, Wyd WSI, 1987, na przegrzaniu kąpieli metalowej do temperatur gwarantujących pełne rozpuszczenie się składników, powolnym studzeniu i długotrwałym przetrzymywaniu w temperaturze przemiany fazowej. Kolejna operacja zlewania cieczy znad osadzonej na trzonie pieca warstwy wydzielenia, o większej gęstości od cieczy, prowadzi jednak do dużych strat składników podstawowych

Sposób ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si o zawartości 2 - 3% Fe, według wynalazku polega na tym, że w I etapie do stopionego złomu dodaje się mangan, w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek zawartości Mn : Fe wynosił 0,2 - 0,3 i przegrzewa się go do temperatury powyżej temperatury likwidusu stopu, zapewniając jego jednorodność. Następnie stop przelewa się w sposób ciągły do urządzenia, do strefy wpływania ciekłego stopu, w której to strefie obniża się temperaturę stopu z prędkością 2 - 4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur w zakresie : od temperatury likwidusu stopu w początkowej części strefy do temperatury 10 - 20°C, powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w końcowej części strefy. W czasie obniżania temperatury stopu wydzielają się pierwotne stałe cząstki zawierające żelazo, typu $AlFeSi$, $Al(Fe_xMn_y)Si$ i $Al(Fe_xMn_yCr_2)Si$, jeśli chrom jest w złomie, w postaci bryłek równoosiowych o ciężarze właściwym większym od ciekłego stopu i opadają na dno strefy, skąd sieje usuwa. Stop w tej strefie przebywa do czasu uzyskania stanu równowagi sedymentacyjnej. Stop Al - Si o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływania stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, skąd w sposób ciągły wypływa stop zawierający 0,9 - 1,4% Fe. W II etapie do tak uzyskanego stopu dodaje się mangan w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 0,5 - 0,6 i przegrzewa się go do temperatury powyżej temperatury likwidusu stopu, zapewniając jego jednorodność. Następnie stop przelewa się do urządzenia do strefy wpływania ciekłego stopu, w której to strefie obniża się temperaturę stopu z prędkością 2 - 4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur w zakresie : od temperatury likwidusu stopu w początkowej części strefy do temperatury 10 - 20°C powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w końcowej części

strefy. W czasie obniżania temperatury stopu wydzielają się pierwotne stałe cząstki zawierające żelazo, typu $AlFeSi$ i $Al(Fe_xMn_y)Si$, które opadają na dno strefy, skąd się je usuwa. Stop w tej strefie pozostaje do czasu uzyskania stanu równowagi sedymentacyjnej. Stop Al - Si o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływanego stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al i skąd w sposób ciągły wypływa ciekły stop, w którym obniżono zawartość żelaza do 0,6 % Fe, przy czym zawartość Mn wynosi 0,2 - 0,3%.

Alternatywnie sposób ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si o zawartości 2 - 3% Fe, według wynalazku polega na tym, że do stopionego złomu dodaje się mangan w ilości takiej, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 1,3 : 1,5 i przegrzewa się go do temperatury powyżej temperatury likwidusu stopu, zapewniając jego jednorodność. Następnie stop w sposób ciągły przelewa się do urządzenia, do strefy wpływanego ciekłego stopu, w której to strefie obniża się temperaturę stopu z prędkością 2 - 4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur w zakresie : od temperatury likwidusu stopu w początkowej części strefy do temperatury 10 - 20°C powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w końcowej części strefy. W czasie obniżania temperatury stopu wydzielają się pierwotne stałe cząstki zawierające żelazo typu $AlFeSi$, $Al(Fe_xMn_y)Si$ i $Al(Fe_xMn_yCr_z)Si$, jeżeli w złomie jest chrom, w postaci bryłek równosiowych o ciężarze właściwym większym od ciekłego stopu i opadają na dno strefy, skąd się je usuwa. Stop w tej strefie przebywa do czasu uzyskania stanu równowagi sedymentacyjnej. Stop Al - Si o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływanego stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, skąd w sposób ciągły wypływa ciekły stop zawierający 0,6 - 0,7% Fe, przy czym zawartość manganu wynosi 0,2 - 0,5%.

Dwuetapowy sposób usuwania nadmiaru żelaza według wynalazku przeprowadza się w zależności od żądanej końcowej zawartości żelaza w stopie. Po pierwszym etapie uzyskuje się stop aluminium nadający się do odlewania ciśnieniowego, a po drugim etapie otrzymuje się stop aluminium nadający się do odlewania w formach piaskowych i kokilach. W dwuetapowym procesie usuwania nadmiaru żelaza otrzymuje się 80 - 90% uzysku stopu, o zmniejszonej zawartości żelaza i zużywa się 2,5 razy mniej manganu.

W jednoetapowym sposobie usuwania nadmiaru żelaza, według wynalazku, otrzymuje się 50 - 70% uzysku stopu o zmniejszonej zawartości żelaza, a otrzymany stop aluminium nadaje się od razu do odlewania kokilowego i w formach piaskowych.

Urządzenie do ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si, według wynalazku, zbudowane jest z dwóch połączonych na dole kolumn, korzystnie w kształcie litery U, kolumny wpływanego ciekłego stopu i kolumny wypływanego ciekłego stopu. Na całej wysokości obu kolumn zamontowane są grzałki indywidualnie podłączone do sterownika temperatury. Pod częścią łączącą obie kolumny znajduje się otwór spustowy, pod którym z kolei znajduje się zbiornik na opadające stałe cząstki bogate w żelazo, tworzące osad.

Stosując sposób ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al - Si według wynalazku uzyskuje się ze złomu wartościowy surowiec odlewniczy - stop Al - Si o zawartości żelaza zgodnej z normą, a osad z tego procesu w postaci wydzielonych cząstek stałych bogatych w żelazo, który jest materiałem odpadowym, może być wykorzystany jako surowiec do odtleniania stali. Urządzenie, według wynalazku, zapewnia ciągłość procesu usuwania nadmiaru żelaza z ciekłych stopów aluminium oraz usuwanie na bieżąco powstałego osadu ze stałych cząstek bogatych w żelazo poprzez otwór spustowy.

Urządzenie do ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al - Si w przykładzie wykonania pokazano na rysunku w przekroju pionowym.

Urządzenie zbudowane jest z dwóch kolumn połączonych na dole, kolumny wpływanego ciekłego stopu 1, do której w sposób ciągły doprowadza się ciekły stop i kolumny wypływanego ciekłego stopu 2, z której w sposób ciągły odbiera się stop 6 z obniżoną zawartością żelaza. Na całej wysokości obu kolumn zamocowane są grzałki 5. W części łączącej kolumnę 1 i kolumnę 2 znajduje się otwór spustowy 3, a pod nim z kolei usytuowany jest zbiornik 4 na opadające stałe cząstki bogate w żelazo tworzące osad 7. Kolumna 1 i 2 znajdują się we wspólnej obudowie 8.

Tabela

Przykłady sposobu ciągłego procesu usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si

L.p.	AlSi1 1 (złom)			Temp. przegrzania °C	Temperatura ciekłego stopu w urządzeniu °C		Stop AlSi1 1		Uzysk Stopu %	Przeznaczenie stopu do odlewania	Skład osadu		
	Fe %	Mn %	Mn/Fe		w strefie wpływan	w strefie wpływan	Fe %	Mn %			Fe %	Mn %	Si %
1 I etap	2,88	0,71	0,25	750	660/610	640	1,1	0,2	82	ciśnieniowego	13,3	3,8	10,5
2 I etap	2,0	0,45	0,22	750	630/600	640	1,08	0,21	82	ciśnieniowego	6,70	2,26	11,2
3 II etap	1,1	0,65	0,59	740	610/600	640	0,6	0,2	91	kokilowego lub w formach piaskowych	4,4	3,3	10
4 jednoetapowy	3,17	4,27	1,35	830	750/610	650	0,6	0,3	51	kokilowego lub w formach piaskowych	5,6	8,9	12,2
5 jednoetapowy	2,11	3,11	1,47	830	730/600	650	0,7	0,5	70	kokilowego lub w formach piaskowych	4,35	6,84	12,08

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al - Si, polegający na stopieniu stopu z dodatkiem manganu do temperatury powyżej temperatury likwidusu, **znamienny tym**, że w I etapie do stopionego złomu stopu Al - Si zawierającego 2 - 3% Fe dodaje się mangan w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 0,2 - 0,3, który to stop następnie wlewa się w sposób ciągły do urządzenia do strefy wpływan ciekłego stopu, w której obniża się temperaturę stopu z prędkością 2 - 4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur w zakresie od temperatury likwidusu stopu do temperatury 10 - 20°C powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w której to strefie wydzielają się i opadają na dno pierwotne stałe cząstki bogate w żelazo, o ciężarze właściwym większym od ciekłego stopu, skąd są usuwane, a stop o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływan ciekłego stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, a w II etapie do tak otrzymanego stopu Al - Si, zawierającego 0,9 - 1,4% Fe, dodaje się mangan w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 0,5 - 0,6, następnie stop przegrzewa się do temperatury powyżej temperatury likwidusu stopu, z kolei wlewa się stop w sposób ciągły do urządzenia, do strefy wpływan ciekłego stopu, w której obniża się temperaturę stopu z prędkością 2 - 4°C/min od temperatury przegrzania stopu do temperatur w zakresie od temperatury likwidusu stopu do temperatury 10 - 20°C powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w której to strefie wydzielają się pierwotne stałe cząstki bogate w żelazo, o ciężarze właściwym większym od ciekłego stopu i opadają na dno, skąd są usuwane, a stop o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływan ciekłego stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al i w sposób ciągły wypływa z tej strefy stop Al - Si, o obniżonej zawartości Fe do 0,6%.

2. Sposób ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al-Si, polegający na stopieniu stopu z dodatkiem manganu do temperatury powyżej temperatury likwidusu stopu, **znamienny tym**, że do stopionego złomu Al - Si, zawierającego 2 - 3% Fe,

dodaje się mangan w takiej ilości, aby w ciekłym stopie stosunek Mn : Fe wynosił 1,3 - 1,5, który to stop następnie wlewa się w sposób ciągły do urządzenia do strefy wpływania ciekłego stopu, w której obniża się temperaturę stopu z prędkością 2 - 4°C /min od temperatury przegrzania stopu do temperatury w zakresie od temperatury likwidusu stopu do temperatury 10 - 20°C powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al, w której to strefie wydzielają się pierwotne stałe cząstki bogate w żelazo, o ciężarze właściwym większym od ciekłego stopu i opadają na dno, skąd są usuwane, a stop o zmniejszonej zawartości żelaza przepływa w urządzeniu do strefy wypływanego ciekłego stopu, gdzie się go podgrzewa do temperatury powyżej temperatury początku krzepnięcia ciekłego roztworu Al i wypływa z niej w sposób ciągły stop Al-Si zawierający 0,6-0,7% Fe.

3. Urządzenie do ciągłego usuwania nadmiaru żelaza ze stopów aluminium, zwłaszcza ze złomu stopów typu Al.-Si, **znamiennie tym**, że zbudowany jest z dwóch połączonych na dole kolumn, kolumny wpływania ciekłego stopu (1) i kolumny wypływanego ciekłego stopu (2), korzystnie połączonych z sobą w kształcie litery U, w którym to połączeniu znajduje się otwór spustowy (3), pod którym z kolei zamocowany jest zbiornik (4) na osad (7), a na całej wysokości kolumn (1 i 2) zamocowane są grzałki (5) podłączone indywidualnie do sterownika temperatury.

Rysunki

