



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28778 (13) U
(51) МПК (2006)
C22B 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту(54) СПОСІБ МЕТАЛІЗАЦІЇ ЗАЛІЗОРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ 3 ЗАСТОСУВАННЯМ
НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ПЛАЗМИ

1

2

(21) u200708103

(22) 17.07.2007

(24) 25.12.2007

(72) ВОЛКОВ ІГОР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA, ЛИСЕНКО
ІГОР ЕДУАРДОВИЧ, UA, ЧЕРНИШОВ СЕРГІЙ
ІВАНОВИЧ, UA(73) АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "НАУКОВО-
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ТРАНСКРИПЦІЇ,
ТРАНСЛЯЦІЇ І РЕПЛІКАЦІЇ", UA

(56)

(57) Спосіб металізації залізорудних матеріалів з
застосуванням низькотемпературної плазми, що
включає введення до складу шихти залізорудних і
вуглецевмісних матеріалів, подачу повітря,
збагаченого киснем або технічним киснем і

водяною парою, який **відрізняється** тим, що
додатково у плазмохімічний генератор реактора
(шахтну піч) подають відпрацьований газоподібний
продукт металізації (колошниковий газ) та
забезпечують його взаємодію з окисним газом
генератора плазми (плазмотрона) - повітрям,
збагаченим киснем або технічним киснем, після
чого одержані продукти паливно-плазмової
технології (діоксид вуглецю й водяну пару)
подають в реактор (шахтну піч) з температурою
понад 900-1000 °С, де в результаті ендотермічної
реакції з вуглецем шихти одержують
відновлювальний газ, яким відновлюють окисли
заліза з утворенням металевого заліза.

Корисна модель належить до металургійної
промисловості й може бути використана при
металізації залізорудних матеріалів.

Відомий спосіб металізації залізорудних
матеріалів (окатишів) способом Мідрекса, який
оснований на використанні для конверсії
природного газу (метану) колошниковим газом, що
містить крім залишкових відновлювальних
компонентів, окиснювачі у вигляді діоксиду
вуглецю та водяної пари [1].

У способі Мідрекса конверсія природного газу
відбувається в трубчастому реформері в
присутності нікелевого каталізатора при
температурі 900-920 °С, одержується
відновлювальний газ із високим відновлювальним
потенціалом, що містить (CO+H₂)~87-93%.

Температура й склад конвертованого газу
перед подачею в шахтну піч корегується залежно
від температури розм'якшення шихтових
матеріалів.

Ступінь металізації окатишів становить 90-
92%. До числа основних недоліків процесу
відноситься одержання відновлювального газу
конверсією природного газу різними
окиснювачами, тобто як хімічний агент для
виробництва відновлювального газу
використовується природний газ, що збільшує
витрати на процес металізації.

До інших недоліків можна віднести
громіздкість апаратного оформлення,
використання для конверсії природного газу
дорогого нікелевого каталізатора, необхідність
періодичної перекладки клапанів при переведенні
з режиму розігріву на режим конверсії й навпаки
(що призводить до погіршення складу газу в перші
2-3хв. внаслідок проскакування димових газів у
колектор конвертованого газу).

Відомий спосіб відновлення руди або
залізорудних окатишів в обортових печах у рудно-
вугільно-флюсовому шарі.

Теплоносієм процесу, що йде із споживанням
тепла, є продукти згоряння газоподібного, рідкого
або пилоподібного твердого палива. У якості
відновлювача застосовують коксовий або
антрацитовий дріб'язок або низькосортне вугілля,
непридатне для коксування [2].

Недоліком цього способу є необхідність
підтримки відновлювальної атмосфери в печі при
наявності окисного смолоскипа й сегрегації шихти;
потрібен великий надлишок відновлювача, який в
1,5-2,5 рази перевищує теоретичні витрати;
підвищені вимоги до гранулометричного складу
матеріалів; застосування тонкоподрібненої руди й
вугілля призводить до підвищеного виносу
матеріалів; низька ефективність поверхневої
тепловіддачі між газом і рухомим шаром твердої

(13) U

(11) 28778

(19) UA

шихти вимагає спорудження печей довжиною 30-50м і більше.

Прототипом є спосіб одержання рідкого заліза з руди в шахтних печах з використанням плазмового нагрівання [3]. Установка складається із двох послідовно працюючих печей киплячого шару і шахтної печі, у нижній частині якої встановлені плазмотрони.

Висушений і попередньо нагрітий рудний концентрат, спочатку відновлюють у печах киплячого шару. Цей продукт вдувають через плазмотрони разом із відновлювальним газом, порошкоподібним вугіллям і шлакоутворюючими добавками у шар коксу шахтної печі, де він довідновлюється.

Температура газу в плазмотроні становить 3000-5000°C, але через інтенсивні ендотермічні реакції, температура поблизу сопла плазмотрона швидко знижується до 1700-2000°C. Ці температури забезпечують завершення довідновлювальних реакцій і плавлення металу.

Основним відновлювачем у процесі є порошкоподібне вугілля. Паливо окисляється в цьому процесі киснем окислів заліза.

Недоліками прототипу є:

- складне й громіздке апаратне оформлення, що включає значну кількість агрегатів, велику кількість газової арматури;

- застосування порошкоподібного вугілля вимагає спеціальної його підготовки (розвантаження, дроблення, помелу), викликає зношування пилопроводу; пред'являються підвищені вимоги до фракційного складу; для вугілля із низьким вмістом летучих речовин необхідно проводити термохімічну підготовку вугільного пилу;

- обмежена продуктивність процесу, викликана тим що подати за допомогою існуючих плазмотронів можливо тільки обмежену кількість вугільного пилу, залізрудного концентрату й шлакоутворюючих речовин, необхідно фактично подати 80% шихтових матеріалів, це значна кількість;

- значні витрати електроенергії на компенсацію ендотермічних реакцій відновлення, плавлення металу й шлакоутворення.

Технічною задачею способу, що заявляється, є вдосконалення способу металізації залізрудних матеріалів у реакторах (шахтних печах) шляхом введення до складу шихти залізрудних вуглецевмісних матеріалів і подачі окисного плазموутворюючого газу - повітря, збагаченого киснем або технічним киснем і водяною парою, і додаткового відпрацьованого газоподібного продукту металізації (колошникового газу).

Технічним результатом способу, що заявляється, є зниження витрат електроенергії при використанні низькотемпературної плазми за рахунок екзотермічних реакцій взаємодії компонентів відпрацьованого газоподібного продукту металізації (колошникового газу) і спрощення апаратного оформлення процесу шляхом суміщення процесів газифікації й металізації.

Зазначену технічну задачу вирішують наступним чином.

Відпрацьований продукт металізації (колошниковий газ) з наступним складом, % (об.): 38,0 CO₂; 36 CO; 11,5 H₂; 9,5 H₂O; 5,0 N₂, подають у плазмохімічний генератор реактора (шахтної печі) і забезпечують його взаємодію з окисним газом за допомогою низькотемпературної плазми із плазмотрона при коефіцієнті надлишку повітря $\xi=1,2$ і при збагаченні повітря киснем до 75%.

Плазмохімічний генератор, який являє собою ємність, футеровану вогнетривким матеріалом, розташовують між реактором плазми (плазмотроном) і шахтною піччю.

При взаємодії окисного газу з відпрацьованим продуктом металізації (колошниковим газом) в ході екзотермічної реакції із виділенням тепла одержують продукти паливно-плазмової технології наступного складу, % (об.): 66,9 CO₂; 19,0 H₂O; 14,1 N₂, основні компоненти яких - CO₂ і H₂O. Температуру й склад продуктів горіння регулюють шляхом подачі до плазмохімічного генератора водяної пари, а в разі потреби - шляхом регулювання струму плазмотрона.

У реакторі (шахтній печі) при подачі продуктів паливно-плазмової технології здійснюють процес газифікації вуглецевмісних матеріалів з одержанням відновлювального газу за допомогою газифікуючих агентів. З вуглецевмісної органічної маси й відпрацьованого продукту металізації (колошникового газу) одержують головним чином CO і H₂. При цьому процес газифікації є алотермічним, тобто необхідне тепло для утворення CO₂ і H₂ виробляється зовні за рахунок екзотермічних реакцій утворення CO₂ і H₂O й теплової енергії низькотемпературної плазми.

Однією з умов металізації залізрудної сировини (окатишів) є видалення кисню з окислів заліза, які розташовуються в ряд за ступенем зростання хімічної спорідненості із киснем Fe₂O₃-Fe₃O₄-FeO.

Відновлення заліза з окислів здійснюють шляхом забезпечення їх взаємодії із CO і H₂ різними схемами залежно від температури, у результаті якого одержують металеве залізо.

Спосіб безперервної металізації залізрудних матеріалів у реакторі (шахтній печі) здійснюють шляхом подачі зверху в реактор (шахтну піч) шихти, що містить залізрудні й вуглецевмісні матеріали, потік дуття направляють знизу вгору. У результаті переробки одержують металізовані окатиші й золу. При високій температурі подаваного дуття досягають нагріву і плавлення металізованих окатишів, а метал і шлаки, що утворюються, видаляють через спеціальні лійки в реакторі (шахтній печі).

Пропонований спосіб був здійснений при металізації офлюсованих залізрудних окатишів у дослідній камері металізації. Для цього були використані офлюсовані окатиші фракційного складу 9-15мм. наступного хімічного складу, масова частка, %: Fe₂O₃-61,9; FeO-24,59; SiO₂-6,8; CaO-6,1; MgO-0,5; MnO-0,04; P₂O₅-0,02; SO₃-0,05, а так само коксовий дріб'язок фракційного складу 20-30мм. наступного хімічного складу, масова частка, %: вуглець, C-86,7; зола - 9,7; волога - 3,2; летучі речовини - 1,1; сірка - 1,7;

Спочатку до завантаження шихти камеру відновлення розігрівали до температури 1000-1200°C. Потім через завантажувальний пристрій завантажували шихту в кількості 250кг, при співвідношенні компонентів: офлюсовані окатиші й коксовий дріб'язок 1:0,25.

Після заповнення робочого простору камери відновлення шихтою включали плазмотрон, подавали плазмоутворюючий газ (повітря) і потім подавали природний газ.

Продукти горіння природного газу мали в середньому наступний склад, % (об.): 8,0-CO₂; 16,1-H₂O; 72,2-N₂; 3,0-O₂.

На дослідній установці неможливо здійснити подачу колошникового газу з необхідними параметрами, для цього необхідна установка компресора з відповідним устаткуванням. Природний газ моделював подачу колошникового газу. Розрахунковий склад продуктів горіння колошникового газу близький до продуктів горіння природного газу й має наступний склад, % (об.): CO₂-10,55; H₂O-25,40; N₂-61,35; O₂-2,7.

Продукти горіння природного газу, що містять CO₂ та H₂O надходили в камеру відновлення при температурі понад 1000°C і вступали в взаємодію з вуглецем коксового дріб'язку. Відповідно до розрахунків процесу газифікації утворювався відновлювальний газ наступного складу, % (об.): CO-34,0; H₂-8; CO₂-6; H₂O-4; N₂-48, який вступав у взаємодію з окислами заліза окатишів і частково відновлював залізо. У результаті металізації окатиші мали наступний склад, % (мас): Fe_{всього}-74,67; Fe_{металево}-48,91; FeO-33,12; 9; SiO₂-9,31; CaO-7,93; MgO-0,66; P₂O-0,03; SO₃-0,05.

Ступінь металізації (або ступінь відновлення по залізу) дорівнює:

$$\Phi_{\text{мет}} = \frac{48,91 \cdot 100}{74,67} = 65\%$$

Отримано низький ступінь металізації, що пов'язано з низьким вмістом H₂ та CO у відновлювальному газі у зв'язку з наявністю інертного азоту.

Тривалість процесу металізації склала 4 години. Процес металізації періодичний, тому що установка не пристосована для безперервного завантаження й вивантаження матеріалу. Одержуваний у процесі металізації колошниковий газ згоряв по виході з труби доспалювання.

Частково відновлені (металізовані) залізорудні матеріали можна використовувати для доменної плавки. За даними проф. А.Н. Рама [4], використання в доменній печі залізорудних матеріалів, що містять 40% відновленого заліза, дозволить зменшити витрати 40% відновленого заліза та дозволить зменшити витрати коксу на 21% і підвищити продуктивність печі на 25%.

Перелік використаних джерел.

1. С.А. Пчёлкин, А.А. Юртаев. Газовщик шахтной печи металлизации, М. Metallurgiya, 1991.

2. В.Ф. Князев. Безкоксая металлургия, М. Metallurgiya, 1972.

3. Bentol I, Herlitz H.G., Santen S.O. Plasma Technology for Direct Reduction // 23-nd Conf. Intern/

on Metallurgy, Annual Conference of Metallurgists/ Quebec City, August 12-22, 1984/

4. В.В. Полтавец. Доменное производство. М., Metallurgiya, 1972.