



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41728 (13) U
(51) МПК (2009)
F27B 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИПЛАВКИ СТАЛІ В ПЛАВИЛЬНОМУ АГРЕГАТІ

1

(21) u200813157

(22) 13.11.2008

(24) 10.06.2009

(46) 10.06.2009, Бюл.№ 11, 2009 р.

(72) ФРОЛОВ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, КУРПАС ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ФРОЛОВ АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, САЙ ВОЛОДИМИР АНДРІЙОВИЧ, ФРОЛОВ АРТУР ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ

(57) Спосіб виплавки сталі в плавильному агрегаті, який включає подачу в плавильний агрегат зверху окисних та відновних сполук до підігрітих газових потоків, які переміщуються як уздовж робочого простору плавильної ванни від каналів, в яких в теплообмінному пристрої газу передають тепло потокам кисню, які рухаються в протилежному напрямку до плавильного агрегату і повертають тепло в робочий простір плавильної ванни, так і попе-

2

рек неї, надходячи до робочого простору з пальників високого тиску з двох боків назустріч один одному з передньої та задньої стінок плавильного агрегату, причому число Біо для кускових сумішей окисних та відновних сполук значно менше 0,25, число Рейнольдса газових потоків, які переміщують частинки окисних та відновних сполук між стінками, значно більше 2300, число Нуссельта при теплообміні між газами та частинками окисних та відновних сполук більше 100, до того ж швидкість подачі суміші окисних та відновних сполук до газового потоку зв'язана з коефіцієнтом передачі тепла від газового потоку до частинок окисних та відновних сполук, який **відрізняється** тим, що до частинок окисних та відновних сполук передають тепло відновні газу, які підігріваються в теплообмінному пристрої, надходячи до робочого простору через тракти назустріч один одному з передньої та задньої стінок плавильного агрегату.

Корисна модель відноситься до металургійної галузі і може бути використана для виплавки сталі в плавильних агрегатах.

Відомий спосіб виплавки сталі в плавильному агрегаті, який включає роздільну подачу в плавильний агрегат окисно-відновних матеріалів, які знаходяться в різних агрегатних станах, причому окисні матеріали знаходяться в газовому стані, а відновні в рідкому, до того ж число Рейнольдса для окисних матеріалів може бути як значно меншим 2300, так і більшим 2300, але для всіх умов виплавки сталі число Рейнольдса для рідини є значно менше 2300, а число Нуссельта при теплообміні між рідиною та газом є більше 100 [1].

Недоліком цього способу виплавки металу є висока собівартість відновно-окисних процесів виробництва металу, яка зв'язана з необхідністю попередньо виробляти рідкий метал, який має відновні хімічні елементи в більшій кількості, ніж необхідно для виробництва сталі.

Найбільш близьким по технічній суті і результатам, що досягаються, є спосіб виплавки сталі в плавильному агрегаті, який включає роздільну подачу в плавильний агрегат зверху окисних та

відновних матеріалів до підігрітих газових потоків, які переміщуються як уздовж робочого простору плавильної ванни від каналів, в яких в теплообмінному пристрої газу передають тепло потоку кисню, що рухається в протилежному напрямку до плавильного агрегату і повертає тепло в робочий простір плавильної ванни, так і поперек її, надходячи до робочого простору з пальників високого тиску з двох боків назустріч один одному з передньої та задньої стінок плавильного агрегату, причому число Біо кускових сумішей окисних та відновних сполук значно менше 0,25, число Рейнольдса газових потоків, які переміщують частинки окисних та відновних сполук між стінками, більше 2300, число Нуссельта при теплообміні між газами та частинками окисних та відновних сполук більше 100, до того ж швидкість подачі окисних та відновних сполук до газового потоку пов'язана з коефіцієнтом передачі тепла від газового потоку до частинок окисних та відновних сполук, так, суміші окисних та відновних сполук подаються при коефіцієнті передачі тепла від газового потоку до частинок окисних та відновних сполук більшому $6,3 \cdot 10^4$ Вт/(м³·К), причому при підвищенні коефіцієнта пе-

(19) UA (11) 41728 (13) U

редачі тепла на 10^4 Вт/(м³·К) швидкість подачі суміші окисних та відновних сполук до газового потоку збільшується більше, ніж на 15 т/год [2].

Недоліком цього способу виплавки металу є низька екологічність відновно-окисних процесів виробництва металу, яка пов'язана з викидом в атмосферу значних об'ємів димових газів.

Метою корисної моделі є зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Поставлена мета досягається тим, що спосіб виплавки сталі в плавильному агрегаті, який включає подачу в плавильний агрегат зверху окисних та відновних сполук до підігрітих газових потоків, які переміщуються як уздовж робочого простору плавильної ванни до каналів, в яких в теплообмінному пристрої газів передають тепло кисню, який рухається в протилежному напрямку до плавильного агрегату і повертає тепло в робочий простір плавильної ванни, так і поперек неї, надходячи до робочого простору з пальників високого тиску з двох боків назустріч один одному з передньої та задньої стінок плавильного агрегату, причому число Біо для кускових сумішей окисних та відновних сполук значно менше 0,25, число Рейнольдса газових потоків, які переміщують частинки окисних та відновних сполук між стінками, значно більше 2300, число Нуссельта при теплообміні між газами та частинками окисних та відновних сполук більше 100, до того ж швидкість подачі окисних та відновних сполук до газового потоку зв'язана з коефіцієнтом передачі тепла від газового потоку до частинок окисних та відновних сполук, згідно з корисною моделлю, до частинок окисних та відновних сполук передають тепло відновні газів, які підігріваються в теплообмінному пристрої, надходячи до робочого простору через тракти назустріч один одному з передньої та задньої стінок плавильного агрегату.

Відновлення окисних сполук в сучасному плавильному агрегаті здійснюють сполуки як вуглецю, так і водню. В тому випадку, коли для відновлення окисних сполук використовують вуглець, в димових газах з'являються оксиди вуглецю, які потрапляють в атмосферу і змінюють при цьому ступінь її чорноти, що впливає на екологічні процеси як в атмосфері планети, так і на її поверхні. Тому сучасна металургія в значній мірі повинна в процесах потепління на планеті.

В тому випадку, коли для відновлення окисних сполук використовують водень, в димових газах з'являються оксиди водню, які в атмосфері конденсуються і випадають на поверхню планети в вигляді опадів, змінюючи при цьому на краще умови життя людини. При цьому ступінь чорноти атмосфери зменшується за рахунок того, що з опадами на поверхню планети випадають частинки твердих та газових сполук.

Спосіб виплавки сталі в плавильному агрегаті полягає в наступному і пояснюється на Фіг. 1, де показана принципова його схема.

Для запропонованого способу виплавки сталі в плавильному агрегаті, який, наприклад, складається із двох плавильних ванн 1 і 2, до кожної з боків 3 і 4 примикають тракти відводу димових газів, а з передньої та задньої стінок - тракти подачі відновних 12 та горючих газів високого тиску 5,

зверху (склепіння 6) примикають тракти подачі гранул суміші окисних і відновних сполук 7 та рідкого чавуну 8, з торців газівідвідні тракти 9-11 з'єднані внизу з вертикалами, шлаковиками і теплообмінними пристроями, в яких відновні газів нагріваються.

Спосіб здійснюють таким чином. Процес виплавки сталі в плавильному агрегаті розпочинають із завантаження металобрухту на подину плавильної ванни 1 або 2. Для цього викатне склепіння над плавильною ванною 1 або 2 відводять в сторону. Після завантаження металобрухту на подину плавильної ванни і герметичного її закриття з передньої та задньої стінок 3 і 4 печі через тракти подачі горючих газів 5 до робочого простору плавильної ванни під тиском подають паливо з киснем, а через тракти 12 - відновні газів, де вони згорають, створюючи при цьому горючі газів, які мають високу температуру та велику швидкість руху. Після нагріву металобрухту до температури більшої, ніж температура термодинамічної рівноваги реакції відновлення оксиду заліза вуглецем з бункерів над склепінням 6 до робочого простору плавильної ванни через тракти 7 подають гранули суміші окисних сполук заліза та відновних сполук вуглецю, наприклад, залізної руди та вугілля. При цьому витрати кисню на горіння відновних газів зменшують до нуля.

Процес виплавки сталі в плавильному агрегаті закінчують подачею чавуну в плавильну ванну через спеціальний тракт 8 в її склепінні та додатково подачею сумішей окисних та відновних сполук в рідкий метал. При цьому витрати кисню на горіння відновних газів значно збільшують, створюючи умови для окислення домішок чавуну. Слід зазначити, що витрати чавуну на процес значно менші, ніж в конверторному способі, а температура нагріву металобрухту значно більша, ніж в мартеновському, тому при високій швидкості окислення домішок чавуну його викиди виключаються.

Димові газів, які утворюються після взаємодії окисних та відновних сполук, відводять через тракти 9-11 та головки, вертикали і теплообмінні пристрої до димових труб. Відновні газів через теплообмінні пристрої, вертикали та головки підводять до робочого простору плавильної ванни.

Варіант здійснення способу виплавки сталі в плавильному агрегаті.

В 600-т плавильну ванну 1 або 2 після випуску металу завантажують 200 т металобрухту, герметично закривають зверху робочий простір обох ванн склепіннями і з передньої та задньої стінок плавильного агрегату 3 і 4 через тракти відновних газів 12 подають в робочий простір підігрітий в теплообмінному пристрої аміак, через газові пальники високого тиску 5 - суміш природного газу і кисню, а через головку газівідвідного тракту, наприклад, 9, 10 - природний газ і підігріті в теплообмінному пристрої кисень та аміак. Причому кисень подають з таким розрахунком, щоб окислились паливо та водень аміаку. Димові газів відводять через той же газівідвідний тракт 9, 10 або 11, підігріваючи при цьому теплообмінний пристрій цього тракту для того, щоб передати тепло кисню та аміаку.

При високому тепловому навантаженні та високому коефіцієнті теплопередачі від газової фази до металу, пов'язаному з високим тиском і великою швидкістю переміщення газів, металообробт в плавильній ванні 1 або 2 швидко нагрівається до температури більшої, ніж температура термодинамічної рівноваги реакції кисню заліза з вуглецем.

При досягненні таких умов із бункерів через тракт 7 починають подавати гранули сумішей окисних сполук заліза та відновних сполук вуглецю, наприклад, залізної руди та вугілля, які в робочому просторі плавильного агрегату в газовому потоці переміщуються в горизонтальній площині від однієї стінки печі до іншої, попеременно змінюючи напрямок руху. При цьому витрати кисню зменшують до об'ємів, необхідних лише для окислення палива.

Після завантаження в плавильний агрегат 550 т сумішей окисних сполук заліза та відновних сполук вуглецю в плавильну ванну зверху через склепіння по тракту 8 подається 100 т рідкого чавуну. При цьому витрати кисню збільшують, створюючи умови для окислення домішок чавуну.

В процесі виплавки сталі в теплообмінних пристроях аміак підігрівається, а в плавильній ванні одержане тепло передає технологічному процесу.

Продуктивність виплавки сталі при таких режимах досягає 1,5 млн. т сталі на рік, при тому що собівартість виробництва її в 2,25 рази менша, ніж собівартість виробництва сталі із чавуну при двостадійному способі виплавки сталі, а витрати кисню і екологічні показники в 4 рази кращі, ніж при виробництві чавуну в домнах і сталі в конверторах, до того ж енергетичні показники процесу виробництва сталі набагато кращі, ніж аналогічні показни-

ки виробництва сталі при двостадійному способі, що пов'язано зі значно меншими витратами чавуну на виробництво сталі. Крім того при такому варіанті виплавки металу в ньому підвищується вміст азоту, що дає змогу створювати спеціальні матеріали з новими властивостями.

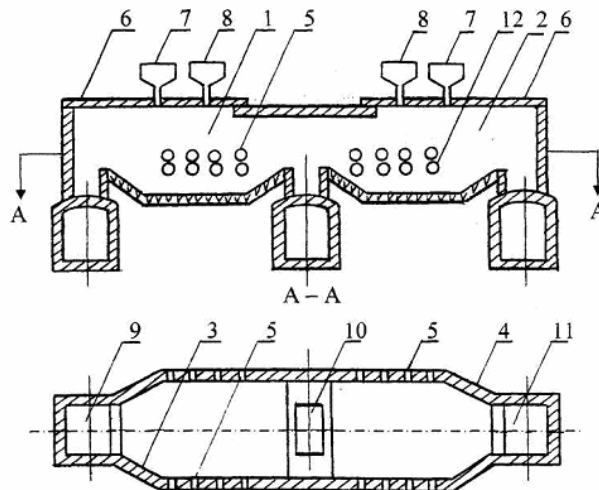
В наведеному варіанті швидкість відновних процесів визначається параметрами процесу виплавки сталі, які зв'язані з рівновагою обмінних процесів підведення тепла та відновлення оксидів заліза не тільки сполуками вуглецю в плавильній ванні, а і температурою відновних газів. Збільшення притоку тепла до реакційної зони за рахунок підвищення температури відновних газів дозволяє адекватно підвищувати швидкість протікання відновних процесів, а також швидкість подачі до реакційної зони суміші окисних сполук заліза та відновних сполук вуглецю.

Запропонований спосіб виплавки сталі в плавильному агрегаті дозволяє підвищити продуктивність виплавки сталі в плавильному агрегаті до 5 млн. т сталі на рік, при цьому собівартість виробництва її в 2-2,5 рази є меншою, ніж собівартість виробництва сталі із чавуну при двостадійному виробництві, а витрати кисню і екологічні показники в 4,5-5 рази кращі, ніж при виробництві сталі в конверторах та чавуну в доменних печах, до того ж енергетичні показники процесу набагато кращі, ніж при виробництві чавуну в доменних печах та сталі в мартенівських агрегатах.

Джерела інформації

1. Левин С.Л. Сталеплавильные процессы. К.: Гостехиздат, 1963. - 404с.

2. Патент України на корисну модель №31581.



Фиг. 1