



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46174 (13) C2

(51) 6 C21B13/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДВОСТАДІЙНОГО ВІДНОВЛЮВАННЯ ТОНКОПОДРІБНЕНОЇ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ ТА СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТАКОГО ПРИСТРОЮ

1

(21) 2001031886

(22) 21 06 1999

(24) 15 05 2002

(86) PCT/KR99/00325, 21 06 1999

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Лі Іп Ок, KR, Кім Ханг Го, KR, Йонг Ю Чанг, KR, Чой Наг Йон, KR

(73) ПОХАНГ АЙРОН & СТИЛ КО, ЛТД, KR, РІСЕРЧ ІНСТІТЮТ ОФ ІНДАСТРІАЛ САЄНС & ТЕХНОЛОДЖІ, KR, ВОЕСТ-АЛПІНЕ ІНДУСТРІАЛ АГЕНБАУ ГМБХ, АТ

(56) KR Sho-58-217615 KR 117065 (1997)

(57) 1 Пристрій для двостадійного відновлювання тонкоподрібненої залізної руди у псевдозрідженому шарі, який включає першу конусоподібну піч з псевдозрідженням шаром, першим отвором подачі газу, першим розвантажувальним отвором залізної руди і газорозподільником, бункер, з'єднаний з першою конусоподібною піччю за допомогою першого трубопроводу, перший циклонний уповлювач, другу піч з псевдозрідженням шаром, другим отвором подачі газу, другим розвантажувальним отвором залізної руди і газорозподільником, плавильну піч-газогенератор, другий циклонний уповлювач, перший проміжний бункер, який розташований між вказаними першою та другою печами з псевдозрідженням шаром, другий проміжний бункер, який розташований під вказаною другою піччю з псевдозрідженням шаром, причому вказаний перший розвантажувальний отвір руди є з'єднаним за допомогою другого трубопроводу з отвором завантаження попередньо відновленої залізної руди, перший отвір для відведення газу з'єднаний за допомогою третього трубопроводу з верхньою частиною вказаного першого циклонного уповлювача, а вказаний перший циклонний уповлювач з'єднаний за допомогою четвертого трубопроводу з вказаною першою конусоподібною піччю з псевдозрідженням шаром, вказаний другий циклонний уповлювач з'єднаний за допомогою 8-го трубопроводу з верхівкою вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром, за допомогою 7-го трубопроводу з нижньою частиною вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром, і за допомогою 5-го трубопроводу - з нижньою частиною вказаної першої печі з псевдозрідженням шаром, вказаний перший проміжний бункер з'єднаний

2

за допомогою 6-го трубопроводу з нижньою частиною вказаної першої печі з псевдозрідженням шаром, а за допомогою 9-го трубопроводу - з внутрішньою частиною вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром, і вказаний другий проміжний бункер з'єднаний за допомогою 11-го трубопроводу з днищем вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром, а за допомогою 10-го трубопроводу - з нижньою частиною вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром

2 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що вказаний четвертий трубопровід заглиболений далеко углиб нижньої частини вказаної першої печі з псевдозрідженням шаром, вказаний 7-й трубопровід заглиболений далеко углиб нижньої частини вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром, і вказаний 9-й трубопровід заглиболений далеко углиб нижньої частини вказаної другої печі з псевдозрідженням шаром

3 Пристрій за будь-яким з пп. 1 та 2, який відрізняється тим, що вказаний 6-й трубопровід, вказаний 9-й трубопровід, вказаний 11-й трубопровід та вказаний 10-й трубопровід обладнані, відповідно, високотемпературними герметизуючими клапанами газу/твердих частинок

4 Пристрій за будь-яким з пп. 1 та 2, який відрізняється тим, що вказана перша піч з псевдозрідженням шаром та вказана друга піч з псевдозрідженням шаром, відповідно, мають конусоподібну ділянку та циліндричну ділянку, причому вказана конусоподібна ділянка має кут нахилу 5-20° по відношенню до вертикальної осі, вказана конусоподібна ділянка має висоту (над вказаним газорозподільником), яка у 5-10 разів перевищує діаметр вказаного газорозподільника, а вказана циліндрична ділянка має висоту, яка у 3-5 разів перевищує її внутрішній діаметр

5 Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що вказана перша піч з псевдозрідженням шаром та вказана друга піч з псевдозрідженням шаром, відповідно, мають конусоподібну ділянку та циліндричну ділянку, причому вказана конусоподібна ділянка має кут нахилу 5-20° по відношенню до вертикальної осі, вказана конусоподібна ділянка має висоту (над вказаним газорозподільником), яка у 5-10 разів перевищує діаметр вказаного газорозподільника, а вказана циліндрична ділянка

(13) C2

(11) 46174

(19) UA

має висоту, яка у 3-5 разів перевищує її внутрішній діаметр

6 Спосіб відновлювання тонкоподрібненої залізної руди з використанням пристрою для двостадійного відновлювання тонкоподрібненої залізної руди у псевдозрідженому шарі, в якому тонкоподрібнену залізну руду висушують, попередньо нагрівають та попередньо відновлюють у першій печі з псевдозрідженим шаром з утворенням киплячого чи турбулентного псевдозрідженого шару шляхом використання відпрацьованого газу другої печі з псевдозрідженим шаром, переміщують тонкоподрібнену залізну руду (попередньо відновлену у такий спосіб) по другому трубопроводу до нижньої частини вказаної другої печі з псевдозрідженим шаром, та остаточно відновлюють залізну руду шляхом утворення киплячого псевдозрідженого шару з використанням відновлювального газу (відпрацьованого газу плавильної печі-газогенератора), який подають крізь другий отвір для відведення газу, при цьому відокремлюють високодисперсні частинки залізної руди від відпрацьованого газу вказаної першої печі з псевдозрідженим шаром за допомогою першого циклонного уловлювача і повертають частинки тонкоподрібненої залізної руди (сепарованої у такий спосіб) до нижньої частини вказаної першої печі з псевдозрідженим шаром, та відокремлюють високодисперсні частинки залізної руди від відпрацьованого газу вказаної другої печі з псевдозрідженим шаром другим циклонним уловлювачем

і повертають частинки тонкоподрібненої залізної руди (сепарованої у такий спосіб) до нижньої частини вказаної другої печі з псевдозрідженим шаром, і відкривають вхідні високотемпературні клапани першого та другого проміжних бункерів при виникненні надзвичайної ситуації, зберігають накопичені частинки тонкоподрібненої залізної руди у вказаних першому та другому проміжних бункерах, а потім закривають вказані вхідні високотемпературні клапани і відкривають вихідні високотемпературні клапани вказаних першого та другого проміжних бункерів, та вдувають інертний газ, такий як азот, і переміщують частинки тонкоподрібненої залізної руди до нижньої частини вказаної другої печі з псевдозрідженим шаром

7 Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що швидкість газового потоку безпосередньо над вказаними газорозподільниками вказаних першої та другої печей з псевдозрідженим шаром у 1,2-2,5 рази перевищує мінімальну швидкість флюїдизації частинок тонкоподрібненої залізної руди, які знаходяться усередині вказаних печей

8 Спосіб за будь-яким з пп. 6 та 7, який відрізняється тим, що попередній нагрів та попереднє відновлення здійснюють у вказаній першій печі з псевдозрідженим шаром при температурі 700-850°C, остаточно відновлення здійснюють у вказаній другій печі з псевдозрідженим шаром при температурі 750-900°C, і у вказаних печах використовують робочий тиск 1-5 атмосфер абсолютного тиску

Даний винахід стосується пристрою для двостадійного відновлення тонкоподрібненої залізної руди у псевдозрідженому шарі та способу відновлення з використанням такого пристрою, призначених для відновлення залізної руди з широким розподілом частинок за розміром. Більш конкретно, даний винахід стосується пристрою для двостадійного відновлювання тонкоподрібненої залізної руди у псевдозрідженому шарі та способу відновлення з використанням такого пристрою, у яких тонкоподрібнена залізна руда з широким розподілом часток за розміром може бути відновлена економічно і ефективно, причому під час роботи можна ефективно уникнути утворення перешкод для течії відновлювального газу внаслідок аномальних явищ, таких як дефлюїдизація та каналуєтворення

За звичайною технологією доменної плавки розмір твердих частинок є дуже великим, і тому залізна руда може бути відновлена у печі з нерухомим шаром. Однак у випадку тонкоподрібненої залізної руди, якщо швидкість газу буде низькою, як у печах з нерухомим шаром, то буде спостерігатись низька газопроникність та явища спікання, результатом яких може бути припинення роботи. Тому має обов'язково використовуватись спосіб з псевдозрідженим шаром, який забезпечує швидкий рух твердих частинок з чудовою газопроникністю

Приклад печі з псевдозрідженим шаром опи-

саний у японській публікації корисної моделі № Sho-58-217615. Ця піч включає циліндричну відновлювальну піч та циклонний уловлювач. Відновлювальна піч обладнана вхідним отвором для завантаження сировинної залізної руди, отвором для вдування високотемпературного відновлювального газу та вихідним отвором для вивантаження відновленого заліза. Крім того, у нижній частині відновлювальної печі розташований газорозподільник. Відновлювальний газ подається крізь газорозподільник, а тонкоподрібнена залізна руда – крізь засипний отвір. Після цього вміст відновлювальної печі перемішують таким чином, щоб тонкоподрібнена залізна руда та відновлювальний газ могли змішуватись і відновлення заліза відбувалось у зрідженому стані. Через певний проміжок часу, якщо зріджений шар підніметься до висоти розвантажувального отвору, відновлене залізо висипається скрізь розвантажувальний отвір. У цьому випадку зріджений шар має форму киплячого зрідженого шару, у якому Відновлювальний газ утворює бульбашки, які зростають при проходженні крізь шар частинок

Однак, якщо у описаній вище відновлювальній печі з метою забезпечення продуктивності та економічності треба зменшити втрати пиловивесення тонкодисперсних частинок залізної руди, зменшити споживання газу та максимально збільшити ступінь утилізації газу, то розміри частинок сирової залізної руди мають бути строго обмеженими. От-

же, тонкоподрібнена залізна руда з широким розподілом частинок за розміром не може бути використана. Таким чином, описана вище піч з псевдозрідженим шаром не може переробляти залізну руду з широким розподілом частинок за розміром, а може використовувати лише фракції 0-0,5мм, 0,5-1мм, 1-2мм і т.п. Однак у дійсності частинки тонкоподрібнених залізних руд мають розмір 8мм чи менше. Тому, якщо треба використовувати наявну тонкоподрібнену залізну руду, то тонкоподрібнена залізна руда має бути класифікована шляхом просіювання чи подрібнена до визначеного розміру часток. В результаті продуктивність знижується, а виробничі витрати зростають, оскільки це вимагає додаткових технологічних стадій та додаткових засобів.

У спробі вирішити цю проблему патент Кореї № 117065 (1997) пропонує пристрій для тристадійного відновлювання у псевдозрідженому шарі з конусоподібними печами. Цей пристрій має забезпечувати стабільне зріджування залізної руди з широким розподілом частинок за розміром, і з цією метою використовуються конусоподібні печі. Крім того, для підвищення ступеня відновлення та показників утилізації газу, залізну руду, по-перше, попередньо підігрівають, по-друге, проводять попереднє відновлення, і потім – кінцеве відновлення, тим самим створюючи 3-стадійний процес відновлення. Таким чином, у верхній реакційній посудині відбувається попередній нагрів залізної руди у киплячому псевдозрідженому стані. У середній реакційній посудині відбувається попереднє відновлювання залізної руди у киплячому псевдозрідженому стані. Зрештою, у нижній реакційній посудині відбувається відновлення попередньо відновленої залізної руди у киплячому псевдозрідженому стані, яке завершує безперервний 3-стадійний процес у псевдозрідженому шарі.

Пристрій також має циклонні уловлювачі, записний бункер, плавильну піч-газогенератор.

У цій 3-стадійній конусоподібній відновлювальній печі з псевдозрідженим шаром залізна руда з широким розподілом часток за розміром може бути стабільно флюїдизована, а ступінь відновлення та ступінь утилізації газу – істотно поліпшені порівняно із звичайною одностадійною циліндричною піччю з псевдозрідженим шаром. Однак ця піч використовує 3 стадії, і тому вартість установки є дуже високою. Крім того, якщо у одній реакційній посудині виникає проблема, то це впливає на інші реакційні посудини, що призводить до негативного впливу на процес у цілому. Таким чином, якщо відбуваються аномальні явища, такі як дефлюїдизація чи каналування, як це дійсно дуже часто буває, то частинки тонкоподрібненої залізної руди просипаються скрізь отвори газорозподільника і спікаються на дні реакційної камери. Це перешкоджає течії газу, і цьому не можна запобігти.

Даний винахід спрямований на подолання вказаних вище недоліків звичайних способів.

Таким чином, об'єктом даного винаходу є створення пристрою для 2-стадійного відновлювання тонкоподрібненої залізної руди у псевдозрідженому шарі та способу відновлення з використанням такого пристрою, у яких ступінь утилізації

відновлювального газу підвищено, є можливим відновлювання залізної руди з широким розподілом частинок за розміром у ефективний та економічний спосіб, а тонкоподрібнені частинки заліза, які провалюються скрізь отвори у газорозподільнику, можуть бути повернені до печі з псевдозрідженим шаром, що дає змогу попередити утворення перешкод для течії відновлювального газу внаслідок аномальних явищ, таких як дефлюїдизація та каналування.

Двостадійний пристрій з псевдозрідженим шаром для висушування, попереднього нагріву та попереднього відновлення тонкоподрібненої залізної руди у першій печі з псевдозрідженим шаром та для кінцевого відновлювання тонкоподрібненої залізної руди (попередньо відновленої у вказаний спосіб) у другій печі з псевдозрідженим шаром за даним винаходом, який дає змогу досягти визначеної вище мети, включає:

першу конусоподібну піч з псевдозрідженим шаром, до якої надходять сировинна тонкоподрібнена залізна руда та відновлювальний газ з утворенням турбулентного чи киплячого псевдозрідженого шару для попереднього нагріву та попереднього відновлення сирової залізної руди,

перший циклонний уловлювач для відокремлення частинок тонкоподрібненої залізної руди від відхідного газу першої печі з псевдозрідженим шаром для повернення відокремлених частинок тонкоподрібненої залізної руди до першої печі з псевдозрідженим шаром, причому відокремлений відхідний газ першої печі з псевдозрідженим шаром викидається до зовнішньої атмосфери,

другу піч з псевдозрідженим шаром для остаточного відновлення тонкоподрібненої залізної руди (попередньо нагрітої та попередньо відновленої таким чином) з першої печі з псевдозрідженим шаром шляхом створення киплячого чи турбулентного псевдозрідженого шару з використанням відхідного газу (відновлювального газу) плавильної печі-газогенератора,

другий циклонний уловлювач для відокремлення частинок тонкоподрібненої залізної руди від відпрацьованого газу другої печі з псевдозрідженим шаром для повернення частинок тонкоподрібненої залізної руди до донної частини другої печі з псевдозрідженим шаром, причому відокремлений відпрацьований газ другої печі з псевдозрідженим шаром надходить до першої печі з псевдозрідженим шаром як відновлювальний газ,

перший проміжний бункер, розташований між першою та другою печами з псевдозрідженим шаром, призначений для зберігання тонкодисперсної залізної руди (частинки якої просипаються скрізь отвори газорозподільника першої печі з псевдозрідженим шаром), що має бути рециркульована до нижньої частини другої печі з псевдозрідженим шаром, і

другий проміжний бункер, розташований під другою піччю з псевдозрідженим шаром, призначений для зберігання тонкодисперсної залізної руди (частинки якої просипаються скрізь отвори газорозподільника другої печі з псевдозрідженим шаром), що має бути рециркульована до нижньої частини другої печі з псевдозрідженим шаром.

За іншим аспектом даного винаходу, спосіб

відновлення тонкоподрібненої залізної руди з використанням вищевказаного відновлювального пристрою за даним винаходом відрізняється тим, що перша піч з псевдозрідженим шаром висушує, здійснює попередній нагрів та попереднє відновлення тонкоподрібненої залізної руди у відновлювальній атмосфері, друга піч з псевдозрідженим шаром остаточно відновлює попередньо відновлену тонкоподрібнену залізну руду, під кожною піччю з псевдозрідженим шаром встановлено бункер та герметизуючий клапан газу/твердих частинок, а тонкоподрібнені частинки залізної руди, які просипаються скрізь отвори газорозподільника під час аномальної роботи, повертаються до печей з псевдозрідженим шаром, тим самим уникаючи перешкод для газової течії.

Визначена вище мета та інші переваги даного винаходу стануть зрозумілими з детального опису кращих варіантів втілення з посиланням на фігури креслення, що додається, на якому зображено піч для 2-стадійного відновлювання тонкоподрібненої залізної руди з псевдозрідженим шаром за даним винаходом.

Як зображено на фігурі креслення, пристрій для 2-стадійного відновлювання тонкоподрібненої залізної руди за даним винаходом включає:

першу конусоподібну піч з псевдозрідженим шаром 100, до якої надходять сирова тонкоподрібнена залізна руда з бункера 700 та відновлювальний газ з утворенням турбулентного чи киплячого псевдозрідженого шару для попереднього нагріву та попереднього відновлення сирової залізної руди,

перший циклонний уловлювач 300 для відокремлення частинок тонкоподрібненої залізної руди від відпрацьованого газу першої печі з псевдозрідженим шаром 100 для повернення відокремлених частинок тонкоподрібненої залізної руди до першої печі з псевдозрідженим шаром 100, причому відокремлений відпрацьований газ першої печі з псевдозрідженим шаром викидається до зовнішньої атмосфери,

другу піч з псевдозрідженим шаром 200 для остаточного відновлення тонкоподрібненої залізної руди (попередньо нагрітої та попередньо відновленої таким чином) з першої печі з псевдозрідженим шаром 100 шляхом створення киплячого чи турбулентного псевдозрідженого шару з використанням відпрацьованого газу (відновлювального газу) плавильної печі-газогенератора 800,

другий циклонний уловлювач 400 для відокремлення частинок тонкоподрібненої залізної руди від відпрацьованого газу другої печі з псевдозрідженим шаром 200 для повернення частинок тонкоподрібненої залізної руди до донної частини другої печі з псевдозрідженим шаром 200, причому відокремлений відпрацьований газ другої печі з псевдозрідженим шаром 200 надходить до першої печі з псевдозрідженим шаром 100 як відновлювальний газ,

перший проміжний бункер 500, розташований між першою та другою печами з псевдозрідженим шаром 100 та 200, призначений для зберігання тонкодисперсної залізної руди (частинки якої просипаються крізь отвори газорозподільника 102 першої печі з псевдозрідженим шаром 100), що

має бути рециркульована до нижньої частини другої печі з псевдозрідженим шаром 200, і

другий проміжний бункер 600, розташований під другою піччю з псевдозрідженим шаром 200, призначений для зберігання тонкодисперсної залізної руди (частинки якої просипаються скрізь отвори газорозподільника 202 другої печі з псевдозрідженим шаром 200), що має бути рециркульована до нижньої частини другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

Перша піч з псевдозрідженим шаром 100 включає нижню конусоподібну ділянку 100a та верхню циліндричну ділянку 100b. Крім того, у нижній ділянці печі 100a створений перший отвір подачі газу 101 для надходження відновлювального газу, а у нижній частині печі 100a встановлений перший газорозподільник 102. Крім того, перший розвантажувальний отвір залізної руди 106 створений на бічній стінці конусоподібної ділянки, і перший розвантажувальний отвір залізної руди 106 є з'єднаним за допомогою другого трубопроводу 103 з нижньою частиною другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

Крім того, на бічній стінці конусоподібної ділянки 100a утворений засипний отвір залізної руди 105, і засипний отвір залізної руди 105 є з'єднаним за допомогою першого трубопроводу 701 з бункером 700 для подачі тонкоподрібненої залізної руди до першої печі з псевдозрідженим шаром 100. Крім того, перший отвір для відведення газу 107 створений на верхівці печі 100, і цей перший отвір для відведення газу 107 є з'єднаним за допомогою третього трубопроводу 301 з верхньою частиною першого циклону 300.

Перший циклонний уловлювач 300 відокремлює частинки тонкоподрібненої залізної руди від відпрацьованого газу першої печі з псевдозрідженим шаром 100. До дна першого циклонного уловлювача 300 приєднаний четвертий трубопровід 302, по якому відокремлені частинки тонкоподрібненої залізної руди повертаються до нижньої частини першої печі з псевдозрідженим шаром 100. До верхньої частини першого циклонного уловлювача 300 приєднаний дванадцятий трубопровід 303, який, зрештою, відводить відпрацьований газ з першої печі з псевдозрідженим шаром 100.

Четвертий трубопровід 302 є зануреним далеко углиб першої печі з псевдозрідженим шаром 100 для рециркуляції відокремлених частинок тонкоподрібненої залізної руди углиб першої печі з псевдозрідженим шаром 100.

Друга піч з псевдозрідженим шаром 200 включає нижню конусоподібну ділянку 200a та верхню циліндричну ділянку 200b. У нижній частині конусоподібної ділянки 200a створений другий отвір подачі газу 201 для надходження відновлювального газу, а у нижній частині конусоподібної ділянки 200a встановлений другий газорозподільник 202.

Другий розвантажувальний отвір залізної руди 206 створений на бічній стінці конусоподібної ділянки 200a, і другий розвантажувальний отвір залізної руди 206 є з'єднаним за допомогою тринадцятого трубопроводу 203 з плавильною піччю-газогенератором 800.

Крім того, на бічній стінці конусоподібної ділянки 200a створений отвір подачі попередньо від-

новленої залізної руди 205, і отвір подачі попередньо відновленої залізної руди 205 є з'єднанням за допомогою другого трубопроводу 103 з першою пічкою з псевдозрідженим шаром 100 для надходження висушеної, попередньо нагрітої та попередньо відновленої залізної руди до другої печі з псевдозрідженим шаром 200. У верхній частині печі 200 створений другий отвір для відведення газу 207, і цей другий отвір для відведення газу 207 є з'єднанням за допомогою 8-го трубопроводу 401 з другим циклонним уловлювачем 400.

Другий циклонний уловлювач 400 відокремлює частинки тонкоподрібненої залізної руди від відпрацьованого газу другої печі з псевдозрідженим шаром 200. 7-ий трубопровід 402 з'єднує нижню частину другого циклонного уловлювача 400 з нижньою частиною печі 200 для подачі відокремлених частинок тонкоподрібненої залізної руди до печі 200. 5-тий трубопровід 403 приєднаний до верхньої частини другого циклону 400 для подачі відпрацьованого газу другої печі з псевдозрідженим шаром 200 до першої печі з псевдозрідженим шаром 100.

7-ий трубопровід 402 краще має бути зануреним далеко углиб другої печі з псевдозрідженим шаром 200 для рециркуляції відокремлених частинок тонкоподрібненої залізної руди углиб її внутрішнього простору.

Перший проміжний бункер 500 є розташованим між першою пічкою з псевдозрідженим шаром 100 та другою пічкою з псевдозрідженим шаром 200. Бункер 500 є з'єднанням за допомогою шостого трубопроводу 502 з нижньою частиною першої печі з псевдозрідженим шаром 100, і за допомогою 9-го трубопроводу 504 – з другою пічкою з псевдозрідженим шаром 200.

На 6-му трубопроводі 502 та на 9-му трубопроводі 504 встановлено один чи кілька високотемпературних герметизуючих клапанів газу/твердих частинок 501 та 503. У такий спосіб, при виникненні надзвичайної ситуації, такої як раптове припинення роботи чи інше, частинки тонкоподрібненої залізної руди, які просипались крізь отвори газорозподільника 102 першої печі з псевдозрідженим шаром 100, можуть тимчасово зберігатись, а потім транспортуватись інертним газом, таким як азот, до другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

9-ий трубопровід 504 краще має бути глибоко зануреним до другої печі з псевдозрідженим шаром 200 і, таким чином, частинки тонкоподрібненої залізної руди, які просипались крізь отвори газорозподільника 102 першої печі з псевдозрідженим шаром 100, можуть бути рециркульовані углиб другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

Другий проміжний бункер 600 розташований під другою пічкою з псевдозрідженим шаром 200 і приєднаний за допомогою 11-го трубопроводу 602 до днища другої печі з псевдозрідженим шаром, а за допомогою 10-го трубопроводу 604 бункер 600 з'єднано з нижньою частиною другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

На 11-му трубопроводі 602 та 10-му трубопроводі 604 (тобто перед та після бункера 600) встановлені один чи кілька високотемпературних герметизуючих клапанів газу/твердих частинок 601 та 603. У такий спосіб, при виникненні надзвичайної

ситуації, такої як раптове припинення роботи чи інше, частинки тонкоподрібненої залізної руди, які просипались крізь отвори газорозподільника 202 другої печі з псевдозрідженим шаром 200, можуть тимчасово зберігатись, а потім транспортуватись інертним газом, таким як азот, до другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

Далі буде описаний спосіб відновлювання тонкоподрібненої залізної руди з використанням описаного вище відновлювального пристрою.

Тонкоподрібнена залізна руда, яка надходить до першої печі з псевдозрідженим шаром 100, попередньо нагрівається та попередньо відновлюється з використанням відпрацьованого газу (відновлювального газу) другої печі з псевдозрідженим шаром 200 з утворенням киплячого чи турбулентного псевдозрідженого шару. Залізна руда, яку було оброблено у такий спосіб, транспортується по другому трубопроводу 103 до нижньої частини другої печі з псевдозрідженим шаром 200. Після цього у другій печі з псевдозрідженим шаром 200 відбувається остаточне відновлення з утворенням киплячого псевдозрідженого шару шляхом використання відпрацьованого газу (відпрацьованого газу плавильної печі-газогенератора), який надходить крізь другий отвір подачі газу 201. Остаточне відновлене залізо вивантажується крізь другий розвантажувальний отвір залізної руди 206. Частинки тонкоподрібненої залізної руди, які захоплюються відпрацьованим газом першої печі з псевдозрідженим шаром 100, відокремлюються від газу першим циклонним уловлювачем 300 для повернення до нижньої частини першої печі з псевдозрідженим шаром 100. Частинки тонкоподрібненої залізної руди, які захоплюються відпрацьованим газом другої печі з псевдозрідженим шаром 200, відокремлюються від газу другим циклонним уловлювачем 400 для повернення до нижньої частини другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

За даним винаходом, при виникненні аномалії у роботі печей з псевдозрідженим шаром, такої як дефлюїдизація чи каналотворення, частинки тонкоподрібненої залізної руди провалюються крізь отвори газорозподільника, перешкоджаючи течії відновлювального газу. Тому періодично під час роботи та при надзвичайних ситуаціях, таких як припинення надходження відновлювального газу, спочатку відкриваються високотемпературні клапани 501 та 601 (розташовані перед першим та другим проміжними бункерами 500 та 600). При цьому тонкоподрібнена залізна руда, що накопичується під газорозподільниками першої та другої печей з псевдозрідженим шаром 100 та 200, переміщується до першого та другого проміжних бункерів 500 та 600, відповідно, для зберігання у них. Після цього вхідні клапани 501 та 601 закриваються, і відкриваються клапани 503 та 603 (розташовані за першим та другим проміжними бункерами 500 та 600). Потім подають інертний газ, такий як азот, для повернення залізної руди, що зберігається, до другої печі з псевдозрідженим шаром 200.

Якщо для відновлювання тонкоподрібненої залізної руди використовується 2-стадійна відновлювальна піч з псевдозрідженим шаром, то попе-

редній нагрів та попереднє відновлення у першій печі з псевдозрідженим шаром 100 має здійснюватись краще при 700-850°C, а остаточна реакція у другій печі з псевдозрідженим шаром 200 має здійснюватись краще при 750-900°C. Робочий тиск має краще становити 1-5 атмосфер абсолютного тиску. Поверхнева швидкість газу безпосередньо над газорозподільниками у першій та другій печах з псевдозрідженим шаром 100 та 200 має краще перевищувати у 1,2-2,5 разів мінімальну швидкість флюїдизації тонкоподрібненої залізної руди, що знаходиться у печах, з урахуванням потреб ефек-

тивної флюїдизації та втрат на відмучування частинок залізної руди. Кут конусоподібних ділянок має краще становити 5-20° до вертикальної осі. Висота конусоподібних ділянок 100a та 200a над газорозподільниками має краще перевищувати у 5-10 разів діаметр газорозподільників. Висота циліндричних ділянок 100b та 200b має краще у 3-5 разів перевищувати їх внутрішній діаметр.

Відновлювання тонкоподрібненої залізної руди здійснюється за допомогою відновлювального пристрою, який має розміри, вказані у Таблиці 1, за умов, наведених у Таблицях 2-4

Таблиця 1

Висота та внутрішній діаметр (ID) печі з псевдозрідженим шаром	
Перша піч з псевдозрідженим шаром	Внутрішній діаметр конусоподібної ділянки (на поверхні газорозподільника) 0,6м Кут конусоподібної ділянки 5° Висота конусоподібної ділянки (від газорозподільника) 3м Внутрішній діаметр циліндричної ділянки 1,1м Висота циліндричної ділянки 3,5 м
Друга піч з псевдозрідженим шаром	Внутрішній діаметр конусоподібної ділянки (на поверхні газорозподільника) 0,6м Кут конусоподібної ділянки 5° Висота конусоподібної ділянки (від газорозподільника) 3м Внутрішній діаметр циліндричної ділянки 1,1м Висота циліндричної ділянки 3,5 м

Таблиця 2

Хімічний та гранулометричний склад залізної руди	
1 Хімічний склад	62,17 загальн Fe, 0,51 FeO, 5,5 SiO ₂ , 0,11 TiO ₂ , 0,05 Mn, 0,012 S, 0,65 P, 2,32 вологи
2 Розподіл частинок за розміром	4,6% -0,05мм, 5,4% 0,05-0,15мм, 16,8% 0,15-0,5мм, 59,4% 0,5-4,75мм, 13,8% 4,75-8мм

Таблиця 3

Інгредієнти, температура та тиск відновлювального газу	
1 Інгредієнти газу	65% CO, 25% H ₂ , 5% CO ₂ , 5% N ₂
2 Температура	800 °C для попереднього нагріву та попереднього відновлення 850 °C для остаточного відновлення
3 Тиск	176,52 кПа (1,8 кгс/см ²) для попереднього нагріву та попереднього відновлення 196,13 кПа (2,0 кгс/см ²) для остаточного відновлення

Таблиця 4

Поверхнева швидкість газу у печі з псевдозрідженим шаром	
Перша піч з псевдозрідженим шаром	Швидкість на поверхні газорозподільника 1,4 м/с Швидкість у циліндричній ділянці (зведена швидкість) 0,4 м/с
Друга піч з псевдозрідженим шаром	Швидкість на поверхні газорозподільника 1,4 м/с Швидкість у циліндричній ділянці (зведена швидкість) 0,4 м/с

Після відновлення тонкоподрібненої залізної руди за допомогою охарактеризованого вище пристрою та за умов, вказаних у наведених вище таблицях, оцінювали середній показник утилізації газу та витрату газу. Результати показують, що ступінь утилізації газу становила приблизно 30-35%, а витрата газу – 1200-1500н м³/тонну руди. Крім того, ступені відновлення відновленого заліза, що вивантажується з першого та другого розвантажувальних отворів, становили відповідно 30-40% та 85-90%. Розвантажування залізної руди було можливим через 60 хвилин після завантажування залізної руди у бункер. Це показує, що швидкість відновлювання була чудовою.

Згідно з описаним вище винаходом, проміжні бункери та герметизуючі клапани газу/твердих

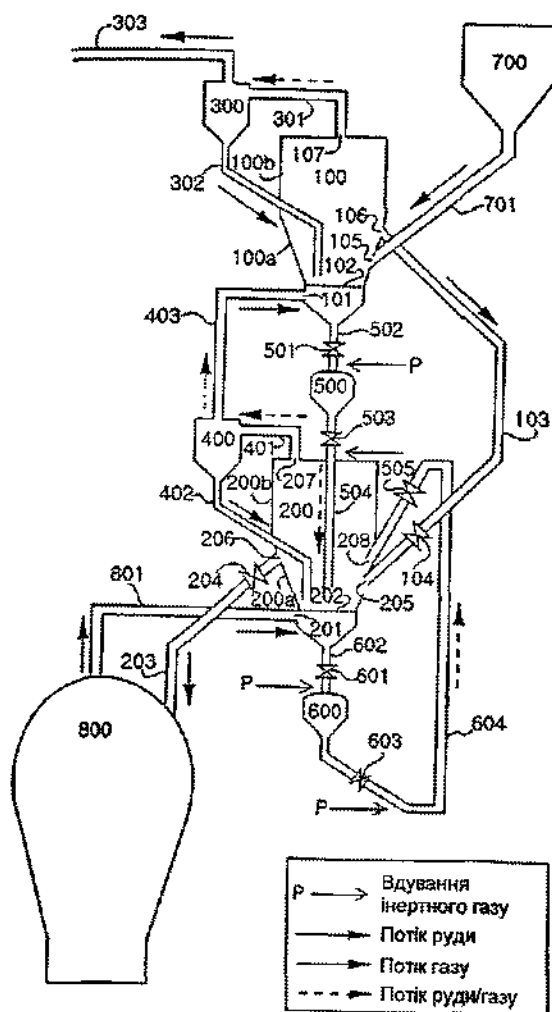
частинок встановлюються під печами з псевдозрідженим шаром. Таким чином, частинки тонкоподрібненої залізної руди, які просипаються скрізь отвори газорозподільників при виникненні аномалій у роботі, можуть бути повернені до печей з псевдозрідженим шаром. Отже, перешкод для течії відновлювального газу не виникає, і можна працювати протягом тривалого часу без зупинок.

Крім того, при використанні усього лише 2-стадійного процесу даний винахід забезпечує достатні показники відновлення та чудові показники витрати газу, які не поступаються патенту Кореї №117065 (1997). Більш того, даний винахід є кращим за патент Кореї №117065 (1997) за показниками вартості обладнання та виробничих витрат.

Крім того, за даним винаходом може бути

одержаним відносно рівномірно відновлене залізо, незалежно від розміру частинок залізної руди. Крім того, можна регулювати об'єми розвантаження та розміри частинок для відповідних розвантажувальних отворів, а ступінь відновлення можна контролювати шляхом регулювання часу перебування залізної руди у печах

льких отворів, а ступінь відновлення можна контролювати шляхом регулювання часу перебування залізної руди у печах



ФІГ.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ "Міжнародний науковий комітет"

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71