



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44818 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C21C 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ДРІТ ДЛЯ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУРГІЙНИХ РОЗПЛАВІВ КАЛЬЦІЄМ

1

2

(21) u200905890

(22) 09.06.2009

(24) 12.10.2009

(46) 12.10.2009, Бюл.№ 19, 2009 р.

(72) КИСІЛЕНКО ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ

(73) КИСІЛЕНКО ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ

(57) 1. Дріт для позапичної обробки металургійних розплавів кальцієм, який складається з сталеві оболонки та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій та кремній, який **відрізняється** тим, що кремній в складі заповнювача знаходиться у вигляді феросиліцію, а кальцій - у вигляді металевго кальцію, причому співвідношення між скла-

довими частками заповнювача встановлено наступним, мас. %:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| металевий кальцій | 26-56  |
| феросиліцій       | 44-74. |

2. Дріт для позапичної обробки металургійних розплавів кальцієм за п. 1, який **відрізняється** тим, що вміст кремнію в феросиліції становить 60-95 мас. %.

3. Дріт для позапичної обробки металургійних розплавів кальцієм за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що металевий кальцій в складі заповнювача знаходиться у вигляді гранул із вмістом чистого Са не менше 95,0 мас. %.

Корисна модель відноситься до галузі чорної металургії, зокрема до позапичної обробки металургійних розплавів порошкоподібними реагентами.

Найбільш близьким за технічною суттю та досягаемому ефекту до дроту, що заявляється, є дріт для позапичної обробки сталі кальцієм, що складається з сталеві оболонки та порошкового заповнювача, який містить в собі кальцій та кремній у вигляді сплаву - силікокальцію марок СК15, СК20 та СК30 (вміст кальцію в сплаві становить 15-30 мас. %, "Металл и литье Украины", 2000, № 1-2, с. 17-20). Введення кальцію в рідку сталь в сплав з кремнієм дозволяє знизити пружність дисоціації парів кальцію й пари останнього встигають прореагувати в глибині розплаву. Цим самим досягається в певній мірі глибинна пасивація кальцію й процес обробки сталі перебігає спокійно. Але цей дріт має ряд недоліків. При вказаному вмісту кальцій з кремнієм утворює хімічно неміцну сполуку  $\text{CaSi}_2$ , до того ж при вмісту кальцію 25-30 мас. % температура розплавлення такої сполуки відносно низька (близько  $1000^\circ\text{C}$ ), що призводить до підвищеного вигару, низького ступеню засвоєння кальцію та підвищеним витратам дроту. В заповнювачі дроту також не визначено співвідношення між кальцієм та кремнієм, внаслідок чого, окремі його частки можуть бути перенасичені кальцієм, а інші містити його недостатньо, що призводить до підвищеного вигару Са, неповній глобуляризації

неметалевих включень та нестабільним результатам при використанні дроту. Крім того силікокальцій СК30 є доволі дорогим матеріалом (вартість чистого Са в СК30 більше ніж вдвічі вища вартості металевго Са), причому при сумарному вмісті в ньому Са 30 мас. % досить часто значна частина Са знаходиться у вигляді оксидів, що неможливо виявити при проведенні звичайного аналізу на підприємстві. Це також призводить до нестабільних результатів та підвищених витрат при використанні дроту з силікокальцієм.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити дріт для позапичної обробки металургійних розплавів кальцієм шляхом зміни складу заповнювача дроту й використанням в ньому кремнію у вигляді феросиліцію, а кальцію - у вигляді металевго кальцію та визначенням означених меж співвідношення й залежностей між складовими частками порошкового заповнювача дроту. Рішення цієї задачі дає змогу по мірі занурювання дроту в метал утворювати в середині дроту однорідний залізокальційкремнієвий сплав з відносно високою температурою розплавлення (понад  $1200^\circ\text{C}$ ), знизити температуру рідкого металу в локальній зоні взаємодії, стабільно досягати вивільнення в розплав і розплавлення утвореного в заповнювачі сплаву та глибинної пасивації кальцію, охопити реакцією взаємодії кальцію з розплавом максимальний об'єм металу в ковші. Це дозволяє значно підвищити ефективність

(19) UA (11) 44818 (13) U

використання кальцію, забезпечуючи повну глобуляризацию неметалевих включень, знизити витрати дроту та загальні витрати при позапічній обробці.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в дроті для позапічної обробки металургійних розплавів кальцієм, який складається із сталеві оболонки та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій та кремній, кремній в складі заповнювача знаходиться у вигляді феросиліцію, а кальцій - у вигляді металевих кальцію, причому співвідношення між складовими частками заповнювача встановлено наступним, мас. %:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| металевий кальцій - | 26-56  |
| феросиліцій -       | 44-74. |

Вміст кремнію в феросиліції має становити 60-95 мас. %. Металевий кальцій в складі заповнювача може знаходитися у вигляді гранул зі вмістом чистого Са не менше 95,0 мас. %.

Спільними з прототипом суттєвими ознаками є:

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

Суттєвими ознаками, що відрізняються від прототипу, є:

- кремній в складі заповнювача знаходиться у вигляді феросиліцію
- кальцій в складі заповнювача знаходиться у вигляді металевих кальцію;
- співвідношення між складовими частками заповнювача встановлено наступним, мас. %:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| металевий кальцій - | 26-56  |
| феросиліцій -       | 44-74. |

Додатковими суттєвими ознаками є:

- вміст кремнію в феросиліції становить 60-95 мас. %.

- металевий кальцій в складі заповнювача знаходиться у вигляді гранул зі вмістом чистого Са не менше 95,0 мас. %.

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 глобуляризації неметалевих включень, зниженням витрат дроту та загальних витрат при позапічній обробці - існує причинно-наслідковий зв'язок, який пояснюється наступним чином. По мірі занурювання дроту в рідкий метал (сталь) кальцій металевий всередині дроту розплавляється (температура розплавлення кальцію становить 851°C, температура випаровування - 1492°C), потім феросиліцій також розплавляється (температура розплавлення феросиліцію зі вмістом Si 60-95% становить 1200-1400°C), далі кальцій розчиняється в розплавленому феросиліції (кальцій необмежено розчиняється в кремнії) і в середині дроту утворюється однорідний залізокальційкремнієвий сплав з відносно високою температурою розплавлення (понад 1200°C). По мірі утворення залізокальційкремнієвого сплаву й розплавлення оболонки дроту перебігає комплекс процесів взаємодії Са, Si та його сполук в феросиліції FeSi, FeSi<sub>2</sub> та ін. (нагрів, фазовий перехід, дисоціація,

розплавлення, розчинення і т.д.) як всередині дроту, так і в локальному місці вивільнення заповнювача в розплав, що знижує температуру в мікрооб'ємах зон взаємодії залізокальційкремнієвого сплаву й рідкого металу. Все це призводить до зменшення вигару кальцію та підвищення його засвоєння при позапічній обробці металургійних розплавів та досягається майже повна глибинна пасивація кальцію. Використання в складі заповнювача металевих кальцію та феросиліцію з означеним співвідношенням (26-56):(44-74), мас. % дозволяє по мірі надходження дроту в рідку сталь утворювати й вивільняти в рідкий метал однорідний сплав, при цьому в глибині розплаву не буде утворюватися локальних зон, перенасичених кальцієм, або навпаки. В локальній зоні взаємодії з розплавом кальцій розчиняється, піддаючи повній глобуляризації всі неметалеві включення. В разі недотримання означених меж співвідношення між металевим кальцієм та феросиліцієм утворюваний сплав буде неоднорідним, окремі його частки можуть бути перенасичені кальцієм, а інші містити його недостатньо, що призводить до піроефекту, викидам та нестабільним результатам при використанні дроту й підвищеним витратам як дроту, так і загальним витратам при позапічній обробці. При використанні такого дроту знижуються загальні витрати на позапічну обробку рідкої сталі за рахунок зниження витрат дроту та затрат на його виготовлення (через надмірну трудність отримання якісного силікокальцію зі вмістом кальцію більше 25% мас. в промислових масштабах, він є доволі дорогим матеріалом, а його частка в складі дроту перевищує 50%). Для оптимізації витрат дроту вміст кремнію в феросиліції має становити 60-95 мас. %, а металевий кальцій в складі заповнювача має знаходитися у вигляді гранул зі вмістом чистого Са не менше 95,0 мас. %.

Проведений аналіз показав, що зазначена сукупність суттєвих ознак забезпечує технічний результат - підвищення ступеня використання кальцію, повна глобуляризація неметалевих включень, зниження витрат дроту та загальних витрат при позапічній обробці.

Готують порошковий дріт наступним чином. Сталеву стрічку профілюють в жолобоподібну оболонку. Дозованими порціями з двох бункерів заповнюють оболонку порошками феросиліцію та металевих (гранульованих) кальцію у необхідній кількості, які рівномірно розподіляється по жолобу оболонки. Потім за допомогою роликових 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 Ø15мм складає 240г/м (кальцію металевих зі вмістом чистого Са 98% - 32% мас, феросиліцію 65% - 68% мас). Дріт вводили за допомогою трайбапарату в стальківш на установці доводки металу після усереднювальної продуквки під час виробництва сталі 1008. Витрати дроту склали 150м на 130-т ківш (0,3кг/т сталі). Проведено 10 обробок сталі. В середньому вміст кальцію в готовому металі (проба на МБЛЗ) становить

0,0020%, засвоєння - 27,8%. Всі неметалеві включення глобуляризувано, метал повністю розливається на МБЛЗ та має підвищені ливарні та механічні властивості.

На цьому ж комбінаті використовується також силікокальцевий дріт (СК30, вміст чистого Са становить 31,5%). Заповнення такого дроту Ø15мм складає 280г/м, вміст порошкового заповнювача в дроті становить 62%. Засвоєння кальцію із СК30 на проведених обробках склало 15% (готовий ме-

тал) при виробництві сталі 1008. Для досягнення такого ж рівню кальцію в готовому металі, як і при використанні корисної моделі, цього дроту необхідно ввести на 85% відн. більше (0,555кг/т сталі), при цьому загальні витрати на позапічну обробку кальцієм при використанні дроту - прототипу були більшими на 125%. При розливанні сталей, що оброблялися цим дротом, на МБЛЗ інколи затягувало розливальні стакани, що свідчить про неповну глобуляризацію неметалевих включень.