



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75829 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
C22B 9/00  
H05H 1/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) СПОСІБ ВАКУУМ-ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ КОЛЬОРОВИХ СПЛАВІВ

1

(21) 20041109751  
(22) 26.11.2004  
(24) 15.05.2006  
(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.  
(72) Найдек Володимир Леонтійович, Нарівський Анатолій Васильович, Курпас Володимир Іванович, Біленький Давид Миронович, Ганжа Микола Сергійович  
(73) Фізико-технологічний інститут металів та сплавів Національної Академії Наук України  
(56) SU, 420 682, A, 25.03.1974  
SU, 532 637, A, 25.10.1976  
SU, 617 482, A, 30.07.1978  
SU, 1 279 535, A3, 23.12.1986  
UA, 38 509, A, 15.05.2001  
UA, 69 091, A, 16.08.2004  
Заявка UA, 20040106936 A, 16.08.2004  
RU, 2 026 365, C1, 09.01.1995  
RU, 2 064 514, C1, 27.07.1996  
Заявка RU, 2003117427, A, 10.12.2004

2

DE, 1 758 835, A, 25.03.1971  
US, 4 152 532, A, 01.05.1979  
JP, 57-155332, A, 25.09.1982  
JP, 04-120225, A, 21.04.1992  
(57) Спосіб вакуум-плазмової обробки розплаву кольорових сплавів, що включає його продувку зануреним плазмовим струменем, транспортування вказаного розплаву крізь колону газліфта нагрітим у плазмотроні газом, вакуумування вказаного розплаву в реакційній камері, вакуумне ущільнення якої здійснюють оброблюваним розплавом, який відрізняється тим, що розплав після вакуумування в реакційній камері струменево-крапельно диспергують у вакуумі і безперервно подають на розливку з його верхніх шарів, які знаходяться на відстані  $\leq 0,25$  м від поверхні стовпа розплаву, що підтримують залишковим тиском у реакційній камері над рівнем розплаву, оброблюваного у реакційній камері.

Винахід відноситься до металургії та ливарного виробництва і може бути використаним при рафінуванні і модифікуванні кольорових сплавів.

Відомий спосіб обробки рідкої сталі вакуумом і нейтральним газом при порційному вакуумуванні [патент Японії № 10-154, МПК C21C 7/10, 1975 р.], за яким аргон подають через вогнетривку пористу фурму, встановлену в дні ковша співвісно з патрубком вакуум-камери так, щоб при своєму підйомі інертний газ поступав в патрубок. Одночасно проводиться продувка металу в ковші через таку ж фурму, розміщену осторонь від осі патрубка. Недоліком цього способу є зниження температури розплаву під час обробки і мала поверхня взаємодії металу з газами за рахунок недостатнього диспергування газових бульбашок і зливання їх в крупні при піднятті в металі.

Відомий також спосіб вакуумної обробки рідкого металу в струмені [а.с. 532637, СРСР МПК<sup>2</sup> C21C7/10. Опубл. - 1976. Бюл. №39], за яким метал в струмені нагрівають до 0,8-1,0 температури його кипіння у розрідженому просторі. Прогрівання

всієї маси струменя, що вільно падає, і отримання необхідної температури металу при заданому залишковому тиску у вакуумному просторі здійснюються за допомогою електродугового розряду на струмінь уздовж його осі утворенням різниці електричних потенціалів між шарами металу в проміжній і приймальній вакуумованих ємкостях. До недоліків цього способу слід віднести низьку ефективність вакуумування розплавів внаслідок недостатньої інтенсивності перемішування розплаву падаючим струменем і складністю здійснення такої обробки у промислових умовах.

Найбільш близьким (прототипом) до запропонованого винаходу щодо технічної суті та досягнутого результату є спосіб обробки рідкого металу [Патент України №69091 А МПК<sup>7</sup> C22B 9/04, C22B 9/05. Опубл. - 2004. Бюл. №8], який включає плазмовий нагрів, продувку високотемпературними середовищами вакуумованого розплаву. Кольорові сплави рафінують та модифікують цим способом у реакційній камері, вакуумне

(13) C2

(11) 75829

(19) UA

ущільнення якої здійснюють оброблюваним розплавом без герметизації всієї ванни з металом.

Недоліком цього способу є відносно низький рівень дегазації сплавів внаслідок недостатньої інтенсивності взаємодії розплаву з рафінуючими середовищами.

В основу запропонованого винаходу поставлена задача - розробити спосіб комбінованого впливу на рідкий метал, що дозволяє підвищити ефективність рафінування та модифікування розплавів у потоці.

Поставленої цілі досягнуто таким чином, що в запропонованому способі вакуум-плазмової обробки кольорових сплавів, який включає продувку розплаву заглибленим плазмовим струменем, транспортування металу через колону газліфту нагрітим в плазмотроні газом, вакуумування розплаву в реакційній камері, герметизацію якої здійснюють оброблюваним розплавом, згідно з винаходом, розплав після струменево-крапельного вакуумування безперервно подають на розливу з верхніх шарів, які знаходяться на відстані  $\leq 0,25$  м від поверхні стовпа металу, що підтримується залишковим тиском у реакційній камері над рівнем оброблюваного сплаву в порожнині для рафінування.

Спосіб відрізняється ще тим, що поступаючий з колони газліфту в реакційну камеру розплав здрибнюють на струмені та краплі над поверхнею стовпа металу.

Запропонований спосіб дозволяє ефективно обробляти сплав у потоці за рахунок інтенсивного перемішування розплаву плазовими струменем та бульбашками високотемпературного газу в колоні газліфту. При виході із колони розплав потрапляє на диспергатор і стікає у вигляді струменів і крапель через отвори у ньому на поверхню стовпа металу у камері. Під час струменево-крапельного вакуумування розплаву видалення водню з кольорових сплавів відбувається у кінетичному режимі, швидкості якого на порядок і більше перевищують швидкості у дифузійному. У верхніх шарах стовпа металу дегазація сплавів можлива у дифузійному режимі лише на глибині не більше 0,25 м. Для вакуумного видалення водню зі сплаву на більшій глибині необхідно створювати в камері високий залишковий тиск, що ускладнює конструкції і процес рафінування в цілому. Тому постійний відвід розплаву з верхніх шарів стовпа металу у камері, розташованих на глибині до 0,25 м від його поверхні, забезпечує глибоку дегазацію сплавів у кінетичному (струменево-крапельному) та дифузійному режимах при їхньому рафінуванні.

Реалізація запропонованого способу здійснюється по схемі, яка показана на фіг. Установка складається з плазмотрону 1; реакційної камери 2; розплаву 3 у рафінуючій ємкості; колони газліфту 4; диспергатора 5, який закріплено нижче зливних отворів в колоні.

Обробку розплавів запропонованим способом здійснюють так. відкритому доступі інертного газу (аргон, азот, та інші) включають плазмотрон 1 і занурюють його разом з реакційною камерою 2 у розплав 3 на задану глибину. Занурення у метал плазмотрону з камерою проводять за допомогою поворотного механізму переміщення (на фіг. не вказаний). Закривають пробкою з вогнетривкого матеріалу (азбест, графіт, глина та інше) отвір на виході із зливного металопроводу. Після цього вмикають вакуумний насос або подають стиснуте повітря на ежектор, внаслідок чого у реакційній камері створюється розрідження. Під дією розрідження розплав у камері піднімається на значну висоту, яка залежить від рівня вакууму.

При перекритті розплавом, який піднімається, зливного отвору у камері пробку із металопроводу виймають. Метал, який пройшов плазову обробку і струменево-крапельне вакуумування, по металопроводу поступає на позицію зливання (форма, конвеєр, кристалізатор). Висока ефективність рафінування сплавів досягається внаслідок інтенсивної взаємодії металу з бульбашками нагрітого плазмоутворюючого газу при піднятті газометалевої суміші в колоні 4 та глибокого струменево-крапельного вакуумування в реакційній камері.

Реалізація запропонованого способу була здійснена на алюмінієвому сплаві АК7, який плавили у печі опору з графітовим тиглем об'ємом 80 кг. Після розплавлення та перегріву металу до температури 990-1000 К відкривали доступ аргону до плазмотрону. При витраті аргону 6-6,5 л/хв.. проводили підпал електричної дуги в плазмотроні. На плазмотрон від джерела живлення подавали напругу 35-40 В. Струм дуги при цьому був 400-420 А. При цих параметрах роботи плазмотрон разом з вакуумною камерою занурювали у розплав на глибину 250 мм від нижнього зрізу камери. Після цього закривали азбестом отвір ( $D=30$  мм) в металопроводі з азботермосилікатної труби, вмикали вакуумний насос і досягали у камері розрідження 900 мм вод. ст., потім відкривали металопровід і оброблений метал з реакційної камери зливали в розливочний ківш. З цього металу робили виливки зразків для визначення механічних властивостей, вмісту водню і твердих неметалевих включень в металі (дивись таблицю).

Дослідження якості металу показало, що після обробки сплаву запропонованим способом кількість водню в ньому значно зменшується. Внаслідок цього підвищуються міцнісні і пластичні характеристики сплаву.

Отже, запропонований спосіб на відміну від прототипу та інших аналогів, дає змогу одержати новий технічний ефект, виражений у підвищенні ступеню рафінування кольорових сплавів у потоці при безперервній розливці металу.

