



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104488** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)

C22B 9/04 (2006.01)

C22F 1/02 (2006.01)

C21C 1/00

C21C 7/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2012 03553**

(22) Дата подання заявки: **26.03.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.02.2014**

(41) Публікація відомостей
про заяву: **10.10.2013, Бюл.№ 19**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.02.2014, Бюл.№ 3**

(72) Винахідник(и):

**Нарівський Анатолій Васильович (UA),
Найдек Володимир Леонтійович (UA),
Піонтковська Наталя Сергіївна (UA),
Федоров Віталій Васильович (UA),
Ганжа Микола Сергійович (UA),
Прозоров Микола Олександрович (UA)**

(73) Власник(и):

**ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 34/1, м. Київ-142, 03680
(UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

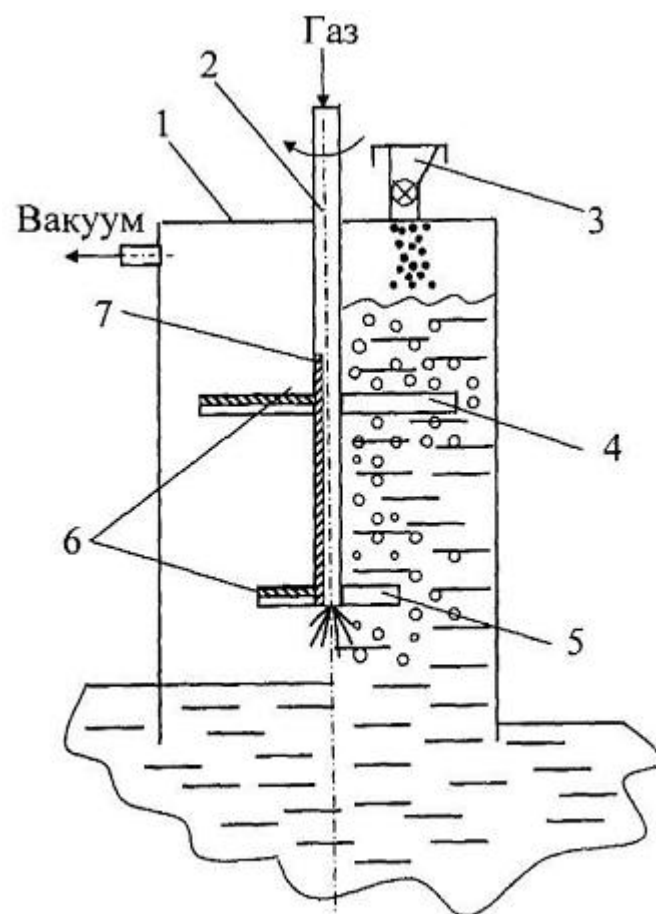
UA, 69091, А, 16.08.2004
UA, 96470, С2, 10.11.2011
SU, 1578207, А1, 15.07.1990
RU, 2003711, С1, 30.11.1993
JP, 06116661, А, 26.04.1994
KR, 100311799, В1, 28.02.2001
US, 6162388, А, 19.12.2000
WO, 9910087, А1, 07.09.1990

(54) СПОСІБ ГАЗОРЕАГЕНТНОЇ ОБРОБКИ СПЛАВІВ В ВАКУУМІ

(57) Реферат:

Винахід належить до металургії і ливарного виробництва і може бути використаним при рафінуванні та модифікуванні сплавів. Спосіб газореагентної обробки сплавів в вакуумі включає продувку їх газом у камері, вакуумне ущільнення якої здійснюють оброблюваним металом, причому газ диспергують спочатку нижнім, а потім верхнім дисками, що розташовують на одному валу обертання і занурюють в стовп розплаву, який піднімають над рідкометалевою ванною під дією розрідження, а рівень стовпа металу в камері при вакуумуванні підтримують на 20-50 мм вище верхнього диска, діаметр якого у 2-3 рази більше діаметра нижнього. Спосіб підвищує ступінь рафінування сплавів і фізико-механічних властивостей литого металу.

UA 104488 C2



Фиг.

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

Відомий спосіб вакуумно-плазмової обробки рідкого металу [Пат. № 85988, Україна, МПК C22B 9/04, 9/05. Опубл. - 10.03.2009, бюл. № 5], який включає плазмовий нагрів, продувку сплаву високотемпературним газом у камері, вакуумне ущільнення якої здійснюють оброблюваним розплавом, а циркуляційне переміщення металу з глибини ванни крізь вакуумну камеру над вертикальною перегородкою і назад у ківш здійснюють нагрітим газом, який подають з плазмотрона, встановленого в боковій стінці камери над поверхнею розплаву в ковші.

Недоліками цього способу є, по-перше, неможливість проведення операції модифікування та рафінування сплавів різними домішками при їх вакуумуванні. По-друге, низький ступінь очищення сплавів від неметалевих включень, які ефективно видаляються з розплаву при обробці його флюсом, шлаком та іншими реагентами.

Відомий також спосіб рафінування алюмінієвих сплавів [Декларац. пат. № 16672, Україна, МПК C22B 21/00. Опубл. 15.08.2006, бюл. № 8], в якому газ і флюс, що знаходяться над металом, дроблять і вводять в глибину розплаву зануреним у ньому обертотним диском.

Недоліком цього способу є те, що внаслідок нерозвинутої міжфазної поверхні взаємодії розплаву з флюсом ефективність вилучення зі сплавів газів та неметалевих включень невелика. Крім цього, при рафінуванні сплавів таким способом ступінь видалення водню з розплаву не перевищує 30 %.

Найбільш близьким аналогом з рівня техніки до запропонованого винаходу щодо технічної суті та досягнутого результату є спосіб обробки рідкого металу [Пат. № 69091 А, Україна, МПК C22B 9/04, 9/05. Опубл. - 2004, бюл. № 8], що включає плазмовий нагрів та рафінування шляхом продувки високотемпературними середовищами розплаву, що вакуумується, який відрізняється тим, що кольорові сплави рафінують та модифікують у реакційній камері, вакуумне ущільнення якої здійснюють оброблюваним розплавом.

Недоліками цього способу є низькі швидкості та недостатня повнота протікання процесів тепломасообміну й термодинамічної взаємодії газореагентних середовищ у всьому об'ємі розплаву через утворення застійних зон за межами камери вакуумування. Крім вказаного, дрібні газові бульбашки, що надходять із реакційної зони плазмового струменя, у міру підйому в розплаві, з'єднуються в крупні об'єми газу. В результаті цього зменшується поверхня взаємодії рафінуючої фази з рідким металом. Крупні газові об'єми при досягненні рідкометалевої ванни руйнуються з утворенням бризок металу, які наможуються на стінках вакуумної камери.

Задачею запропонованого винаходу є розробка способу газореагентного рафінування сплавів в вакуумі з одночасним введенням інертних газів та флюсів в розплав. Такий спосіб дозволяє підвищити ефективність процесів рафінування і модифікування сплавів та забезпечує високий ступінь очищення їх від газів і неметалевих включень.

Поставлена задача вирішується тим, що у запропонованому способі газореагентної обробки сплавів в вакуумі, що включає продувку їх газом у камері, вакуумне ущільнення якої здійснюють оброблюваним металом, згідно з винаходом, газ диспергують спочатку нижнім, а потім верхнім дисками, що розташовані на одному валу обертання і занурені в стовп розплаву, який піднімають над рідкометалевою ванною під дією розрідження, а рівень стовпа металу в камері при вакуумуванні підтримують на 20-50 мм вище верхнього диска, діаметр якого у 2-3 рази більше діаметра нижнього.

При обробці сплавів запропонованим способом рівень металу в камері повинен бути на 20-50 мм вище верхнього диска. При висоті розплаву над верхнім диском менше 20 мм важко регулювати і забезпечувати такий рівень металу в камері постійним. При висоті металу більш 50 мм знижується ефект вакуумування сплавів. Це обумовлено тим, що як відомо, навіть при значному розрідженні в камері (>100 КПа) дія вакууму розповсюджується тільки на глибину до 50 мм. Необхідний рівень розплаву в камері підтримують шляхом регулювання витрати газу на продувку сплавів та ступенем розрідження.

Діаметр D_1 верхнього диска повинен бути у 2-3 рази більш діаметра D_2 нижнього. При $D_1 < 2D_2$ не усі бульбашки диспергованого нижнім диском газу, що піднімаються вгору, потрапляють в зону дії верхнього диска. У випадку $D_1 < 3D_2$ затримується процес замішування у рідкометалеву ванну рафінуючих або модифікуючих реагентів, які подають дозатором на поверхню розплаву при вакуумуванні.

Запропонований спосіб дозволяє ефективно рафінувати або модифікувати сплави газореагентними середовищами в вакуумі. За рахунок введення інертного газу в глибину стовпа сплавів, що вакуумуються і значного диспергування його дисками збільшується поверхня міжфазової поверхні та інтенсифікується взаємодія реагентів з розплавом. Рафінуючі або модифікуючі добавки, що подають дозатором на поверхню розплаву в процесі вакуумування, не

окислюються, диспергуються дисками і рівномірно розподіляються в металі. В результаті цього підвищуються ефективність процесу рафінування розплаву від газів і неметалевих включень та модифікування сплавів при економних витратах реагентів.

Реалізація запропонованого способу здійснюється за схемою, яка представлена на кресленні (зліва - вихідне положення, справа - під час рафінування). На вакуумній камері 1, яка заглиблена в рідкий метал, встановлені вал 2 з приводом для його обертання (на Фіг. 1 не показаний) та дозатор 3 для реагентів. На валу 2 розташовані верхній 4 та нижній 5 диски з радіальними прямокутними пазами 6. Діаметр верхнього диска у 2-3 рази більший порівняно з нижнім. Через отвір 7 в обертовому валу подають необхідний для обробки сплавів газ (аргон, азот, гелій або їх суміші).

Обробку рідкого металу запропонованим способом проводять так. Камеру 1 занурюють в розплав (див. ліва сторона Фіг. 1) і вмикають привід обертання вала з дисками 4 та 5. Потім подають газ через вал обертання 2 та вмикають вакуумний насос і створюють в камері розрідження, під дією якого метал піднімається вгору на визначену висоту. Розрідження в камері регулюють так, щоб рівень розплаву, що вакуумується в камері, був вище на 20-50 мм поверхні верхнього диска. Необхідні для рафінування або модифікування металу реагенти подають на його поверхню за допомогою дозатора 3 в процесі вакуумування сплавів. Реагенти в вакуумі не окислюються і надходять в поверхневі шари розплаву, де найбільша інтенсивність масообміну. З поверхні металу реагенти замішуються в глибину рідкометалевої ванни дисками та газом. Після обробки сплаву вимикають вакуумний насос та привід обертання дисків, припиняють подачу газу і піднімають вакуумну камеру вгору. Піднімання камери здійснюють до виходу її нижньої частини за межі тиглю або ковша. Після цього операції процесу оброблювання сплавів повторюються.

Газ, який надходить через отвір в обертовому валу, спочатку подрібнюється нижнім диском. Пузири газу, що утворюються при цьому, піднімаються вгору до нижньої поверхні верхнього диска і додатково подрібнюються ним. Таким чином, в процесі обробки сплавів виключається можливість з'єднання дрібних пазирів в крупні газові об'єми і взаємодія реагентів з розплавом відбувається на великій міжфазній поверхні.

Реалізацію запропонованого способу здійснювали на алюмінієвому сплаві АК9 (АЛ4), який плавляли у печі опору з графітовим тиглем. Після плавлення сплаву в кількості 80 кг та його перегріву до температури 700-710 °С в розплав занурювали нижню частину вакуумної камери. Вмикали привід обертання дисків і відкривали доступ аргону з балона до отвору в обертовому валу. Витрату аргону в межах 4-4,5 л/хв. регулювали за допомогою редуктора тиску, що встановлений на балоні, та дроселем. Потім вмикали вакуумний насос і створювали розрідження в камері $\approx 7,5$ КПа, під дією якого розплав піднімався на висоту 300 мм над рівнем рідкометалевої ванни. Витрату аргону і розрідження встановлювали таким, що рівень розплаву в камері був на 40, подавали флюс (мас. %: 35 NaCl, 25 KCl, 30 NaF, 10 Na₃AlF₆) в кількості 80 г. Сплав обробляли протягом 10 хв. дисками (діаметр верхнього складав 90 мм, нижнього - 30 мм) при швидкості їх обертання 600 об/хв.

Після рафінування сплаву вимикали вакуумний насос і привід обертання дисків, припиняли подачу аргону в обертовий вал, а вакуумну камеру витягали з розплаву. З металу, який пройшов газореагентну обробку в вакуумі, виливали зразки для визначення міцносних властивостей, вмісту водню і оксидів Al₂O₃ в сплаві (див. таблицю).

Видно, що після обробки сплаву запропонованим способом кількість водню і включень Al₂O₃ в ньому значно зменшується. Внаслідок цього підвищуються міцнісні та пластичні характеристики сплаву.

Отже, запропонований спосіб, на відміну від найближчого аналога та інших аналогів, дає змогу одержати новий технічний ефект, виражений у підвищенні ступеня рафінування сплавів та фізико-механічних властивостей литого металу.

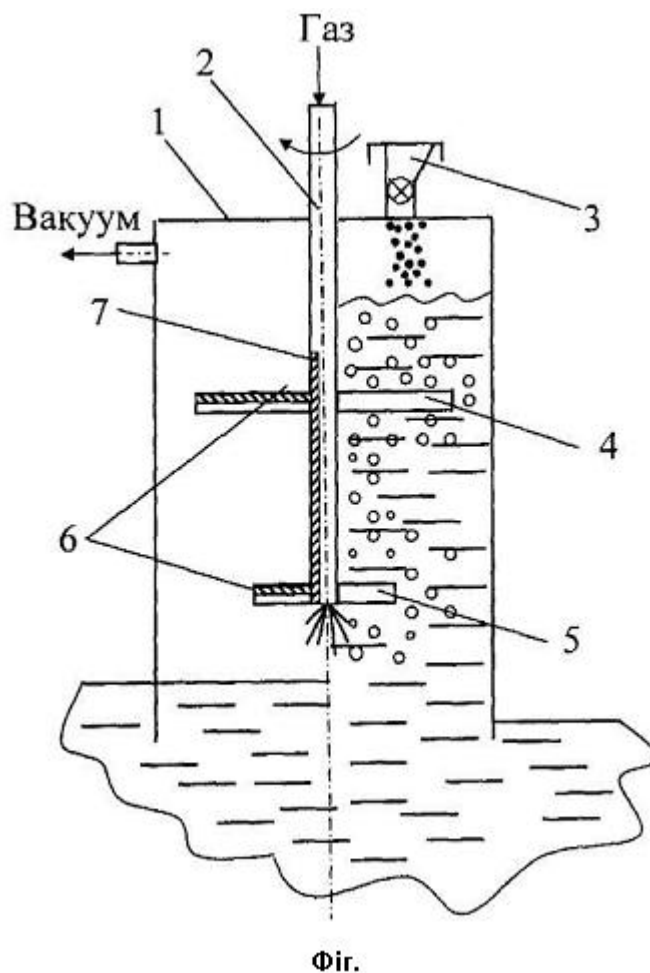
Таблиця 1

Ефективність рафінування та властивості алюмінієвого сплаву АК9

Спосіб обробки	Час обробки, хв.	Вміст в сплаві		Механічні властивості	
		водню, см ³ /100 г	Al ₂ O ₃ %	σ_b , МПа	δ , %
Без обробки		0,64	0,48	184	3,2
Прототип (Пат. України № 69091 А)	10	0,18	0,026	210	4,8
Запропонованим способом	10	0,11	0,01	225	5,6

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

- 5 Спосіб газореагентної обробки сплавів в вакуумі, що включає продувку їх газом у камері, вакуумне ущільнення якої здійснюють оброблюваним металом, який **відрізняється** тим, що газ диспергують спочатку нижнім, а потім верхнім дисками, які розташовують на одному валу обертання і занурюють в стовп розплаву, який піднімають над рідкометалевою ванною під дією розрідження, а рівень стовпа металу в камері при вакуумуванні підтримують на 20-50 мм вище верхнього диска, діаметр якого у 2-3 рази більше діаметра нижнього.
- 10



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601