



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **54465** (13) **U**
(51) МПК (2009)
С21С 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ДРІТ ДЛЯ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ РІДКИХ МЕТАЛІВ КАЛЬЦІЄМ**

1

2

(21) u201005523**(22)** 06.05.2010**(24)** 10.11.2010**(46)** 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.**(72)** ПЕТРОВ МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ, ДАШКОВ-
СЬКА ОЛЕНА ВОЛОДИМИРІВНА, ПЛЕЦИС ВА-
ДИМ ЮРІЙОВИЧ, КИСІЛЕНКО ВОЛОДИМИР ВА-
СИЛЬОВИЧ**(73)** ПЕТРОВ МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ, ДАШКОВ-
СЬКА ОЛЕНА ВОЛОДИМИРІВНА, ПЛЕЦИС ВА-
ДИМ ЮРІЙОВИЧ, КИСІЛЕНКО ВОЛОДИМИР ВА-
СИЛЬОВИЧ**(57)** 1. Дріт для позапичної обробки рідких металів
кальцієм, що складається зі сталевोї оболонки та
порошкового заповнювача, що містить кальцій,
кремній, алюміній, вуглець, фосфор та залізо, який
відрізняється тим, що кремній в порошковомузаповнювачі знаходиться у вигляді силікокальцію
із вмістом кальцію 25-35 мас. %, а 10-20 % абс.
кальцію в складі заповнювача знаходиться у ви-
гляді металевих гранул, причому співвідношення
між інгредієнтами заповнювача встановлено на-
ступним, мас. %:

кальцій	35-45
кремній	41-55
алюміній	не більше 2,0
вуглець	не більше 2,0
фосфор	не більше 0,05
залізо	решта.

2. Дріт за п. 1, який **відрізняється** тим, що спів-
відношення між складовими частками дроту вста-
новлено наступним, мас. %:

порошковий заповнювач	45-62
сталева оболонка	38-55.

Корисна модель відноситься до галузі чорної
металургії, зокрема до позапичної обробки металу-
ргійних розплавів порошкоподібними реагентами.

Найбільш близьким за технічною суттю та до-
сягаємому ефекту до дроту, що заявляється, є
дріт для обробки рідких металів кальцієм, що
складається з сталевої оболонки та порошкового
заповнювача, який містить в собі кальцій, кремній,
алюміній, вуглець, фосфор, залізо, причому каль-
цій знаходиться в заповнювачі, як у вигляді сплаву
з кремнієм, так і у чистому вигляді (Дріт для поза-
пичної обробки металургійних розплавів. Патент
України на корисну модель №17748). При викори-
станні такого дроту дещо підвищується ефектив-
ність використання кальцію, але він має ряд недо-
ліків. Невизначеність саме у вигляді якого сплаву з
кремнієм присутній в складі заповнювача кальцій
(це може бути силікокальцій марок СК10, СК15,
СК20 та інші марки силікокальцію і других сплавів)
призводить до того, що кальцій з кремнієм в де-
яких сплавах знаходиться у вигляді хімічно неміц-
них сполук (Ca_2Si або комплексні сполуки (CaAlSi)
та ін.) з відносно низькою температурою (менше
1000 °С), що призводить до підвищеного вигару,
низького ступеню засвоєння кальцію та підвище-
ним витратам дроту. До того ж в деяких сплавах
відсутній вільний Si (не зв'язаний у сполуки з дру-

гими елементами), що не дає змоги йому брати
участь в процесах взаємодії з кальцієм металевим
по мірі надходження дроту в рідкий метал. Вказа-
ний загальний вміст у складі заповнювача кальцію
та кремнію не дозволяє по мірі надходження дроту
в рідкий метал стабільно утворювати хімічно міцну
кальційкремнієву сполуку, температура розплав-
лення таких сполук буває відносно низька (менше
1000 °С), що також призводить до підвищеного
вигару кальцію та підвищеним витратам дроту.
Крім того невизначеність у вигляді та регламента-
ції кальцію, що присутній в заповнювачі у чистому
вигляді (а це може бути порошок) призводить до
його випаровування одразу після попадання дроту
в рідкий метал, що призводить до утворення в
дроті нерівномірностей (окремі його частки можуть
бути перенасичені кальцієм, а інші містити його
недостатньо), втрати жорсткості дротом, розплав-
ленню та вивільненню кальцію в верхніх шарах
металу в ковші. Все це призводить до нестабіль-
них результатів по засвоєнню кальцію, неповній
глобуляризації неметалевих включень та підвище-
ним витратам при використанні дроту.

В основу корисної моделі поставлена задача
вдосконалити дріт для позапичної обробки рідких
металів кальцієм шляхом зміни складу заповню-
вача дроту, використанням в ньому кремнію у ви-

(19) **UA** (11) **54465** (13) **U**

гляді силікокальцію з чітко означеним вмістом кальцію, а частини кальцію у вигляді металевих гранул та визначенням означених меж співвідношення й залежностей як між складовими інгредієнтами порошкового заповнювача, так і дроту в цілому. Рішення цієї задачі дає змогу по мірі занурювання дроту в метал швидко утворювати в середині дроту однорідний залізокальційкремнієвий сплав (з домішками алюмінію, вуглецю, фосфору) з відносно високою температурою розплавлення (понад 1200 °C), знизити температуру рідкого металу в локальній зоні взаємодії, синхронізувати процеси утворення, вивільнення в розплав і розплавлення утвореного в заповнювачі сплаву, досягати глибинної пасивації кальцію, охопити реакцією взаємодії кальцію з розплавом максимальний об'єм металу в ковші. Це дозволяє значно підвищити ефективність використання кальцію, забезпечуючи повну глобуляризацію неметалевих включень, знизити витрати дроту та загальні витрати при позапічній обробці.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в дроті для позапічної обробки рідких металів кальцієм, який складається зі сталевий оболонки та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій, кремній, алюміній, вуглець, фосфор та залізо, кремній в порошковому заповнювачі знаходиться у вигляді силікокальцію зі вмістом кальцію 25-35 мас. %, а 10-20 % абс. кальцію в складі заповнювача знаходиться у вигляді металевих гранул, причому співвідношення між інгредієнтами заповнювача встановлено наступним, мас. %:

кальцій	35-45;
кремній	41-55;
алюміній	не більше 2,0;
вуглець	не більше 2,0;
фосфор	не більше 0,05;
залізо	решта.

Співвідношення між складовими частками дроту може бути встановлено наступним, мас. %:

порошковий заповнювач	45-62
сталева оболонка	38-55.

Спільними з прототипом суттєвими ознаками є:

- сталева оболонка;
- порошковий заповнювач, що містить кальцій, кремній, алюміній, вуглець, фосфор та залізо.

Суттєвими ознаками, що відрізняються від прототипу, є:

- кремній в порошковому заповнювачі знаходиться у вигляді силікокальцію зі вмістом кальцію 25-35 мас. %;

- 10-20 % абс. кальцію в складі заповнювача знаходиться у вигляді металевих гранул;

- співвідношення між інгредієнтами заповнювача встановлено наступним, мас. %:

кальцій	35-45;
кремній	41-55;
алюміній	не більше 2,0;
вуглець	не більше 2,0;
фосфор	не більше 0,05;
залізо	решта.

Додатковою суттєвою ознакою є:

- співвідношення між складовими частками дроту встановлено наступним, мас. %:

порошковий заповнювач	45-62
-----------------------	-------

сталева оболонка

38-55.

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. Як відомо, залізо є основою для утворення залізокальційкремнієвого сплаву. Сплав з таким співвідношенням між інгредієнтами заповнювача - однорідний з рівномірним розподілом кальцію як по перетині, так і по об'єму дроту, тому в глибині розплаву не утворюються локальні зони, перенасичені кальцієм, або навпаки. Для виробництва дроту використовується силікокальцій зі вмістом кальцію 25-35 мас. %, що містить всі зазначені у заповнювачі інгредієнти. У зв'язку з надмірними труднощами одержання сплаву з таким високим змістом кальцію (35-45 мас. %) у промислових масштабах, частина кальцію (10-20 % абс.) до складу наповнювача подається у вигляді металевих гранул й сплав із зазначеним змістом кальцію утворюється усередині дроту по мірі його надходження в розплав. Межа вмісту кальцію й кремнію обумовлена утворенням міцного кальційзалізокремнієвої сполуки з відносно високою температурою розплавлення для найбільш ефективного використання кальцію. Вміст фосфору обмежується тим, що при його наявності більше 0,05 % буде підвищуватися його вміст у сталі при обробці, що у свою чергу призведе до негативних наслідків і обмеженого застосування дроту, особливо при обробці відповідальних марок стали. Наявність алюмінію й вуглецю в заповнювачі з однієї сторони обумовлене особливостями способу виробництва силікокальцію - алюмотермічний або вуглетермічний, а з іншої сторони присутність цих елементів у заповнювачі в зазначеній кількості підвищує ефективність використання кальцію за рахунок попереднього розкислення металу в локальній зоні взаємодії, що було підтверджено спеціально проведеними дослідженнями. По мірі надходження дроту із зазначеним вмістом компонентів та інгредієнтів у заповнювачі в рідкий метал, усередині дроту утворюється міцний однорідний кальційзалізокремнієвий сплав з відносно високою температурою розплавлення (більше 1300 °C). По мірі утворення залізокальційкремнієвого сплаву й розплавлення оболонки дроту перебігає комплекс процесів взаємодії Ca, Si та його сполук (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 (з домішками алюмінію, вуглецю, фосфору та ін.) 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. В локальній зоні взаємодії з розплавом кальцій розчиняється, піддаючи повній глобуляризації всі неметалеві включення. Якщо кремній в складі заповнювача

буде присутній не у вигляді силікокальцію зі вмістом кальцію 25-35 мас. %, це може призвести до утворення кальційзалізокремнієвого сплаву з відносно низькою температурою (менше 1000 °С), що в свою чергу призводить до підвищеного вигару, низького ступеню засвоєння кальцію та підвищеним витратам дроту. Межі вмісту кальцію в заповнювачі у вигляді металевих гранул обумовлені отриманням оптимального сумарного вмісту кальцію для утворення кальцій кремнієвих сполук відносно високою температурою розплавлення. В разі недотримання означених меж співвідношення між інгредієнтами в складі заповнювача (в першу чергу між кальцієм, кремнієм та залізом), а утворений сплав буде неоднорідним, окремі його частки можуть бути перенасичені кальцієм, а інші містити його недостатньо, що призводить до піро-ефекту, викидам та нестабільним результатам при використанні дроту й підвищеним витратам як дроту, так і загальним витратам при позапічній обробці. Недотримання вказаного співвідношення між складовими частками дроту може не дати змогу стабільно забезпечувати необхідну жорсткість дроту для його введення на достатню глибину і призводити до окремих локальних зон розплаву не охоплених реакцією взаємодії з кальцієм, або, навпаки, перенасичених кальцієм, що значно знизить ефективність використання дроту.

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

Готують порошковий дріт наступним чином. Сталеву стрічку профілюють в жолопоподібну оболонку. Дозованими порціями з двох бункерів заповнюють оболонку порошками силікокальцію (зі вмістом кальцію 30 % мас.) та металевого (грану-

льованого) кальцію у необхідній кількості, які рівномірно розподіляється по жолобу оболонки. 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 проведено випробування запропонованого дроту. Заповнення дроту Ø 15 мм складає 250 г/м. Склад заповнювача наступний, мас. %: кальцій - 40, кремній - 46, алюміній - 1,0, вуглець -1,0, фосфор - 0,04, залізо - залишок). Дріт вводили за допомогою трайбапарату в стальківш на установці доводки металу після усереднювальної продувки під час виробництва сталі 1008. Витрати дроту склали 200 м на 150-т ківш (0,57 кг/т сталі). Проведено 10 обробок сталі. В середньому засвоєння кальцію по готовому металу (проба на МБЛЗ) становить 27,8 %. Всі неметалеві включення глобуляризувано, метал повністю розливається на МБЛЗ та має підвищені ливарні та механічні властивості.

На цьому ж комбінаті використовується також дріт із наступним складом заповнювача, мас. %: кальцій - 40, кремній - 32, алюміній - 1,0, вуглець - 3,0, фосфор - 0,05, залізо - залишок), причому виготовляють такий дріт із суміші силікокальцію СК15 (15 % кальцію) та 25 % металевого кальцію. Засвоєння кальцію із цього дроту на проведених обробках склало 18 % (готовий метал) при виробництві сталі 1008. Для досягнення такого ж рівню кальцію в готовому металі, як і при використанні корисної моделі, цього дроту необхідно ввести на 54 % відн. більше (0,88 кг/т сталі), при цьому загальні витрати на позапічну обробку кальцієм при використанні дроту - прототипу були більшими на 95 %. При розливанні сталей, оброблених цим дротом, на МБЛЗ інколи затягувало розливальні стакани, що свідчить про неповну глобуляризацію неметалевих включень.