



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **37230** (13) **U**
(51) МПК (2006)
C21C 7/00
B22D 41/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВВЕДЕННЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНИХ ПОРОШКІВ В РОЗПЛАВ МЕТАЛУ

1

(21) u200806140

(22) 12.05.2008

(24) 25.11.2008

(46) 25.11.2008, Бюл.№ 22, 2008 р.

(72) ЖИВЧЕНКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA,
АНТОНОВ ВІКТОР ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ЛАБІНЦЕВ
ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ЖИВЧЕНКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA

2

(57) Пристрій для введення ультрадисперсних порошків в розплав металу, що розташований в донній частині ковша, який **відрізняється** тим, що для введення ультрадисперсного порошку застосовується пристрій, складений з стрічково-капілярних секцій, у яких капіляри арматурного шару виконані конусно з кутом розкриття $1\div 10^\circ$ і мають потовщення з боку введення порошків.

Корисна модель відноситься до чорної металургії і може бути використана при обробці сталі дрібнодисперсними та ультрадисперсними порошками.

Відомо використання псевдостопорів для введення дрібнодисперсних порошків, які встановлювали в ківш, або спеціальних стендів з футерованою фурмою, наприклад, [1; 2].

Подача ежекційного порошку газом здійснювалась по центральній металевій трубці, захищеної вогнетривкими трубками (котушками). Порошок в метал вдувався через кінцевий пористий блок або сопло. Блоки мали сопла малою перерізу, що радіальне розходились. Кінцевий блок виготовлявся на основі вогнетривкої кераміки або вуглецевомістних матеріалів. Сопла мали діаметр каналу від 8 до 32мм з кутом розкриття 60° . Для більшого диспергування і збільшення дальності струменя газу з порошком застосовувались сопла щільного або серповидного перерізу з шириною каналу 1-2мм. В цьому випадку пазирі мають менший діаметр, після їх відриву зворотна ударна дія на фурму знижується, а розподіл порошку в об'ємі розплаву поліпшується. Занурених фурм - це низька стійкість вогнетривів завдяки інтенсивному розмиванню їх швидкісними потоками рідкого металу, висока вартість високоякісного вогнетриву фурм - тобто високі експлуатаційні витрати на саму фурму. Сюди ж необхідно віднести разові витрати на виготовлення стенду для продування металу аргонем, роботу обслуговуючого персоналу, електроенергію, амортизацію устаткування, витрати на перегрів металу (втрата продуктивності плавильного агрегату), крановий час на транспортування ковша

до стенду та інше. Введення порошку через фурми з соплами забезпечує задовільне перемішування рідкого металу. Однак, завдяки бурину на поверхні металу, велика та не прогнозована частка дрібнодисперсних порошків викидається великими пазирями. При розриві шлакового покриття відбувається процес повторного окислення та переохолодження розплаву. Відсутнє рафінування від неметалевих включень.

Більш технологічним, з погляду гідродинаміки та зручності обслуговування, є розташування продувального пристрою в донній частині ковша. При цьому газопорошковий потік, що підіймається з поверхні днища, більш ефективно взаємодіє з придонними об'ємами рідкого металу. Саме ця обставина сприяла широкому розповсюдженню продувних пристроїв такого типу.

Відомі пристрої щодо розташування трубчастих вставок в шибєрному стакані [3; 4]. Ці пристрої взяті за прототип.

Однак, практичне використання таких пристроїв, показало досить низьку їх ефективність, часті відмови в експлуатації, випадки прориву металу, які сприяють аварійній ситуації при розливанні. Тривалість продування металу складає $2\div 4$ хв. при витраті газу до $120\text{ м}^3/\text{хв}$. При цьому питома витрата газу складає до $0,04\text{ м}^3/\text{т}$.

Така витрата газу недостатня для помітного рафінування сталі та введення необхідної кількості порошків, тому, по суті справи, не виправдовує себе. Збільшення витрати газу приводить до утворення факельного режиму, сильно розвиненого буруна на дзеркалі металу, випліскування його та рідкого шлаку з ковша, викиду неконтрольованої кількості порошків в навколишнє середовище. Ви-

(13) **U**

(11) **37230**

(19) **UA**

користання продувної трубки унеможлиблює додавання продування при коректуванні хімічного складу рідкого металу. До того ж, при подачі газу через трубку, утворюються крупні бульбашки з високою швидкістю спливання. Ця обставина приводить до зниження часу на масопереносу порошків в розплав. Збільшення розмірів бульбашок приводить до зниження сумарної площі масообміну і переходу частинок порошку з бульбашок в розплав.

Такий пристрій є ефективний тільки для крупнодисперсних порошків, тому що частинки крупного порошку, через свою інертність та вагу, розташовуються на нижній межі бульбашок і, як наслідок, змочуються розплавом і переходять в нього. Дрібнодисперсні, а тим більше, ультрадисперсні порошки, які знаходяться в завислому стані в об'ємі бульбашок, виносяться з ними в навколишнє середовище. Отже з всього поданого порошку тільки крупний перейде в розплав. Прогнозувати в цьому випадку ступінь засвоєння та витрат порошку, що вводиться, у край складно. В усякому разі, витрата порошку значно вища за необхідне. Крім того, подача порошку крізь трубку не дає можливості рівномірно їх розподілити в об'ємі розплаву.

У основу корисної моделі покладена технічна задача: забезпечити прогнозованість та ефективність введення ультрадисперсного порошку, рівномірний його розподіл в об'ємі розплаву, збільшення часу масообмінних процесів.

Поставлена задача розв'язується тим, що для введення ультрадисперсного порошку застосовується пристрій складений з стрічково-капілярних секцій у яких капіляри арматурного шару виконані конусно з кутом розкриття $1 \div 10^\circ$.

Загальною з прототипом істотною ознакою є введення ультрадисперсного порошку за допомогою донних продувних пристроїв.

Істотними відмінностями від прототипу є ознаки:

- ультрадисперсні порошки вводять через стрічково-капілярну секцію, капіляри арматурного шару виконані конусно;
- капіляри мають потовщення з боку введення порошків;
- кут конусності капіляру арматурного шару дорівнює $1 \div 10^\circ$

Наявність наведених істотних ознак пристрою є необхідною і достатньою на всі випадки, області розповсюдження використовування пристрою.

Між істотними ознаками пристрою і технічним результатом - підвищення прогнозованості і ефективності введення ультрадисперсного порошку, рівномірний його розподіл в об'ємі розплаву, збільшення часу масообмінних процесів - існує причинно-слідчий зв'язок, який пояснюється наступними доказами.

Дослідження на прозорих моделях руху газових бульбашок в рідині показало, що при більшій витраті газу і щільному його потоці (продування через локальні пристрої, наприклад, трубку), швидкість центральних бульбашок зростає більш ніж в п'ятдесят разів. Оскільки до їх власної швидкості додається швидкість підйому рідини, аж до утворення «факела» по периферії якого і протікають масообмінні процеси.

Швидкість масообмінних процесів в значній мірі залежить від співвідношення $S/V_{\text{мет}}$, де S - поверхня бульбашок, $V_{\text{мет}}$ - об'єм металу. Об'єм металу для випадку продування повного ковша є величина постійної, а величина S залежить, в основному, від діаметру і кількості бульбашок. Підтвердження вище сказаного в таблиці приведена залежність загальної поверхні бульбашок S від їх діаметру і кількості n що доводяться на $0,1 \text{ м}^3$.

Таблиця 1

Вплив розміру бульбашок на їх кількість і загальну поверхню в $0,1 \text{ м}^3$ між газом і рідиною

Діаметр $\text{м} \cdot 10^{-2}$	0,2	0,3	0,6	1,0	1,4	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0
Кількість бульбашок, n , в м^3	238095	70821	8860	1914	697	328	71	30	15	9
поверхня бульбашок, м^2	2,3	2,0	1,1	0,6	0,43	0,333	0,2	0,15	0,12	0,1

З таблиці видно, що, при зниженні розміру газового бульбашки з 0,06 до 0,002 м і незмінних гідродинамічних параметрах, кількість бульбашок зростає більше ніж у 27000 разів. Згідно теоретичним дослідженням ряду авторів, найбільш сприятливо гідродинамічні і масообмінні процеси протікають за наступних умов:

- При збільшенні часу підйому бульбашок збільшується час для масопереносу порошків з газу в розплав. Встановлено, що при продуванні через трубку швидкість підйому бульбашок складає 0,35-0,50 м/с, а при продуванні через щільні секції встановлені в днищі ковша - 0,12-0,14 м/с

- Зменшення дисперсності і збільшення кількості бульбашок на одиницю об'єму газу, що продувається, різко збільшує площу контакту (взаємодія) на межі розділу фази «газ-розплав». Так однією з головних вимог до пристроїв для введення

ультрадисперсного порошку є створення умов для проходження газу через метал у вигляді можливо дрібніших бульбашок і забезпечення стабільної інтенсивності продування в часі. Отже, для зниження швидкості виходу газу з капілярів і отримання дрібнопузиркового режиму продування, необхідно максимально збільшити кількість капілярів з відстанню між ними, яке гарантовано запобігає злиттю бульбашок на виході, тобто збільшити площу продувних пристроїв.

- Збільшення вхідної площі арматурного капіляра, в порівнянні з виходом, приводить до прискорення газо-порошкового потоку, отже тиск і тертя об стінки капіляра знижується. Таким чином, умови закупорки каналу істотно знижуються. При співвідношенні менше 1 швидкість потоку зростає не на стільки, щоб гарантувати від закупорки виходу капіляра. Так дослідження на прозорій моде-

лі, з урахуванням критерію шорсткості стінок капіляра на зразку і моделі, показали, що при зниженні тиску газу відбувається налипання порошку на стінки. Підвищення тиску приводить до підвищення швидкості потоку і здування порошку із стінок. Проте при конусності менше 1° швидкість зростає недостатньо для того, щоб здути повністю весь шар порошку. Відбувається поступове нарощування шару і у результаті канал капіляра заростає і перестає функціонувати. При конусності більш ніж 10° підвищення пропускної спроможності робочого капіляра не відбувається. Більш того, дослідження показали, що з часом, завдяки завихренням на вході в робочий капіляр, може нарощуватися кільцевий бортик, який створює пробку на вході в робочий капіляр.

Стрічково капілярні секції мають розміри 400-440мм та ширину 100- 120мм, тобто газопорошковий потік рухається в вигляді шлейфу з площею перерізу 40000-52800 мм². При використуванні трубки Ø12мм ця площа дорівнює 113мм². При висоті стовпа металу в ковші, в середньому 3м, об'єм заповненого газом розплаву над запропонованим пристроєм дорівнює понад 0,12-015м³, проти 0,00034м³ (різниця понад 400разів) при роботі трубою. Таким чином, застосування запропонованого пристрою дозволить більш рівномірно розподілити ультрадисперсний порошок в об'ємі розплаву.

Корисна модель пояснюється малюнком, на якому зображено пристрій для введення ультра-

дисперсних порошків в рідкий метал в загальному вигляді і поперечному розрізі, а також окремо арматурний капіляр.

Пристрій складається з робочого 1 і арматурного 4 шарів. Капіляри, розташовані строчками. При цьому товщина робочих капілярів 2 складає 0,15-022мм. У арматурному шарі конусність арматурного капіляра 3 дорівнює 10° - 1° .

Приклад конкретного виконання.

Пристрій для введення ультрадисперсних порошків в розплав металу є паралелепіпедом з розмірами 400x150x120мм. Капіляри мають подовжнє розташування з відстанню між рядами 40мм. Сумарна довжина капілярів в ряду дорівнює 300мм. Товщина робочих капілярів дорівнює 0,185мм. На вході арматурні капіляри дорівнює 3,22мм. Конусність арматурного капіляру дорівнює 5° . Товщина робочого шару рівна 75мм (допустима норма зносу пристрою).

Таким чином, запропонований спосіб введення порошків в металевий розплав дозволяє повністю вирішити поставлену технічну задачу, а саме - підвищення прогнозованості і ефективності введення ультрадисперсних порошків, їх рівномірний розподіл в об'ємі розплаву, збільшення часу масообмінних процесів.

1. А.С. СССР № 632734 1978р.

2. А.С. СССР № 648120 1979р.

3. А.С. СРСР № 1232371 1986р

4. А.С. СРСР № 1373469 1988р.

