

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 90886

СПОСІБ РАФІНУВАННЯ ФЛОКЕНОЧУТЛИВОЇ РІДКОЇ
СТАЛІ ВІД ВОДНЮ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.06.2014.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України

 М.В. Ковіня



(21) Номер заявки: **u 2014 00753**(22) Дата подання заявки: **27.01.2014**(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.06.2014**(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.06.2014, Бюл. № 11**(72) Винахідники:
**Бойченко Сергій Борисович, UA,
Пройдак Юрій Сергійович, UA,
Синегін Євген Володимирович, UA**(73) Власник:
**НАЦІОНАЛЬНА
МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ,
пр. Гагаріна, 4, м.
Дніпропетровськ-5, 49600, UA**

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ РАФІНУВАННЯ ФЛОКЕНОЧУТЛИВОЇ РІДКОЇ СТАЛІ ВІД ВОДНЮ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб рафінування флокеночутливої рідкої сталі від водню, що включає продувку аргоном в розливній секції проміжного ковша в пузирковому режимі крізь порожнисті блоки, який відрізняється тим, що при розливанні першої плавки продувку виконують з витратою аргону $7,1 \div 7,8$ л/(т·хв), при розливанні наступних чотирьох плавок в серії витрата аргону V_{Ar} на 1 т ємності проміжного ковша складає, згідно з рівнянням:

$$V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т·хв)},$$

де $7,1 \div 7,8$ - питома витрата інертного газу впродовж розливання першої плавки, л/(т·хв);

E - ємність сталерозливного ковша, т; ρ - густина твердої сталі, т/м³; n - число робочих струмків машини безперервного лиття заготовок; a і b - відповідно товщина та ширина заготовки, м; V - робоча швидкість витягування заготовок, м/хв; τ - тривалість розливання, хв; а при розливанні наступних плавок і до кінця серії V_{Ar} зберігається в межах $3,2 \div 3,5$ л/(т·хв).

(11) 90886

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
2 арк.

10.06.2014



Уповноважена особа

(підпис)



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90886** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
B22D 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2014 00753</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.01.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2014</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2014, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бойченко Сергій Борисович (UA), Пройдак Юрій Сергійович (UA), Синегін Євген Володимирович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ-5, 49600 (UA)</p>
--	--

(54) СПОСІБ РАФІНУВАННЯ ФЛОКЕНОЧУТЛИВОЇ РІДКОЇ СТАЛІ ВІД ВОДНЮ

(57) Реферат:

Спосіб рафінування флокеночутливої рідкої сталі від водню включає продувку аргоном в розливній секції проміжного ковшу в пазирковому режимі крізь порожнисті блоки. При розливанні першої плавки продувку виконують з витратою аргону $7,1 \div 7,8$ л/(т·хв), при розливанні наступних чотирьох плавки в серії витрата аргону V_{Ar} на 1 т ємності проміжного ковша складає згідно з рівнянням

$$V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т·хв)},$$

де $7,1 \div 7,8$ - питома витрата інертного газу впродовж розливання першої плавки, л/(т·хв); E - ємність сталерозливного ковша, т; ρ - густина твердої сталі, т/м³; n - число робочих струмків машини безперервного лиття заготовок; a і b - відповідно товщина та ширина заготовки, м; V - робоча швидкість витягування заготовок, м/хв; τ - тривалість розливання, хв; а при розливанні наступних плавки і до кінця серії V_{Ar} зберігається в межах $3,2 \div 3,5$ л/(т·хв).

UA 90886 U

Корисна модель стосується безперервного розливання металів та сплавів і може бути використана в чорній металургії.

Відомий спосіб обробки сталі у проміжному ковші машини безперервного лиття заготовок (МБЛЗ) [Производство стали. Том 4. Непрерывная разливка металла. - С. 201-202. / Дюдкин Д.А., Кисленко В.В., Смирнов А.Н. - М: "Теплотехник". - 2009. - 528 с.]. Він передбачає введення аргону у рідку сталь у проміжному ковші знизу крізь порожнисту пробку з метою видалення неметалевих включень і цим самим - раціонального розподілу технологічних операцій поміж агрегатів позапічної обробки сталі і проміжним ковшем МБЛЗ, що є одною із важливіших науково-технічних проблем, які стоять перед металургами. Недоліком відомого способу є відсутність розробки режиму вдування аргону в рідку сталь у проміжному ковші, що призводить до невизначеності раціонального розподілу технологічних операцій поміж агрегатами на шляху рідкої сталі до кристалізації. Спосіб не виключає надходження водню в рідку сталь при її перебуванні в проміжному ковші.

Відомий також, вибраний як прототип, спосіб рафінування рідкої сталі [Кислиця В.В., Чичкарев Е.А., Исаев О.Б. Совершенствование и внедрение комплексной технологии рафинирования стали в промежуточных ковшах МНЛЗ. - Новини науки Придніпров'я. - 2008. - № 3, 4. - С. 43-47], який передбачає продувку металу інертним газом в розливній секції проміжного ковшу, причому продувку проводять з витратою аргону 2-3 м³ в годину в пузирковому режимі крізь порожнисті блоки, розміщені в днищі розливної секції проміжного ковшу.

Відомий спосіб рафінування не припускає видалення водню із сталі перед її потраплянням в кристалізатор і тому має ряд недоліків:

- не враховано джерела і механізм процесів надходження водню в рідку сталь в проміжному ковші МБЛЗ;
- не оцінена кінетика процесів видалення водню зі сталі в проміжному ковші;
- не визначена залежність витрат аргону від кількості сталі, яка обробляється;
- недостатня витрата аргону для створення нейтральної атмосфери над сталлю, що не захищає її від поглинання водню із атмосфери та окислення бризок, а це зношує футеровку ковша.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення якості сталі за рахунок рафінування її від водню безпосередньо перед кристалізацією, що особливо актуально для флокеночутливих сталей, в яких стійкість проти утворення флокенів зберігається при вмісті водню не більше 2 ppm (2·10⁻⁴ %).

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що спосіб рафінування рідкої сталі від водню, який включає продувку металу аргонем в розливній секції проміжного ковшу в пузирковому режимі крізь порожнисті блоки, що розміщені в днищі розливної секції проміжного ковшу, згідно з корисною моделлю при розливці першої плавки продувку виконують з витратою аргону 7,1÷7,8 л/(т·хв), при розливанні наступних чотирьох плавок в серії витрата аргону V_{Ar} на 1 т ємності проміжного ковша складає, згідно з рівнянням:

$$V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т·хв)},$$

де 7,1÷7,8 - питома витрата інертного газу впродовж розливання першої плавки, л/(т·хв); E - ємність сталерозливного ковша, т; ρ - густина твердої сталі, т/м³; n - число робочих струмків машини безперервного лиття заготовок; a і b - відповідно товщина та ширина заготовки, м; V - робоча швидкість витягування заготовок, м/хв; τ - тривалість розливання, хв; а при розливці наступних плавок і до кінця серії V_{Ar} зберігається в межах 3,2÷3,5 л/(т·хв).

Загальні риси в порівнянні з прототипом:

- використання аргону для рафінування рідкої сталі;
- вдування аргону в пузирковому режимі;
- вдування аргону крізь порожнисті блоки, які розміщені в днищі розливної секції проміжного ковша МБЛЗ.

Відмінні риси в порівнянні з прототипом:

- підвищена витрата аргону до 7,1÷7,8 л/(т·хв) на першій плавці серії;
- зменшення витрати аргону від першої до п'ятої плавки у серії;
- постійна витрата аргону після п'ятої плавки та аж до кінця серії на рівні 3,2÷3,5 л/(т·хв).

Формула для визначення витрати аргону на перших п'яти плавках розроблена шляхом апроксимації промислових даних, що забезпечили вміст водню у флокеночутливих сталях менший, ніж 2,0 ppm, причому якість сталей підвищена також за рахунок надійного видалення

бульбашками аргону неметалевих включень та запобігання заростанню ними стаканів-дозаторів. Пряма пропорційність витрати аргону кореню квадратному з відношення маси плавки до маси фактично розлитого металу виходить з фізико-хімічного закону, що вміст водню в сталі пропорціональний кореню квадратному парціального тиску водню в газовій фазі, що контактує з металом.

На першій плавці всієї серії в сталь в проміжному ковші вдувають найбільшу кількість аргону, що потрібно для видалення із сталі водню, який надійшов із накопичених вологи і водню у порах, капілярах робочого шару оновленої футеровки і наданих на всю серію частках шлакових сумішей та в результаті розчинення водяної пари в шлаковій фазі і на поверхні неметалевих включень, що затягуються потоками рідини униз, оскільки над рідкими фазами знаходиться на початку серії звичайна повітряна атмосфера навіть при наявності кришки ковша.

На другій, третій, четвертій і п'ятій плавках серії витрати аргону зменшують згідно до наведеного рівняння, оскільки масопотік водню із вказаних джерел зменшується за законом квадратного кореню та вичерпується на п'ятій плавці, як наслідок швидкого нагріву нового робочого шару футеровки ковша та малих розмірів часток шлакових сумішей.

$$V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т}\cdot\text{хв)},$$

Витрата аргону, що менша за величину $V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т}\cdot\text{хв)}$, не призводить до гарантованого вмісту водню в сталі $[H] \leq 2 \text{ ppm}$ на перших п'яти плавках серії, яка, звичайно, складається з 8-12 плавок, і відбракування металопродукції за флокенами досягає 10 %.

Витрата аргону на перших п'яти плавках, що більша за величину $V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т}\cdot\text{хв)}$, дозволяє завжди мати $[H] \leq 2 \text{ ppm}$, але призводить до великої кількості бризок в проміжному ковші, що зношує його футеровку, та викликає невикордані витрати аргону.

Приклад

Розливання сталі, яка містить, %: C = 0,48-0,56; Cr=0,9-1,2; Mn=0,7-1,1; Mo = 0,18-0,25; V=0,1-0,2; Si \leq 0,4; S \leq 0,025 (флокеночутлива сталь), здійснюють декількома серіями на шестиструмковій МБЛЗ за допомогою проміжного ковша ємністю 30 т у заготовки перерізом 150x150 мм при швидкості їх витягування 2,3-2,5 м/хв. Ємність сталерозливного ковша складає 200 т. У проміжний ківш, який стає таким чином рафінуючим, крізь порожнисті блоки в його днищі вдувають аргон на перших п'яти плавках серії зі змінною витратою

$$V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т}\cdot\text{хв)},$$

де 7,1÷7,8 - питома витрата інертного газу впродовж розливання першої плавки, л/(т·хв); E - ємність сталерозливного ковша, т; ρ - густина твердої сталі, т/м³; n - число робочих струмків машини безперервного лиття заготовок; a і b - відповідно товщина та ширина заготовки, м; V - робоча швидкість витягування заготовок, м/хв; τ - тривалість розливання, хв; а з п'ятої плавки залишають її постійною на рівні 3,2-3,5 л/(т·хв).

Для визначення ефективності розробленого способу рафінування флокеночутливої сталі від водню визначено вміст водню у сталі до та після розливання $[H]$, відбракування металопродукції за флокенами згідно до результатів її ультразвукового контролю, стійкість футеровки проміжного ковша (тобто тривалість серії "плавка на плавку") у порівнянні зі способом, прийнятим за прототип. Порівняння результатів розливання серії плавок виконаної за експериментальним способом та за способом, що взято за прототип, наведено в таблиці.

Запропонований спосіб дозволяє забезпечити вміст водню в сталі менше 2 ppm, тобто тієї межі, до якої службові властивості сталі високі як наслідок відсутності флокенів, виключити відбракування готової металопродукції за результатами ультразвукового контролю та підвищити стійкість футеровки проміжних ковшів МБЛЗ.

Результати безперервної розливання сталі з використанням експериментального способу її рафінування від водню і способу, обраного за прототип

№ з/п	Тривалість розливання, хв	[Н] перед розливанням, ppm	Витрата аргону, л/(т·хв)	[Н] після розливання, ppm	Відбракування за флокенами, %	Стійкість проміжного ковша, плавок
1. Експериментальний спосіб						
1.1	83	0,9	7,1-7,8	1,6	0	14
1.2	165	0,8	5,0-5,5	1,7	0	14
1.3	248	1,0	4,1-4,5	1,7	0	14
1.4	330	0,9	3,6-3,9	1,5	0	14
1.5	413	0,8	3,2-3,5	1,6	0	14
1.6	після 495 (в середньому)	0,9	3,2-3,5	1,5	0	14
2. Прототип						
2.1	83	0,9	1,1-1,7	4,0	10,0	10
2.2	165	0,8	1,1-1,7	3,0	4,0	10
2.3	248	1,0	1,1-1,7	2,9	2,1	10
2.4	330	0,9	1,1-1,7	2,7	1,8	10
2.5	413	0,8	1,1-1,7	2,2	1,7	10
2.6	після 495 (в середньому)	0,9	1,1-1,7	1,9	1,6	10
3. За межами відмінної риси експериментального способу						
3.1	83	0,9	6,0	3,5	6,5	
3.2	165	0,8	4,0	2,5	3,8	
3.3	248	1,0	3,1	2,4	3,2	
3.4	330	0,9	2,5	2,3	3,0	
3.5	413	0,8	2,1	2,2	2,8	
3.6	після 495 (в середньому)	0,9	2,1	2,1	2,1	13
3.7	83	0,9	8,5	1,5	0	
3.8	165	0,8	6,2	1,6	0	
3.9	248	1,0	5,2	1,6	0	
3.10	330	0,9	4,6	1,4	0	
3.11	413	0,8	4,2	1,5	0	
3.12	після 495 (в середньому)	0,9	4,2	1,4	0	8

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб рафінування флокеночутливої рідкої сталі від водню, що включає продувку аргонем в розливній секції проміжного ковша в пазирковому режимі крізь порожнисті блоки, який **відрізняється** тим, що при розливанні першої плавки продувку виконують з витратою аргону 7,1÷7,8 л/(т·хв), при розливанні наступних чотирьох плавок в серії витрата аргону V_{Ar} на 1 т ємності проміжного ковша складає, згідно з рівнянням:

10
$$V_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ л/(т·хв)},$$

де 7,1÷7,8 - питома витрата інертного газу впродовж розливання першої плавки, л/(т·хв);

E - ємність сталерозливного ковша, т; ρ - густина твердої сталі, т/м³; n - число робочих струмків машини безперервного лиття заготовок; a і b - відповідно товщина та ширина заготовки, м; V - робоча швидкість витягування заготовок, м/хв; τ - тривалість розливання, хв;

- 15 а при розливанні наступних плавок і до кінця серії V_{Ar} зберігається в межах 3,2÷3,5 л/(т·хв).

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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