

Корисна модель відноситься до чорної металургії, а саме до позапічної обробки металургійних розплавів порошкоподібними реагентами.

Відомий порошковий дріт для обробки рідкого чавуну в ковші, який складається з металевої оболонки товщиною менше 1мм, заповненої металевим магнієм [Патент США №4205981, опубліковано 3.06.1980]. Цей дріт не може бути ефективно використаний для обробки чавуну в умовах металургійних підприємств з наступних причин. Магній має температуру випаровування 1107°C, а тиск пари магнію при температурах позапічної обробки рідкого чавуну (1250...1450°C) становить 2,8... 10,6атм. Тому, знаходячись в складі дроту в чистому вигляді, магній швидко та бурхливо випаровується, залишаючи розплав у вигляді дуже великих бульбашок пари або навіть безперервного струменя. Все це супроводжується піроефектом та надмірним пилогазовиділенням над ковшем і призводить до дуже низького ступеня використання магнію на десульфурацію та підвищенням витратам дроту.

Найбільш близьким по технічній суті та досягаємому ефекту до заявляемого є дріт для обробки рідкого чавуну магнієм, який складається з металевої оболонки і порошкового заповнювача, що містить механічну суміш 20...40% порошку магнію та 80...60% випаленого доломіту [Авторське свідоцтво СРСР №1655996, опубліковано 15.06.1991р., Бюл. №22]. При його використанні відбувається глибинна пасивація магнію інертною добавкою - випаленим доломітом, що дає можливість стримувати швидкість випаровування магнію та зменшити кількість пари магнію, яка надходить у розплав. Але цей дріт також не забезпечує ефективного використання поданого у метал магнію. Як відомо, випал доломіту - процес енергоємний. При цьому з підвищенням ступені випалу витрати енергоносіїв прогресивно виростають. В той же час для пасивації магнію в порошковому дроті необхідно використовувати доломіт з високим ступенем випалу. Так, за наявності у випаленому доломіті тільки 0,5% карбонатів кальцію і магнію суттєво погіршуються умови обробки розплаву в ковші порошковим дротом, різко збільшується пилогазоутворення. Другим суттєвим недоліком магнійдоломітового дроту є те, що доломітовий порошок має невелику текучість, тому він погано змішується з порошками магнію в процесі виробництва дроту. Неоднорідність суміші порошоків доломіту і магнію як в перерізі, так і по довжині дроту призводить до піроефекту і недостатньої ефективності обробки розплаву магнієм. При вказаному складі заповнювача дроту магній надходить у метал, що обробляється, у вигляді безперервного струменя пари, дроблення якого на окремі бульбашки відбувається у об'ємі металу. У цих умовах розмір бульбашок пари магнію, що виникають у металі, визначається тільки величиною міжфазного натягу на межі поділу пари магнію з чавуном. Великий розмір виникаючих при цьому бульбашок приводить до того, що під час руху до поверхні розплаву основна частина магнію не може бути витрачена при протіканні реакції десульфурації. Не прореагувавши пара магнію згорає у атмосфері над ковшем, що супроводжується утворенням великої кількості пилогазових викидів. Крім того, випалений доломіт не десульфурує й не забезпечує утворення на поверхні металу шлаку, що асимілює спливаючі сульфіді. Все це значно погіршує ступінь використання магнію і також призводить до підвищених витрат дроту.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлена задача удосконалити дріт для обробки рідкого чавуну в ковші шляхом зміни складу заповнювача порошкового дроту, щоб забезпечити більш однорідну суміш порошку магнію з пасиватором, використанням в якості пасиватора десульфуранта рідкого металу та встановленням визначених оптимальних співвідношень між складовими частками як заповнювача, так і всього дроту в цілому. Рішення цієї задачі дає змогу по мірі надходження дроту в рідкий розплав значно збільшити час розплавлення оболонки дроту, знизити швидкість та інтенсивність випаровування магнію, зменшити розмір бульбашок пари магнію, сформувати на поверхні металу шлак, що асимілює спливаючі сульфіді. Це дозволить підвищити ступінь використання магнію, забезпечити стабільно високий рівень десульфурації, знизити витрати дроту та значно покращити екологію при позапічній обробці чавуну.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в дроті для обробки рідкого чавуну в ковші, який складається з металевої оболонки та порошкового заповнювача, що містить механічну суміш порошоків магнію і пасиватора, в якості пасиватора використовують плавлену шлакову суміш із вмістом $\text{CaO} \geq 50,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 16 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,5$, причому співвідношення між магнієм та павленою шлаковою сумішшю становить величину $(0,15...1,15):1$, а відношення між вмістом магнію в заповнювачі і вмістом самого заповнювача в дроті знаходиться в межах $(0,31...1,85):1$. Плавлена шлакова суміш із вмістом $\text{CaO} \geq 50,0\%$, $\text{SiO}_2 \leq 16 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,5$ може додатково містити CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O окремо або разом в будь-якому сполученні та співвідношенні, FeO , MnO , S , причому вміст $(\text{FeO}+\text{MnO})$ не повинен перевищувати 3,0 мас.%, а вміст S становить $\leq 0,5 \text{ мас.}\%$.

Загальними з прототипом суттєвими ознаками є:

- металева оболонка;
- порошковий заповнювач, що містить механічну суміш порошоків магнію і пасиватора.

Суттєвими ознаками, що відрізняються від прототипу, є:

- в якості пасиватора використовують плавлену шлакову суміш із вмістом $\text{CaO} \geq 50,0 \text{ мас.}\%$, $\text{SiO}_2 \leq 16 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,5$;
- співвідношення між магнієм та плавленою шлаковою сумішшю становить величину $(0,15...1,15):1$;
- відношення між вмістом магнію в заповнювачі і вмістом самого заповнювача в дроті знаходиться в межах $(0,31... 1,85):1$.

Додатковою суттєвою ознакою є:

- плавлена шлакова суміш із вмістом $\text{CaO} \geq 50,0\%$, $\text{SiO}_2 \leq 16 \text{ мас.}\%$ і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,5$ додатково містить CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O окремо або разом в будь-якому сполученні та співвідношенні, FeO , MnO , S , причому вміст $(\text{FeO}+\text{MnO})$ не перевищує 3,0 мас.%, а вміст S становить $\leq 0,5 \text{ мас.}\%$.

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 магнію, забезпеченням стабільно високого рівня десульфурації, зниженням витрат дроту та значним покращенням екології при позапічній обробці чавуну - існує причинно-наслідковий зв'язок, який пояснюється наступним чином. Характерною особливістю молотої павленої шлакової суміші наведеного складу є її велика текучість та мала гіроскопічність. Так, порівняно з доломітом з таким же гранулометричним складом, текучість молотої павленої шлакової суміші

наведеного складу більше в 1,5-2,0 рази. Велика текучість цієї плавленої шлакової суміші дозволяє отримати однорідну механічну суміш порошоків магнію і плавленої шлакової суміші безпосередньо в процесі виробництва порошкового дроту шляхом заповнення жолобоподібного профілю металевої стрічки магнієм і сумішшю, які надходять з окремих бункерів. Другою особливістю плавленої шлакової суміші наведеного складу є відсутність в її складі компонентів, які розкладаються при високій температурі з виділенням газоподібних речовин, що значно знижує пилогазовиділення при обробці розплаву заявляємим дротом. Ці властивості плавленої шлакової суміші наведеного складу дозволяють використовувати її в якості пасиватора магнію з вирішенням поставленої технічної задачі. Крім того, плавлена шлакова суміш із вмістом $\text{CaO} \geq 50,0$ мас.%, $\text{SiO}_2 \leq 16$ мас.% і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 3,5$ сама є десульфуратором рідкого чавуну й буде видаляти сірку з розплаву, підвищуючи ефективність використання магнію. Використання цієї суміші в складі дроту також дозволяє при обробці сформувати на поверхні металу шлак, що асимілює спливаючі сульфідні пари, що в свою чергу буде стабільно забезпечувати високий рівень десульфурації. Наявність в складі суміші CaF_2 , Al_2O_3 , MgO , P_2O_5 , Na_2O , K_2O , FeO , MnO , S в зазначеній кількості сприяє найбільш ефективному перебіганню процесу десульфурації. При введенні порошкового дроту із заповненням механічною сумішшю магнію та плавленої шлакової суміші наведеного складу в розплав рідкого чавуну час розплавлення оболонки дроту значно збільшується, що дає йому змогу занурюватись на більшу глибину й реакцію взаємодії магнію з розплавом буде охоплений максимальний об'єм металу в ковші. При використанні дроту наведеного складу синхронізуються в часі процеси вивільнення магнію в розплав і розплавлення заповнювача, не допускаючи утворення пари магнію всередині дроту або вивільнення заповнювача в рідкий чавун в твердому стані. Використання дроту з таким складом заповнювача дозволяє по мірі його надходження в рідкий чавун значно знизити швидкість та інтенсивність випаровування магнію, зменшити розмір бульбашок пари магнію. В локальній зоні взаємодії з розплавом магній частково розчиняється, а частково утворюються маленькі бульбашки пари магнію, які піднімаючись вгору взаємодіють з сіркою і виносять сульфід магнію в утворюваний плавленою сумішшю шлак. CaO , що міститься в складі суміші, в локальній зоні також взаємодіє з сіркою з утворенням сульфідів кальцію, що спливає на поверхню розплаву й асимілюється утвореним шлаком. Розчинений в чавуні магній також реагує з сіркою, а продукти реакції бульбашки пари магнію виносять в шлак й асимілюються ним. Співвідношення між вмістом магнію в порошковому заповнювачі та вмістом заповнювача в дроті у вказаних межах обумовлено тим, що як воно буде менш, ніж 0,31:1, заповнювач вивільнятиметься в розплав у твердому стані і будуть додаткові витрати на підігрів та розплавлення матеріалу, підвищений вигар магнію. Якщо ж вказане співвідношення буде більш, ніж 1,85:1, це призведе до утворення пари магнію всередині дроту та розриванні оболонки на недостатній глибині, піроефекту, викидам і, як слід, зниженню ефективності використання магнію, підвищеним витратам дроту та надмірному пилогазовиділенню. Співвідношення між магнієм та плавленою шлаковою сумішшю у вказаних межах обумовлено тим, що як воно буде менш, ніж 0,15:1, то не буде забезпечуватися глибинна пасивація магнію й процес обробки перебігатиме з барботажем, піроефектом, викидами, що призведе до зниження ефективності використання магнію та надмірному пилогазовиділенню. Якщо ж вказане співвідношення буде більш, ніж 1,15:1, то будуть підвищені витрати дроту й низька економічна ефективність використання магнію.

Проведений аналіз показав, що корисна модель, що заявляється, має новизну та винахідницький рівень й саме зазначена сукупність суттєвих ознак забезпечує технічний результат - підвищення ступеня використання магнію, забезпечення стабільно високого рівня десульфурації, зниження витрат дроту та значне покращення екології при позапічній обробці чавуну.

Готують порошковий дріт наступним чином. Металеву стрічку профілюють в жолобоподібну оболонку. Дозованими порціями з окремих бункерів оболонку заповнюють спочатку магнієм, а потім пасиватором - плавленою шлаковою сумішшю із вмістом $\text{CaO}=60,0$ мас.%, $\text{SiO}_2=15$ мас.% і основністю $(\text{CaO}/\text{SiO}_2) \geq 4,0$, яка завдяки великій текучості рівномірно заповнює пори між частинками магнію. Потім за допомогою роликів клітей обтискують оболонку і формують замок. Готовий дріт намотується на котушку.

На одному з металургійних підприємств проведено випробування заявляемого способу. На установку десульфурації чавуну (УДЧ) подається рідкий чавун в чавуновозних ковшах (місткість чавуну 100т), які встановлюються на постановочні місця під обробку. Порошковий дріт з заповненням сумішшю магнію та плавленою шлаковою сумішшю наведеного складу (магнію - 35г/м, суміші - 70г/м, вміст магнію в заповнювачі - 33%, вміст заповнювача в дроті - 41%, відношення між магнієм та плавленою шлаковою сумішшю - 0,5:1, відношення між вмістом магнію в заповнювачі і вмістом самого заповнювача 0,80:1) в вводиться за допомогою трайбапарату в рідкий чавун зі швидкістю 2,0м/с. Проведено 10 обробок. Початковий вміст сірки в чавуні (S_n) в середньому становив 0,030%, кінцевий (S_k) - 0,005%, витрати магнію (q_{Mg}) склали 0,25кг/т. Ступінь використання

магнію на десульфурацію
$$\left(K_{Mg-S} = \frac{0,76(S_n - S_k) \cdot 1000}{q_{Mg}} \right)$$
 складає 76%. Ступінь десульфурації на всіх обробках

стабільно знаходився в межах 79...83%. Процес обробки чавуну перебігав спокійно, без викидів та барботажу. При використанні в таких же умовах дроту, виготовленого по способу прототипу (магнію - 35г/м, випаленого доломіту - 70г/м,) кінцевий вміст сірки склав 0,015%, а ступінь використання магнію на десульфурацію - 45,6%, причому процес обробки супроводжувався піроефектом та надмірним пилогазовиділенням. Ступінь десульфурації був низьким і нестабільним знаходився в межах 35...58%. Для отримання рівнозначного кінцевого вмісту сірки витрати магнію складуть 0,42кг/т, або будуть на 68% вищими.