



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43047 (13) U
(51) МПК (2009)
C21C 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПОЗАДОМЕННОЇ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ЧАВУНУ

1

2

(21) u200903042

(22) 31.03.2009

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) БОЙКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, ЛАРІОНОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, КЛІМАНЧУК ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, КОСОЛАП МИКОЛА ВОЛОДИМИРОВИЧ, ДОЛЯ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ГЛАДКИЙ ПАВЛО АНАТОЛІЙОВИЧ, ЗБОРЩИК ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ, АНІЩЕНКО МИКОЛА ФЕДОРОВИЧ

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМЕНІ ІЛЛІЧА"

(57) Спосіб позадоменної десульфурзації чавуну, що включає подачу в метал порошкового дроту, який містить механічну суміш гранульованого магнію і попередньо переплавленої легкоплавкої ви-

сокоосновної шлакової суміші, відбір проби чавуну для хімічного аналізу і, якщо вміст сірки в металі є вищим за заданий, введення в розплав додаткової кількості магнію, який **відрізняється** тим, що витрату магнію при першому його введенні визначають за формулою:

$$q = \frac{-0,172523}{\frac{S_b - S_k}{S_b} - 0,910983}, \text{ а кількість додатково вве-}$$

деного магнію визначають за формулою:

$$q = \frac{-0,114023}{\ln \frac{S_e - S_k}{S_e} + 0,54608}, \text{ де } q - \text{витрата магнію, кг/т}$$

чавуну; S_e і S_k - вихідний і кінцевий вміст сірки в чавуні на кожному з етапів його десульфурзації, %.

Корисна модель відноситься до позадоменної обробки чавуну і може бути використана у чорній металургії для глибокої десульфурзації чавуну магнієм у чавуновозних ковшах, який вводять в метал у складі порошкового дроту.

Відомий спосіб позадоменної десульфурзації чавуну, який передбачає подачу магнію в метал у складі порошкового дроту, що складається з металевішої оболонки товщиною менш 1мм, яка заповнена металевим магнієм або його сплавами (Патент США №4205981, кл. C21C7/02 (75/58), 1980 р.).

Відомий спосіб не забезпечує високої ефективності використання магнію для десульфурзації чавуну. При температурах позапічної обробки чавуну, введений в метал магній випаровує та видаляється з розплаву у вигляді бульбашок пари, біля поверхні яких протікають хімічні реакції між магнієм і домішками чавуну. Для ефективного використання магнію потрібно, щоб руйнування металевішої оболонки дроту та надходження пари магнію в метал відбувалися у донній частині ковша. З цією метою дріт треба вводити в розплав з високою швидкістю. Збільшення швидкості подачі в метал заповненого металевим магнієм порошкового дроту супроводжується утворенням в розплаві великої кількості пари десульфуратора. Для уникнення

викидів з ковшу обробляемого металу, треба значно зменшувати наповнення чавуновозних ковшів. Наслідком високого газовмісту розплаву є формування несприятливої структури газометалевих потоків. За рахунок цього не досягається висока ступінь використання магнію для десульфурзації чавуну.

Для усунення цих недоліків потрібно зменшити вміст магнію у порошковому дроті. З цією метою користуються порошковим дротом, заповнювач якого міститься механічну суміш металевого магнію і пасивуючої добавки.

Відомий спосіб позадоменної десульфурзації чавуну, який передбачає подачу магнію в метал у складі порошкового дроту, заповнювач якого складається з механічної суміші гранульованого магнію і порошку ставролітового концентрату, що містить (44,5-47,5)% Al_2O_3 , (26-29)% SiO_2 , (10-15)% Fe_2O_3 , (1-9)% TiO_2 , (0,3-1)% CaO , при наступному співвідношенні компонентів: магній - 22-40%, ставролітовий концентрат - 60-78% [1]. При глибокій десульфурзації чавуну такий спосіб обробки не забезпечує високої ефективності десульфурзації.

У перебігу випуску металу з доменної печі у чавуновозних ковшах утворюється шлак, основність якого (CaO/SiO_2) змінюється у межах 0,15-0,9. Під час десульфурзації чавуну до ковшового

UA (11) 43047 (13) U

шлаку у складі ставролітового концентрату, що вводять в метал разом з магнієм, надходить велика кількість оксидів алюмінію, кремнію та заліза. Внаслідок збагачення шлаку кислотними оксидами додатково знижується мольна частка оксиду кальцію у його складі, а внаслідок окиснення оксидами заліза шлаку зменшується вміст розчиненого в чавуні магнію. Наслідком цих процесів є зменшення розчинності сірки у шлаку і збільшення коефіцієнта розподілу сірки між металом і шлаком, який втрачає здатність до розчинення усієї кількості сірки, що надходить з металу. Тому глибока десульфуратія чавуну таким способом можлива лише за умов високої питомої витрати магнію. Крім того, значно зростає імовірність ресульфуратії металу під час транспортування ковшів з відділення десульфуратії чавуну до міксерного відділення сталеплавильного цеху.

Найбільш близьким по технічній сутності до способу, що заявляється, є спосіб позадоменної десульфуратії чавуну, який включає подачу магнію в метал у складі порошкового дроту, що містить механічну суміш гранульованого магнію і попередньо переплавленої легкоплавкої високоосновної шлакової суміші [2], і визначення питомої витрати магнію для десульфуратії металу за формулою:

$$q_{Mg} = \exp\left(\frac{S_e - S_k}{0,130282S_e} - 5,418147\right), \quad (1)$$

де q_{Mg} - витрата гранульованого магнію, кг/т чавуну;

S_e і S_k - вихідний та кінцевий вміст сірки у чавуні, % мас.

У порівнянні з десульфуратією чавуну порошковим дротом з сумішшю гранульованого магнію і ставролітового концентрату такий спосіб десульфуратії дозволяє скоротити питому витрату магнію на обробку і значно зменшити частку ковшів, у яких спостерігається ресульфуратія металу у перелігу його транспортування з відділення десульфуратії чавуну до міксерного відділення сталеплавильного цеху.

Головним недоліком є те, що при глибокій десульфуратії чавуну визначення питомої витрати магнію за формулою (1) приводить до суттєвого підвищення середньої витрати десульфуратора і зростання вартості обробки.

Причина цього полягає у тому, що не розроблено методик швидкого визначення хімічного складу ковшового шлаку, які дозволяли б врахувати вплив хімічного складу шлаку на результати обробки при визначенні питомої витрати магнію на десульфуратію чавуну. Тому результати десульфуратії чавуну магнієм на звичай є недостатньо стабільними.

При визначенні питомої витрати магнію для десульфуратії металу за допомогою статистичної залежності (1) приблизно у 50% ковшів буде введена значна кількість надлишкового магнію, а вміст сірки в чавуні після введення розрахованої кількості десульфуратора буде нижчий за кінцеву її концентрацію, що була задана при проведенні розрахунків. У решту ковшів для зменшення вмісту сірки у чавуні до заданого рівня потрібно буде

ввести додаткову кількість магнію, для визначення якої також користуються формулою (1). Внаслідок цього середня для усіх ковшів величина питомої витрати десульфуратора суттєво зростає.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу позадоменної десульфуратії чавуну, яке за рахунок раціонального співвідношення між витратами магнію для десульфуратії металу при першому його введенні та у випадку, коли після введення першої порції десульфуратора потрібна концентрація сірки в чавуні не отримана, дозволяє зменшити середню величину питомої витрати магнію при глибокій десульфуратії чавуну і вартість обробки.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі позадоменної десульфуратії чавуну, що включає подачу в метал у складі порошкового дроту, який містить механічну суміш гранульованого магнію і попередньо переплавленої легкоплавкої високоосновної шлакової суміші. При цьому витрату магнію при першому його введенні визначають за формулою:

$$q = \frac{-0,172523}{\frac{S_e - S_k}{S_e} - 0,910983}, \quad (2)$$

Після введення першої порції десульфуратора відбирають пробу чавуну для хімічного аналізу, і, якщо вміст сірки в металі є вищим за заданий, в розплав вводять додаткову кількість магнію, яку визначають за формулою

$$q = \frac{-0,114023}{\ln \frac{S_e - S_k}{S_e} + 0,54608}, \quad (3)$$

де q - витрата магнію, кг/т чавуну;

S_e і S_k - вихідний і кінцевий вміст сірки в чавуні на кожному з етапів його десульфуратії, %.

Спільними з прототипом суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, є такі:

для десульфуратії чавуну магній вводять в метал у складі порошкового дроту;

заповнювачем порошкового дроту є механічна суміш гранульованого магнію і попередньо переплавленої легкоплавкої високоосновної шлакової суміші;

питому витрату магнію для десульфуратії чавуну визначають за експериментально встановленими залежностями;

після першої подачі магнію відбирають пробу чавуну для хімічного аналізу і, якщо вміст сірки у металі є вищим за заданий, вводять в розплав додаткову кількість магнію.

Відмінними від прототипу суттєвими ознаками корисної моделі є наступні:

витрату магнію при першому його введенні і додаткову кількість магнію визначають за окремими залежностями;

витрату магнію при першому введенні його в метал визначають за формулою (2);

додаткову кількість магнію визначають за формулою (3).

Використання різних співвідношень між вихідним і кінцевим вмістом сірки в металі та питомою витратою магнію для десульфуратії чавуну на

кожному з етапів його обробки дозволяє врахувати те, що у перебігу глибокої десульфурзації чавуну механізм взаємодії пари магнію з розплавом суттєво змінюється.

На початку обробки чавун містить значні концентрації кисню і сірки, яким у розплавах заліза притаманна висока поверхнева активність. Ці домішки займають переважну більшість незалежних адсорбційних місць на поверхні поділу пари магнію з металом, унеможливаючи таким чином розчинення значної кількості магнію у обробляемому чавуні. Тому на початку обробки видалення переважної кількості сірки з металу відбувається внаслідок гетерогенних реакцій між парою магнію і домішками чавуну біля поверхні поділу фаз.

У перебігу десульфурзації концентрації кисню і сірки в металі зменшуються і зростає частка незалежних адсорбційних місць, що займають на поверхні поділу фаз атоми магнію. Внаслідок цього збільшується швидкість розчинення пари магнію в чавуні. Тому наприкінці обробки при концентрації сірки в металі менш ніж 0,008-0,010% реакція десульфурзації протікає за умов розчинення у обробляемому чавуні значної кількості введенного в метал магнію.

Хоча якісно характер впливу поверхнево-активних домішок чавуну на механізм реакцій десульфурзації металу магнієм відомий, за конкретних умов раціональні витрати десульфуратора на кожному з етапів обробки на теперішній час можуть бути визначені лише експериментально. Результати тривалих дослідно-промислових досліджень доводять, що при введенні магнію в метал у складі порошкового дроту, що містить механічну суміш гранульованого магнію у кількості 0,027-0,044кг/м і попередньо переплавленої легкоплавкої високоосновної шлакової суміші, при десульфурзації 90-110т чавуну у 140-т чавуновозних ковшах до залишкового вмісту сірки 0,005-0,008% та менше саме використання співвідношень (2) і (3) для визначення витрати магнію при першому і додатковому його введеннях дозволяє суттєво зменшити середню величину питомої витрати десульфуратора і вартість десульфурзації металу.

Приклад: Можливість зменшення середньої питомої витрати магнію для десульфурзації чавуну та вартості обробки досліджували на прикладі двох серій експериментів, у перебігу яких було оброблено відповідно 87 і 91 ківш переробного чавуну. Вихідний вміст сірки в металі змінювався від 0,014 до 0,025%, складаючи у середньому 0,020%. Вміст сірки у чавуні після десульфурзації мав складати не більш ніж 0,005%.

У перебігу дослідження десульфурацию чавуну проводили з використанням порошкового дроту діаметром 10мм, один метр якого містив суміш з 0,032кг гранульованого магнію і 0,051кг шлакової суміші ІРС-2, а також 0,127кг сталеві оболонки.

Десульфурацию чавуну виконували у 140-т чавуновозних ковшах. У перебігу дослідження маса чавуну у ковшах дорівнювала (98,5-112) т, температура чавуну змінювалась у межах (1360-1410)°С. Швидкість подачі порошкового дроту в

метал у перебігу дослідження залежно від наповнення ковшів змінювалась у межах (1,6-2,5) м/с.

При проведенні першої серії експериментів витрату магнію при першому його введенні визначали за допомогою формули (1). За середньої величини вихідного вмісту сірки 0,020% і кінцевого 0,005% вона дорівнювала 1,403кг/т.

Після введення в метал такої кількості магнію у 34 з 87 ковшів вміст сірки у чавуні знаходився у межах 0,006-0,008% (середня величина 0,007%). За середньої величини вихідного вмісту сірки 0,007% і кінцевого 0,005% розрахована за формулою (1) витрата магнію при додатковому його введенні дорівнювала 0,04кг/т. Таким чином середня величина питомої витрати магнію при проведенні першої серії експериментів дорівнювала

$$1,403 + 0,04 \cdot \frac{34}{87} = 1,419 \text{ кг / т чавуну.}$$

При проведенні другої серії експериментів витрату магнію при першому його введенні визначали за допомогою формули (2). З аналогічних умов вона складала 1,072кг/т.

Після введення в метал такої кількості магнію у 49 з 91 ковша вміст сірки у чавуні знаходився у межах 0,006-0,010% (середня величина 0,009%). За середньої величини вихідного вмісту сірки 0,009% і кінцевого 0,005% розрахована за формулою (3) витрата магнію при додатковому його введенні дорівнювала 0,431кг/т. Середня величина питомої витрати магнію при проведенні другої серії експериментів дорівнювала

$$1,072 + 0,431 \cdot \frac{49}{91} = 1,304 \text{ кг / т чавуну.}$$

Таким чином при десульфурзації чавуну до вмісту сірки 0,005% середня величина питомої витрати магнію при використанні запропонованого способу десульфурзації чавуну зменшилася на

$$1,419 - 1,304 = 0,115 \text{ кг/т чавуну.}$$

Масова частка гранульованого магнію у складі порошкового дроту дорівнювала

$$\frac{0,032}{0,032 + 0,051 + 0,127} = 0,152$$

За таких умов середня витрата порошкового дроту на десульфурацию чавуну зменшувалася на

$$\frac{0,115}{0,152} = 0,757 \text{ кг/т чавуну.}$$

При вартості порошкового дроту, заповнювачем якого є механічна суміш гранульованого магнію і шлакової суміші ІРС-2 наведеного вище складу, 8135грн./т середня вартість десульфурзації чавуну зменшується на

$$0,757 \cdot \frac{8135}{1000} = 6,16 \text{ грн / т}$$

Джерела інформації:

1. Патент України №32843, С21С 7/06, 2001
2. Порошковая проволока для глубокой десульфурации чугуна / Зборщик А.М., Климанчук В.В., Анищенко Н.Ф. и др. / Металл и литье Украины. - 2008. - №3-4, - С. 3-5.

