



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54429 (13) U
(51) МПК (2009)
C21C 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДРІТ ДЛЯ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУРГІЙНИХ РОЗПЛАВІВ

1

2

(21) u201004950

(22) 26.04.2010

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) ДЮДКІН ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ, КИСИ-
ЛЕНКО ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ(73) ДЮДКІН ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ, КИСИ-
ЛЕНКО ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ

(57) 1. Дріт для позапичної обробки металургійних розплавів, який складається із сталеві оболонки та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій та додатковий компонент, який **відрізняється** тим, що як додатковий компонент використано флюсовий матеріал із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0$ мас. %, $\text{SiO}_2 \leq 15,0$ мас. % і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,2$, причому відношення між флюсовим матеріалом та кальцієм знаходиться в межах $(0,2-3,2):1$,

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

порошковий заповнювач 25-60

сталева оболонка 40-75.

2. Дріт за п. 1, який **відрізняється** тим, що як флюсовий матеріал із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0$ мас. %, $\text{SiO}_2 \leq 15,0$ мас. % і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,2$ використовують або плавлену рафінувальну шлакову суміш, яка додатково містить С, CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O окремо або разом в будь-якому сполученні та співвідношенні, або обпечений доломіт, або доломітизоване вапно.

3. Дріт за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що товщина сталеві оболонки дроту становить 0,50-0,75 мм.

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

Відомий порошковий дріт в металевій оболонці для позапичної обробки сталі з заповненням порошковим кальцієм та додатковим компонентом - кремнієм у різному співвідношенні. ("Металл и литье Украины", 2000, №1-2, с.17-20). Використання такого дроту дозволяє підвищити температуру утворення пари кальцію. 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 CaSi_2 , до того ж при вмісту кальцію 25-30 мас. % температура розплавлення такої сполуки відносно низька (близько 1000°C), що призводить до підвищеного вигару, низького ступеню засвоєння кальцію та підвищеним витратам дроту. Крім того силікокальцій СК30 є доволі дорогим матеріалом (вартість чистого Са в СК30 в даний період в 2,5 рази вища вартості металевих 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 не-

стабільних результатів та підвищених витрат при використанні дроту з силікокальцієм.

Найбільш близьким по технічній суті та досягаемому ефекту до заявляемого є дріт для присадки кальцію у металургійні розплави в сталевій оболонці з заповненням порошковим кальцієм та додатковим компонентом - залізним порошком при відношенні до кальцію $(1,2-3,0):1$ (Дріт для присадки кальцію у металургійні розплави. Патент України на корисну модель №29322). Незважаючи на те, що при використанні цього дроту досягається певна глибинна пасивація кальцію, все ж він має ряд суттєвих недоліків. Залізний порошок в складі заповнювача дроту використовується в якості пасиватора і є своєрідним баластом, що не дозволяє кальцію в складі дроту стабільно досягати необхідної глибини рідкого металу для найбільш ефективного його використання. При використанні цього дроту не забезпечується достатній ступінь десульфурзації та видалення неметалевих включень, що утворюються при обробці сталі кальцієм. Все це разом призводить до підвищеного вигару кальцію, низької ефективності його використання та підвищеним витратам дроту.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення дроту для позапичної обробки ме-

(19) UA (11) 54429 (13) U

талургійних розплавів шляхом зміни складу заповнювача дроту, використанням в ньому в якості додаткового компоненту плавленої рафінувальної шлакової суміш та встановленням оптимального співвідношення між складовими частками дроту. Рішення цієї задачі дає змогу по мірі занурювання дроту в метал швидко утворювати в середині дроту однорідну розплавлену суміш з відносно високою температурою розплавлення (понад 1200°C), знизити температуру рідкого металу в локальній зоні взаємодії, синхронізувати процеси розплавлення утвореної в заповнювачі суміші та вивільнення її в розплав, охопити реакцією взаємодії кальцію з розплавом максимальний об'єм металу в ковші, підвищити ступінь десульфурації сталі, одночасно забезпечуючи модифікацію неметалевих включень, асиміляцію їх флюсовим матеріалом та швидке спливання в шлак. Це дозволяє значно підвищити ефективність використання кальцію, зменшити вміст неметалевих включень в сталі, знизити витрати дроту та загальні витрати при позапічній обробці, покращити якість готового металу.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в дроті для позапічної обробки металургійних розплавів, який складається із сталеві оболонки та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій та додатковий компонент, в якості додаткового компоненту використано флюсовий матеріал із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 15,0 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,2$, причому відношення між флюсовим матеріалом та кальцієм знаходиться в межах $(0,2-3,2):1$, а співвідношення між складовими частками дроту встановлено наступним, мас. %:

порошковий заповнювач	25-60
сталева оболонка	40-75.

В якості флюсового матеріалу із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 15,0 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,2$ можуть використовувати або плавлену рафінувальну шлакову суміш, яка додатково містить С, CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O окремо або разом в будь-якому сполученні та співвідношенні, або обпечений доломіт, або доломітизоване вапно. Товщина сталеві оболонки дроту може становити 0,50-0,75мм.

Спільними з прототипом суттєвими ознаками є:

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

Суттєвими ознаками, що відрізняються від прототипу, є:

- в якості додаткового компоненту використано флюсовий матеріал із вмістом $\text{CaO} \geq 50,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 < 16,0 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) > 3,0$;
- відношення між флюсовим матеріалом та кальцієм знаходиться в межах $(0,2-3,2):1$;
- співвідношення між складовими частками дроту встановлено наступним, мас. %:

порошковий заповнювач	25-60
сталева оболонка	40-75.

Додатковими суттєвими ознаками є:

- в якості флюсового матеріалу із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 15,0 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) > 3,2$ використовують або плавлену ра-

фінувальну шлакову суміш, яка додатково містить С, CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O окремо або разом в будь-якому сполученні та співвідношенні, або обпечений доломіт, або доломітизоване вапно;

- товщина сталеві оболонки дроту становить 0,50-0,75мм.

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

Між суттєвими ознаками і технічним результатом - значним підвищенням ефективності використання кальцію, зменшенням вмісту неметалевих включень в сталі, зниженням витрат дроту та загальних витрат при позапічній обробці, покращенням якості готового металу - існує причинно-наслідковий зв'язок, який пояснюється наступним чином. Характерною особливістю флюсового матеріалу наведеного складу є його велика плинність та мала гігроскопічність. Велика плинність флюсового матеріалу дозволяє отримати однорідну механічну суміш порошків кальцію і флюсового матеріалу безпосередньо в процесі виробництва порошкового дроту шляхом заповнення жолобоподібного профілю металеві стрічки кальцієм і флюсовим матеріалом, які надходять з окремих бункерів. Другою особливістю флюсового матеріалу наведеного складу є відсутність в її складі компонентів, які розкладаються при високій температурі з виділенням газоподібних речовин, що значно знижує пилогазовиділення при обробці розплаву дротом, що заявляється. Ці властивості флюсового матеріалу наведеного складу дозволяють використовувати його в якості пасиватора кальцію з вирішенням поставленої технічної задачі. Крім того, флюсовий матеріал із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 15,0 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,2$ сам є десульфуратором рідкої сталі й буде видаляти сірку з розплаву, підвищуючи ефективність використання кальцію. Використання цього флюсового матеріалу в складі дроту також дозволяє при обробці кальцієм одночасно з модифікацією неметалевих включень асимілювати їх, а також сульфідів, що в свою чергу буде стабільно забезпечувати їхнє спливання в шлак. Додаткова наявність в складі флюсового матеріалу С, CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O в зазначеній кількості сприяє найбільш ефективному перебіганню процесу десульфурації, асиміляції та видаленню неметалевих включень. По мірі занурювання дроту в рідкий метал (сталь) кальцій металевий всередині дроту розплавляється (температура розплавлення кальцію становить 851°C, температура випаровування - 1492°C), потім флюсовий матеріал також розплавляється (температура розплавлення флюсового матеріалу наведеного складу становить 1200-1250°C в залежності від конкретного хімічного складу), далі утворюється однорідна розплавлена суміш, що містить кальцій в рідкому вигляді, з відносно високою температурою розплавлення (понад 1200°C). В локальній зоні взаємодії з розплавом кальцій розчиняється, піддаючи модифікації всі неметалеві включення. В той же час флюсовий матеріал, маючи високу сульфідну ємність, забезпечує десульфурацію сталі, а такі властивості флюсового матеріалу як низька в'язкість, рідкоп-

линність, поверхневий та міжфазний натяги відповідні включенням, забезпечують асиміляцію модифікованих кальцієм неметалевих включень та утворених під час десульфурзації сульфідів та швидке спливання їх в шлак. Визначене співвідношення між кількістю порошкового заповнювача та масою сталевий оболонки (25-60):(40-75), мас.% забезпечує необхідну жорсткість дроту для його введення на достатню глибину - в нижні шари металу в ковші з рідким металом, щоб увесь Ca встиг розплавитися й вивільнитися в рідку сталь в розплавленому стані, а реакцією взаємодії кальцію з розплавом був охоплений максимально можливий об'єм металу. Відхилення від цього співвідношення призводить з одного боку до того, що ще до розплавлення оболонки кальцій буде знаходитися у середині дроту у вигляді пари, що призведе до значного погіршення ефективності його використання, а з другого - до підвищених витрат дроту. Відношення між флюсовим матеріалом та кальцієм в межах (0,2-3,2):1 дозволяє синхронізувати в часі процеси утворення однорідної розплавленої суміші, що містить кальцій в рідкому вигляді, та вивільнення її в рідку сталь, не допускаючи утворення пари кальцію всередині дроту або вивільнення заповнювача в рідку сталь в твердому стані. При використанні такого дроту забезпечується значне підвищення ефективності використання кальцію, зменшення вмісту неметалевих включень в сталі, зниження витрат дроту та загальних витрат при позапічній обробці за рахунок зниження витрат дроту, покращення якості готового металу. Для оптимізації витрат дроту в якості флюсового матеріалу із вмістом $\text{CaO} \geq 45,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 15,0 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,2$ можуть використовувати або плавлену рафінувальну шлакову суміш, яка додатково містить C, CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O окремо або разом в будь-якому сполученні та співвідношенні, або обпечений доломіт, або доломітизоване вапно. Товщина сталевий оболонки дроту може становити 0,50-0,75 мм.

Таким чином, щоб значно підвищити ефективність використання кальцію, зменшити вміст неметалевих включень в сталі, знизити витрати дроту та загальні витрати при позапічній обробці, покращити якість готового металу необхідно використовувати дріт зі всіма вказаними співвідношеннями.

Готують порошковий дріт наступним чином. Сталеву стрічку профілюють в жолобоподібну оболонку. Дозованими порціями з двох бункерів

заповнюють оболонку порошками флюсового матеріалу та металевий (гранульований) 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 $\varnothing 13 \text{ мм}$ -216 г/м (металевий (гранульований) кальцієм - 86 г/м, флюсовий матеріалом (вміст $\text{CaO} = 52,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 = 12,0 \text{ мас.}\%$, основність $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) = 4,33$)-130 г/м), відношення між флюсовим матеріалом і кальцієм в заповнювачі становило 1,5:1. Співвідношення між порошковим заповнювачем і сталевий оболонкою становило, мас.% 55:45. Дріт вводили за допомогою трайбарату в стальківш на установці доводки металу після усереднювальної продувки під час виробництва сталі 1008 селек. Витрати дроту склали 150 м на 130-т ківш (0,15 кг Ca/т сталі). Вміст кальцію в готовому металі (проба на МБЛЗ) в середньому становить 0,0030% (min-0,0025%, max-0,0035%), ступінь засвоєння - 20% (min-16,7%, max-23,4%). Всі неметалеві включення глобуляризовано, вміст неметалевих включень в сталі становив 0,008%. Метал повністю розливався на МБЛЗ та мав підвищені ливарні та механічні властивості.

На цьому ж комбінаті використовується також дріт із заповненням кальцієм та залізним порошком. Заповнення дроту $\varnothing 13 \text{ мм}$ -216 г/м, (кальцію - 86 г/м, залізний порошок - сталевий дробу - 130 г/м), відношення між залізним порошком і кальцієм в заповнювачі становило 1,5:1, співвідношення між порошковим заповнювачем і сталевий оболонкою становило, мас.% 55:45. Витрати дроту для забезпечення такого ж вмісту кальцію в готовому металі склали 190 м на 130-т ківш - були на 26,7% більшими. Вміст кальцію в готовому металі (проба на МБЛЗ) при цьому в середньому також становив 0,0030% (min-0,0015%, max-0,0035%), ступінь засвоєння - 15,7% (min-7,85%, max-19,4%), вміст неметалевих включень в сталі становив 0,032% - в 4 рази більшим, ніж при випробуванні дроту, що заявляється. Засвоєння кальцію було нестабільним, що іноді призводило до неповної глобуляризації неметалевих включень, що разом з великим вмістом неметалевих включень призводило до браку при розливанні металу на МБЛЗ та погіршенню якості готового металу.