



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **16008** (13) **U**
(51) МПК (2006)
С21С 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС****ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ДРІТ ДЛЯ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУРГІЙНИХ РОЗПЛАВІВ**

1

2

(21) u200601506

(22) 14.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Дюдкін Дмитро Олександрович, Бать Сергій
Юрійович, Кисіленко Володимир Васильович(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ЗА-
ВОД "УНІВЕРСАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ"(57) 1. Дріт для позапічної обробки металургійних
розплавів, що складається з сталеві оболонки та
порошкового заповнювача, який містить в собі
кальцій та кремній, який **відрізняється** тим, що
заповнювач додатково містить залізо та рідкісно-
земельні метали (РЗМ), причому співвідношення
між інгредієнтами заповнювача встановлено на-
ступним, мас. %:кальцій 8...25
кремній 35...50
РЗМ 8...20
залізо решта,а відношення між вмістом кальцію та РЗМ знахо-
диться в межах (0,8...2,2):1.2. Дріт за п. 1, який **відрізняється** тим, що кальцій
в заповнювачі знаходиться у вигляді сплаву з кре-
мнієм.3. Дріт за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що
10...50 % кальцію знаходиться в дроті у чистому
вигляді.4. Дріт за пп. 1, 2, 3, який **відрізняється** тим, що
заповнювач дроту додатково містить алюміній та
магній в кількості 0,1...5,0 кожного, % мас.

Корисна модель відноситься до чорної мета-
лургії, а саме до позапічної обробки металургійних
розплавів порошкоподібними реагентами.

Відомий порошковий дріт для позапічної обро-
бки сталі, що містить кальцій в алюмінієвій оболо-
нці з співвідношенням масових часток кальцію та
алюмінію 37:63 ["Сталь", 1998, №5, с. 18-22]. Якщо
виходити з діаграми стану кальцій-алюміній, мож-
ливо припустити, що при такому співвідношенні
між кальцієм та алюмінієм повинне утворюватися
міцне сполучення CaAl_2 , або його розчини в над-
лишковому кальцію чи надлишковому алюмінію.
Але в дійсності, при занурюванні в рідкий метал
алюмінієва оболонка розплавляється, взаємодіє зі
шлаком, кальцій та алюміній не встигають утвори-
ти міцне сполучення, і опісля розплавлення обо-
лонки в металі кальцій вже знаходиться у вигляді
пари, що призводить до погіршення засвоєння Са,
барботажу та викида металу.

Найбільш близьким по технічній суті та дося-
гаємому ефекту до заявляемого є дріт для позапі-
чної обробки металургійних розплавів, що склада-
ється з сталеві оболонки та порошкового
заповнювача, який містить в собі кальцій та крем-
ній, причому в заповнювачі вміст кальцію стано-
вить 15...30мас. % ["Металл и литье Украины",
2000, №1-2, с. 17-20]. Введення кальцію в рідку

сталі в сплаві з кремнієм дозволяє дещо знизити
пружність дисоціації парів кальцію й пари остан-
нього в певній мірі встигають прореагувати в гли-
бині розплаву. Процес обробки сталі перебігає
спокійніше, барботаж та викиди зменшуються, що
дозволяє дещо підвищити ступінь використання
кальцію. Але цей дріт теж має ряд недоліків. Крім
високої пружності дисоціації парів, кальцій ще й
має низку розчинності в рідкому залізистуглецево-
му розплаві, що разом значно знижує ступінь ви-
користання кальцію. При вказаному вмісту кальцій
з кремнієм утворює хімічно неміцну сполуку CaSi_2 ,
до того ж при вмісту кальцію 25...30мас. % темпе-
ратура розплавлення такої сполуки відносно низь-
ка (близько 1000°C), що призводить до підвищено-
го вигару, низького ступеню засвоєння кальцію та
підвищеним витратам дроту.

В основу корисної моделі поставлена задача
удосконалення дроту для позапічної обробки ме-
талургійних розплавів шляхом введення в склад
заповнювача дроту додаткових інгредієнтів (РЗМ)
та встановленням залежностей як між складовими
частками порошкового заповнювача, так і всього
дроту в цілому. Рішення цієї задачі дає змогу по-
мірі занурювання дроту в метал швидко утворюва-
ти в середині дроту міцну однорідну сполуку з від-
носно високою температурою розплавлення (по-

(19) **UA** (11) **16008** (13) **U**

над 1300°C), досягати глибинної пасивації кальцію, охопити реакцією взаємодії модифікатора з розплавом максимальний об'єм металу в ковші, синхронізувати в часі процеси вивільнення модифікатора в розплав і розплавлення утвореного в заповнювачі сплаву. Це дозволяє значно підвищити ефективність використання кальцію, забезпечуючи повну модифікацію неметалевих включень і знизити витрати дроту.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в дроті для позапічної обробки металургійних розплавів, який складається із сталевих оболонок та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій та кремній, заповнювач додатково містить залізо та рідкоземельні метали (РЗМ), причому співвідношення між інгредієнтами заповнювача встановлено наступним, мас. %:

кальцій -	8...25;
кремній -	35...50;
РЗМ -	8...20;
залізо -	решта,

а відношення між вмістом кальцію та РЗМ знаходиться в межах (0,8...2,2):1. Кальцій в заповнювачі може знаходитися у вигляді сплаву з кремнієм, також 10...50% кальцію може знаходитися в дроті у чистому вигляді. Заповнювач дроту може містити додатково алюміній та магній в кількості 0,1...5,0% мас. кожного. Загальними з прототипом суттєвими ознаками є:

- сталева оболонка;
- порошковий заповнювач, що містить кальцій та кремній.

Відрізняючими від прототипу суттєвими ознаками є:

- заповнювач додатково містить залізо та рідкоземельні метали (РЗМ);
- співвідношення між інгредієнтами заповнювача встановлено наступним, мас. %:

кальцій -	8...25;
кремній -	35...50;
РЗМ	8...20;
залізо -	решта;

- відношення між вмістом кальцію та РЗМ знаходиться в межах (0,8...2,2):1. Додатковими суттєвими ознаками є:

- кальцій в заповнювачі знаходиться у вигляді сплаву з кремнієм;
- 10...50% кальцію знаходиться в дроті у чистому вигляді;
- заповнювач дроту додатково містить алюміній та магній в кількості 0,1...5,0% мас. кожного.

Наведені вище ознаки є необхідними й достатніми для всіх випадків, на які розповсюджується область застосування корисної моделі.

Між суттєвими ознаками і технічним результатом - підвищенням ступеня використання кальцію, повній модифікації неметалевих включень і зниженням витрат дроту - існує причинно-наслідковий зв'язок, який пояснюється наступним чином. Комплексне використання кальцію і РЗМ обумовлено тим, що при температурах позапічної обробки сталі у чистого кальцію висока пружність дисоціації парів й низька розчинність в розплаві, що значно знижує ефективність його використання, а РЗМ мають низьку пружність дисоціації парів і практично повну розчинність в рідкому залізі. РЗМ є дуже

ефективним модифікатором сталі, але продукти реакції мають високу щільність і знаходяться в твердому стані при температурах рідкої сталі, що утруднює їх видалення в шлакову фазу. Використання ж комплексного сплаву РЗМ і кальцію забезпечує під час взаємодії з рідкою сталлю утворення рідких оксидних або окисульфідних включень з пониженою щільністю, які будуть здатні до коагуляції та спливанню в шлакову фазу. Присутність в складі заповнювача дроту заліза забезпечує по мірі занурювання дроту в метал швидке утворення в середині дроту міцної однорідної сполуки з відносно високою температурою розплавлення (понад 1300°C). Відношення між вмістом кальцію та РЗМ саме в межах (0,8...2,2):1 забезпечує по мірі надходження дроту в рідку сталь утворення однорідного сплаву-модифікатора з відповідними характеристиками і в глибині розплаву не утворюється локальних зон, перенасичених кальцієм, або навпаки. Якщо відношення між вмістом кальцію та РЗМ менше, ніж 0,8:1, то кальцій в складі модифікатора буде мати недостатню розчинність в рідкому металі, а, якщо відношення між вмістом кальцію та РЗМ більше, ніж 2,2:1, то активність і пружність дисоціації пари кальцію залишатимуться високими, що знижує ефективність використання кальцію. Причому для прискорення процесу утворення комплексного сплаву-модифікатора кальцій в заповнювачі може використовуватися у вигляді сплаву з кремнієм. Але через надмірну трудність отримання сплаву з одночасно високим вмістом кальцію та РЗМ (20...25%) в промислових масштабах, 10...50% кальцію в склад заповнювача надається в чистому вигляді і сплав з означеним вмістом кальцію утворюється в середині дроту по мірі його надходження в розплав. Внаслідок цього додатково знижується активність та пружність дисоціації пари кальцію й підвищується температура його випаровування з металургійного розплаву, знижується температура в зоні взаємодії модифікатора з рідкою сталлю за рахунок перебігання ендотермічної реакції взаємодії кальцію з кремнієм. Присутність в складі заповнювача дроту алюмінію та магнію в зазначеній кількості інтенсифікує процес рафінування та модифікації рідкої сталі по всьому об'єму металу в ковші. В локальній зоні взаємодії з розплавом комплексний модифікатор розчиняється, піддаючи повній модифікації всі неметалеві включення. Процес обробки рідкої сталі дротом зі всіма вказаними параметрами перебігає спокійно, без викидів та барботажу. Все це дозволяє значно підвищити ступінь використання кальцію, повністю модифікуючи всі неметалеві включення та зменшуючи витрати дроту й пилогазоутворення.

Таким чином, щоб значно підвищити ступінь використання Ca, модифікувати всі неметалеві включення та знизити витрати дроту необхідно використовувати дріт із заповнювачем наведеного складу та всіма вказаними співвідношеннями.

Готують порошковий дріт наступним чином. Сталеву стрічку профілюють в жолобоподібну оболонку. Дозованими порціями з бункеру заповнюють оболонку порошком комбінованого сплаву-модифікатора, який рівномірно розподіляється по жолобу оболонки. Якщо є необхідність використо-

увати в складі дроту чистий кальцій, то використовують два бункери. Потім за допомогою роликів клітей обтискають оболонку і формують замок. Готовий дріт намотується на котушку і поставляється у відділення обробки сталі.

На одному з металургійних комбінатів проведені випробування запропонованого дроту. Заповнення дроту $\varnothing 13\text{мм}$ складає 360г/м, (кальцію - 15% мас., кремнію - 45% мас., РЗМ - 10% мас., магнію - 1,5% мас., алюмінію - 2,5% мас., заліза - 26% мас.), відношення між кальцієм і РЗМ в заповнювачі становило 1,5:1, вміст кальцію в дроті - 10%, РЗМ - 6,7%. Дріт вводили за допомогою трайбапарату стальківш на установці доводки металу після усереднювальної продувки під час виробництва сталі 20тр. Витрати дроту склали 150м на 150-т ківш (0,53кг/т сталі). Проведено 10 обробок сталі. В середньому вміст кальцію в готовому металі (проба на МБЛЗ) становить 0,0020%, ступінь засвоєння Са - 37%, вміст РЗМ - 0,003%. ступінь засвоєння РЗМ - 83%. Всі неметалеві включення модифіковано, метал повністю розливається на МБЛЗ та має підвищені ливарні та механічні властивості, брак становить 0,5%.

На цьому ж комбінаті використовується також

сілікокальцієвий дріт (СКЗО). Заповнення такого дроту $\varnothing 13\text{мм}$ складає 230г/м, вміст кальцію в порошковому заповнювачі становить 30%, кремнію - 61%, вміст кальцію в дроті -17%. Витрати дроту склали 250м на 150-т ківш (0,67кг/т сталі). В середньому вміст кальцію в готовому металі (проба на МБЛЗ) становить 0,0015%. Засвоєння кальцію із СКЗО на проведених обробках склало 13% (готовий метал) при виробництві сталі 20тр і для досягнення такого ж рівню кальцію в готовому металі та повної модифікації неметалевих включень (з урахуванням модифікації РЗМ), як і при використанні заявляемого дроту, дроту - прототипу необхідно вводити 1,62кг/т (на 205% більше: для отримання такого ж вмісту кальцію дроту потрібно ввести в (0,0020:0,0015):(17:10)x(37:13)=2,23 рази більше плюс додатково за рахунок модифікації РЗМ у $83:13:2,9:(17:6,7)=0,83$ рази більше - в сумі у 3,06 рази більше (стехіометричний коефіцієнт при взаємодії РЗМ з киснем або сіркою в 2,9 рази вищий, ніж при взаємодії кальцію з киснем або сіркою). При розливанні сталей, оброблених цим дротом, на МБЛЗ інколи затягувало розливальні стакани, що свідчить про неповну модифікацію неметалевих включень, брак становив 5,5%.