

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **228825**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412189**

(22) Data zgłoszenia: **30.04.2015**

(51) Int.Cl.

C22C 21/04 (2006.01)

C22C 1/02 (2006.01)

(54)

Sposób modyfikacji podeutektycznego stopu Al-Si

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

07.11.2016 BUP 23/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.05.2018 WUP 05/18

(73) Uprawniony z patentu:

**MAGNA NOWOCZESNE TECHNOLOGIE
PRODUKCJI SPÓŁKA AKCYJNA,
Kędzierzyn-Koźle, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WITOLD KAZIMIERZ KRAJEWSKI, Kraków, PL
JÓZEF SZCZEPAN SUCHY, Kraków, PL
JERZY DYLONG, Częstochowa, PL**

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Elżbieta Pietruszyńska

PL 228825 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób modyfikacji podeutektycznego stopu Al-Si, zawierającego 4 do 10% wagowych Si oraz mającego w składzie także drobne ilości innych pierwiastków, przykładowo Mg, Cu, Fe, Mn, Ni – przeznaczonego szczególnie do przeróbki plastycznej oraz obróbki cieplnej.

W siluminach podeutektycznych możliwe do osiągnięcia parametry właściwości mechanicznych ograniczane są przez rozwiniętą, dendrytyczną strukturę roztworu stałego fazy α oraz płytkową, ostrokątną morfologię eutektycznego krzemu. Niedogodność ta może być minimalizowana przez stosowanie różnych zabiegów technologicznych wykonywanych zwłaszcza na etapie topienia, głównie przez wprowadzanie modyfikujących stopów wstępnych w postaci zapraw chemicznie ingerujących w proces krystalizacji. Najczęściej stosowany obecnie sposób modyfikacji podeutektycznych stopów Al-Si polega na dodaniu do przegrzanej kąpeli metalowej stopu wstępnego, zwłaszcza zapraw zawierających odpowiednie ilości strontu i/lub tytanu, baru. Znane są oferowane w materiałach handlowych zaprawy oznaczane jako AISr i TiBAI, mające postać drutu, kręgów, prętów, wafli, pigletów. Przykładowo, dostępną jest zaprawa AISr10 o zawartości 10% strontu oraz zaprawa AlTi3C0,15 zawierająca 3% tytanu i 0,15% węgla. Ogólnie można stwierdzić, że stront powoduje przemianę dużych, kruchych płytkowych wydzielin Si w postać drobną, włóknistą, natomiast tytan istotnie rozdrabnia dendrytyczne ziarna osnowy fazy α Al.

Według sposobów przedstawionych w polskich opisach wynalazków PL 210 553 oraz P-404817, do modyfikacji podeutektycznych stopów Al-Si celowym jest wykorzystanie mieszaniny proszków zawierających związki sodu NaNO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ oraz Al i Mg.

Znanymi są również z opisów wynalazków EP1134299 oraz EP2401411 sposoby modyfikacji stopów podeutektycznych Al-Si, polegające na zastosowaniu zapraw złożonych z rozproszonych w osnowie Al proszków tytanu i boru. Według EP1134299 zaprawa taka ma 0,5 do 2,0% wag. Ti, 0,5 do 2,0% wag. B i 3,0 do 12% wag. Sr, przy zachowaniu stosunku Ti/B w zakresie 0,8 do 1,4. Zaprawę według EP2401411 stanowią dokładnie zmieszane ze sobą proszki stopów Al-B i soli K_2TiF_6 , końcowo uformowane w granulki.

Z publikacji zamieszczonej w „Archiwum odlewnictwa”, Rok 2004, Rocznik 4, Nr 14, PAN-Katowice PL ISSN 1642–5308, p.t. „Wpływ modyfikacji na strukturę i morfologię przelomów siluminów AISi7”, F. Romankiewicz, R. Romankiewicz, znany jest sposób nazywany podwójną modyfikacją, a polegający na równoczesnym wprowadzeniu do przegrzanej do temperatury 730°C kąpeli metalowej zapraw wstępnych AIB4 i AISr10. Przedstawione wyniki badań wykazały, że równoczesna modyfikacja siluminu AISi7 dodatkami zapraw AISr10 i AIB4 zapewnia korzystne rozdrobnienie dendrytów fazy α oraz zmianę morfologii eutektycznego krzemu z płytkowej na włóknistą, co skutkuje rozszerzeniem plastycznego pęknięcia próbek.

Według dotychczasowo znanych sposobów podwójna modyfikacja podeutektycznych stopów Al-Si prowadzona jest zawsze w warunkach jednoczesnego oddziaływania na kąpiel metalową dwóch zapraw: modyfikatora, który wpływa na strukturę wydzielin Si i rozdrabniacza ziarno osnowy.

Sposób modyfikacji podeutektycznego stopu Al-Si według niniejszego wynalazku również stosuje podwójną modyfikację przegrzanej do temperatury $680\text{--}740^\circ\text{C}$ kąpeli metalowej z zastosowaniem zapraw zawierających tytan i stront. Istota wynalazku polega na tym, że w kąpeli najpierw rozpuszcza się tytan w ilości 0,005–0,1% wagowych w stosunku do ciężaru wsadu metalowego wprowadzany w zaprawie AlTi3C0,15, a następnie stront w ilości 0,015–0,025% wagowych w zaprawie AISr10.

Korzystnym jest, gdy po rozpuszczeniu zaprawy AlTi3C0,15 kąpiel metalową miesza się przez okres 2 do 8 minut dla całkowitego przereagowania Ti przed wprowadzaniem zaprawy AISr10.

Kolejne a nie równoczesne rozpuszczanie obu zapraw, najpierw z Ti a potem z Sr, wprowadza sekwencję stwarzającą warunki ułatwiające przeprowadzenie zmian makrostruktury. Inicjowane przez stront przemiany dużych, płytkowych wydzielin Si w drobną postać włóknistą dokonywane są w środowisku uprzednio rozdrobnionym działaniem tytanu, o wewnętrznie ułatwionym przemieszczaniu wydzielin z efektem skuteczniejszej modyfikacji, zwłaszcza parametru wydłużenia.

Przykład wykonania wynalazku

Sposób według wynalazku przedstawiony jest opisem przykładowej modyfikacji podeutektycznego stopu AISi9Cu3Fe. Wsad metalowy siluminu stopiono w elektrycznym piecu oporowym, w tyglu ceramicznym. Po przegrzaniu kąpeli do temperatury 730°C metal przelano do pieca odstojowego, do którego w zaprawie AlTi3C0,15 wprowadzono tytan w ilości 0,01% wagowych w stosunku do ciężaru

wsadu metalowego. Po rozpuszczeniu zaprawy kąpiel metalową mieszano przez okres 4 minut dla całkowitego przereagowania Ti. Następnie do kąpeli wprowadzono w zaprawie AlSr10 stront w ilości 0,02% wagowych w stosunku do ciężaru wsadu metalowego. Próbki odlewano w formie metalowej podgrzanej do około 200°C. Pomiary zrywania próbek wykonano na uniwersalnej maszynie do badań wytrzymałościowych, natomiast analizy mikro- i makrostruktury mikroskopem świetlnym po uprzednim wytrawieniu zglądów odczynnikami Wilcoxa oraz roztworem HF.

Modyfikacja stopu AlSi9Cu3Fe przez zastosowanie podwójnej modyfikacji, kolejno zaprawami AlTi3C0,15 i AlSr10, wykazała na zglądach korzystne rozdrobnienie dendrytów fazy α oraz zmianę morfologii eutektycznego krzemu. Dla powyżej opisanego procesu modyfikacji stopu AlSi9Cu3Fe pomiary prowadzone w wymienionych poniżej procesach wykazały korzystne zmiany procentowego wydłużenia próbek stopu modyfikowanego w stosunku do niemodyfikowanego $\Delta A_5/A_5$ [%]:

– stop modyfikowany tylko zaprawą AlTi3C0,15	+16%
– stop modyfikowany tylko zaprawą AlSr10	0%
– stop modyfikowany przez wprowadzone równocześnie zaprawy AlTi3C0,15 i AlSr10	+18%
– stop modyfikowany sposobem według wynalazku, przez wprowadzane kolejno zaprawy AlTi3C0,15 i AlSr10	+ 20%.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób modyfikacji podeutektycznego stopu Al-Si, polegający na podwójnej modyfikacji przegrzanej do temperatury w zakresie 680–740°C kąpeli metalowej zaprawami zawierającymi tytan i stront, **znamienny tym**, że w kąpeli najpierw rozpuszcza się tytan w ilości 0,005–0,1% wagowych w stosunku do ciężaru wsadu metalowego wprowadzany w zaprawie AlTi3C0,15, a następnie stront w ilości 0,015–0,025% wagowych w zaprawie AlSr10.
2. Sposób według zastrz.1, **znamienny tym**, że po rozpuszczeniu zaprawy AlTi3C0,15 kąpiel metalową miesza się przez okres 2 do 8 minut dla całkowitego przereagowania Ti przed wprowadzaniem zaprawy AlSr10.

