



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87709** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
C21B 13/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 12020	(72) Винахідник(и): Бодров Володимир Вікторович (UA), Троцан Анатолій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.10.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2014	(73) Власник(и): Бодров Володимир Вікторович, вул. Артема, 37, кв. 51, м. Маріуполь, Донецька обл., 87515 (UA), Троцан Анатолій Іванович, пр. Ілліча, 30, кв. 194, м. Донецьк, 83003 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2014, Бюл.№ 3	

(54) ВІДНОВНИЙ РАДІОРЕАКТОР В.В. БОДРОВА-А.І. ТРОЦАНА

(57) Реферат:

Відновний радіореактор містить корпус, до бічної стінки якого закріплені газопроникні перегородки з отворами для пересипання матеріалу, розташовані протилежно в суміжних перегородках, верхній торець корпусу з пристроєм для завантаження матеріалу на верхню перегородку і з трубопроводом, що відводить газ, нижній торець корпусу з пристроєм для виведення з радіореактора обробленого матеріалу і пристрій, що підводить газ. Корпус виконаний у вигляді прямокутного паралелепіпеда, перегородки виконані у вигляді аерожолобів жалюзійного типу. Під нижнім торцем каналів встановлені клапани. Над аерожолобами розташовані джерела іонізуючого випромінювання. У просторі під верхнім аерожолобом розташовані труби-теплообмінники, із зовнішньої сторони вузьких бічних стінок камери розташовані контейнери радіоактивних елементів і лебідки. Корпус радіореактора з колекторами труб-теплообмінників розташований усередині кожуха. Простір між кожухом і корпусом радіореактора заповнено шихтовою сумішшю.

UA 87709 U

Корисна модель належить до галузі металургії заліза і може бути використана в порошковій металургії.

Найближчим технічним рішенням до пристрою, що заявляється, по істотних ознаках і розв'язуваній задачі є багатокамерний випалювальний реактор киплячого шару, що включає
 5 циліндричний корпус з вертикальною віссю, футерований зсередини вогнетривкою цеглою, кілька газопроникних горизонтальних перегородок з каналами для пересипання матеріалу на нижчерозташовану перегородку, що розділяють внутрішній простір корпусу на камери, піддон із трубопроводом для підведення повітря і ковпак для відводу диму, а також патрубок для відводу з нижньої камери готового матеріалу, трубопровід для підведення газоподібного палива в другу
 10 знизу камеру і засіб подачі підлягаючого випалові матеріалу у верхню камеру, причому горизонтальні перегородки виконані з вогнетривкої цегли з безліччю отворів малого діаметра для проходження газу й одним отвором порівняно великого діаметра, у яке вставлена керамічна труба для пересипання матеріалу в нижчерозташовану камеру, отвори з керамічними трубами розташовані поблизу стін корпусу й у суміжних камерах - діаметрально протилежно [Богданди Л.Ф., Энгель Г.-Ю. Восстановление железных руд: пер. Е.Ф. Вегмана и Ю.С. Юсфина. - М.: Металлургия, 1971. - С. 198].

Дрібнозернистий матеріал, подаваний у верхню камеру, аерується і за час переміщення до керамічної труби попередньо підігрівається і підсушується минаючим димом, потім пересипається в нижчерозташовану камеру з більш високою температурою, аерується й
 20 остаточно висушується, переміщається до керамічної труби і пересипається в нижчерозташовану камеру з ще більш високою температурою, нагрівається до заданої температури і пересипається в реакційну камеру, де в основному відбувається і завершується процес заданого хімічного перетворення матеріалу. Пересипаючись в нижню камеру й аеруючись подаваним повітрям, матеріал частково прохолоджується ним і висипається назовні
 25 через патрубок, а нагріте повітря надходить у реакційну камеру.

Описаний реактор має принциповий недолік, що полягає в тому, що на круглій горизонтальній газопроникній перегородці переміщення псевдозрідженого матеріалу від периферійної точки надходження матеріалу, до діаметрально протилежної точки видалення, рівномірно може відбуватися по нескінченній безлічі траєкторій - від прямої, що з'єднує дві
 30 точки, до півкіл і еліптичних кривих, значить тривалість перебування різних часток загального потоку на якій-небудь стадії процесу може розрізнятися на кілька порядків. При цьому для завершення технологічного процесу у всьому обсязі матеріалу продуктивність реактора повинна розраховуватися по мінімально достатньому часі перебування матеріалу у випалювальній камері, а при розрахунку продуктивності по середньому достатньому часі перебування матеріалу в камері, у готовому продукті частина матеріалу буде зі зниженим ступенем хімічного перетворення.

З цього випливає, що реактори круглого перерізу з точковими зонами підведення і відводу матеріалу мають низький ступінь корисного використання обсягу.

Якщо швидкість хімічної реакції невелика, то для високої продуктивності реактора необхідно
 40 або істотно збільшувати температуру процесу, або знижувати енергію активації матеріалу, наприклад, застосуванням каталізаторів, або застосовувати реактор з упорядкованим рухом часток.

В основу корисної моделі поставлена задача істотно підвищити питому (віднесеної до одиниці об'єму) продуктивність реактора, підвищити довговічність шляхом нового
 45 конструктивного виконання елементів реактора.

Поставлена задача вирішується тим, що відновний радіореактор В.В. Бодрова - А.І. Троцана, що містить корпус, до бічної стінки якого закріплені газопроникні перегородки з отворами для пересипання матеріалу, розташовані протилежно в суміжних перегородках, верхній торець корпусу з пристроєм для завантаження матеріалу на верхню перегородку і з
 50 трубопроводом, що відводить газ, нижній торець корпусу із пристроєм для виведення з радіореактора обробленого матеріалу і пристрій, що підводить газ, відповідно до корисної моделі, корпус виконаний у вигляді прямокутного паралелепіпеда, перегородки виконані у вигляді аерожолобів жалюзійного типу, ширина яких дорівнює внутрішній ширині корпусу, при цьому один кінець кожного аерожолоба примикає до вузької бічної стінки камери, а другий
 55 кінець відстоїть від протилежної вузької бічної стінки і граничить з верхнім кінцем перегородки, що утворює зі стінками камери вертикальні канали, під нижнім торцем каналів установлені з можливістю повороту навколо горизонтальної осі підтиснуті до вертикальних перегородок клапани, над аерожолобами розташовані джерела іонізуючого випромінювання, у просторі під верхнім аерожолобом розташовані труби-теплообмінники, із зовнішньої сторони вузьких бічних
 60 стінок камери розташовані контейнери радіоактивних елементів і лебідки для їхнього

переміщення усередину радіореактора, корпус радіореактора з колекторами труб-теплообмінників підведення і відводу відновного газу, з контейнерами радіоактивних елементів і лебідками, розташований усередині кожуха, виконаного у вигляді бункера для сипучих матеріалів, простір між кожухом і корпусом радіореактора заповнений шихтовою сумішшю,

5

причому:

- жалюзійні пластини аерожолобів установлені з можливістю зміни кута їхнього нахилу до площини аерожолобів,

- джерела іонізуючого випромінювання виконані у вигляді дроту з радіоактивного матеріалу з β - і γ - активністю, періодом напіврозпаду більш 1 року і теплостійкістю більш 600 °С,

10

- положення осей радіоактивного дроту збігається з напрямком руху аерованого шару відновлюваної руди, а відстань радіоактивного дроту від верхнього рівня аерожолобів - менше товщини аерованого шару шихтової суміші,

- зовні кожух обкладений блоками із матеріалу з високою поглинаючою здатністю стосовно γ - випромінювання.

15

Викладена суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де зображено:

Фіг. 1 - схема радіореактора;

Фіг. 2 - схематичний фрагмент вертикального розрізу клапана й аерожолоба в закритому а) і відкритому б) стані;

Фіг. 3 - схема розташування радіоактивного дроту;

20

Фіг. 4 - схема з'єднання радіоактивного дроту з пристроєм уведення його в реактор.

Корпус 1 (фіг. 1) радіореактора являє собою прямокутний у плані короб, до бічних широких граней якого жорстко закріплені аерожолоби 2 і перегородки 3, що утворюють з бічними стінками корпуса 1 канали 4, під якими встановлені з можливістю підтиску до перегородок 3 пластинчасті клапани 5 (фіг. 1, 2). Підтиск клапанів 5 до перегородок 3 відрегульовано контрважелями 6 (фіг. 2) так, що при масі матеріалу, висота стовпа якого в каналах 4 (фіг. 1) створює аеродинамічний опір потокові газу в кілька разів більше, ніж опір аерожолоба 2 із шаром матеріалу на ньому, який межує з каналом, клапани 5 повертаються і пропускають матеріал униз, підтримуючи в каналах 4 необхідну висоту стовпа матеріалу. Для прийому і рівномірної подачі на верхній аерожолоб 2 шихтової суміші радіореактор обладнаний

25

30

приймальним бункером 7, що з'єднується з бункером 8 пневмопідйомника 9 рядом труб 10. З нижнього аерожолоба 2 відновлена шихтова суміш надходить у розвантажувальний бункер 11, що з'єднується рядом труб 12 з магнітним сепаратором 13 зі слабким (порядку 1000 Е) магнітним полем. Кожна труба 12 обладнана клапаном 14, аналогічним клапанам 5. З метою підтримки в реагуючому із шихтовою сумішшю відновному газі гранично високої концентрації СО і Н₂, радіореактор розділений горизонтальними перегородками 15 на кілька модулів, що містять по два аерожолоби. Під нижній аерожолоб кожного модуля свіжий відновний газ подається з колектора 16 по трубах 17, відпрацьований газ із кожного модуля виходить через отвори 18 у бічній стінці камери 1 у труби 19, з'єднані колектором 20. При цьому поділ радіореактора на однакові модулі, у кожному з яких проводять один етап відновлення, додатково дозволяє уніфікувати, а значить спростити й здешевити виготовлення і монтаж устаткування. Під верхнім аерожолобом 2 у верхньому модулі розташований ряд труб-теплообмінників 21, виконаних зі стандартних ребристих чавунних труб. Вони з'єднані з колекторами (не показані) підводу і відводу гарячого диму від спалювання малоцінного палива.

40

Зовні корпуса 1 у його коротких бічних сторін розміщені контейнери 22 (фіг. 1, 2) радіоактивного дроту 23 і лебідки 24 для її натягу. Троси 25 (фіг. 3, 4) лебідок 24 (фіг. 3) проходять через відповідні отвори в бічних стінках корпуса 1 (фіг. 1) і перегородок 3 і жорстко з'єднані зі штангами 26 (фіг. 1, 3, 4).

45

Корпус 1 (фіг. 1), колектори 16 і 20, контейнери 22 і лебідки 24 розміщені усередині розніжного кожуха 27, виконаного у вигляді бункера для сипучих матеріалів зі шнековим живильником 28 для подачі сипучого матеріалу в пневмопідйомник 9. Кожух 27 зовні обкладений блоками бетону на основі бариту (не показані), товщина блоків достатня для зниження інтенсивності γ -випромінювання до припустимого рівня.

50

Кожен аерожолоб 2 (фіг. 1) включає прямокутну несучу раму 29 (фіг. 2), пластини 30, встановлені в рамі 29 з можливістю повороту навколо осей 31, і керуючу рамку 32, шарнірно з'єднану по осях 33 із пластинами 30. Рамка 32 розташована під рамою 29 і через ущільнення з'єднана з керуючим механізмом, закріпленим до кожуха 27 (фіг. 1) із зовнішньої сторони. Крок пластин 30 (фіг. 2), їхній профіль і ширина вибираються такими, щоб кут між площиною А-А (фіг. 2б) і горизонталлю був меншим кута природного укосу відновлюваного матеріалу. При цьому у випадку аварійного припинення подачі газу аерожолоби 2 (фіг. 1) виявляються непроникними

55

для осілих на них шарів матеріалу. При умовно закритому аерозолобі (фіг. 2а) між пластинами 30 залишається зазор порядку 2 мм.

Усередині рознімних циліндричних свинцевих корпусів контейнерів 22 (фіг. 3, 4) на загальному валу закріплені котушки 34 із дротом 23 однакової довжини з радіоактивного Co^{60} , що має β - і γ -активність, період напіврозпаду 5,3 року. Кінець кожного дроту з'єднаний з гачком 35 (фіг. 4) так, що в транспортному положенні гачки 35 вставлені у відповідні пази в корпусі контейнера 22. Усередині кожуха 27 контейнери 22 лежать з можливістю повороту навколо своєї осі на жорстко закріплених до кожуха 27 балках 36. У робочому положенні кінці гачків 35 з'єднані з кронштейнами 37 штанг 26, у свою чергу з'єднаних тросами 25 з лебідками 24 (фіг. 3). Приводи обертання 38 котушок 34 і лебідок 24 виведені за межі кожуха 27.

При монтажі радіореактора штанги 26 (фіг. 4) установлюються так, щоб кінці кронштейнів 37 через відповідні отвори в корпусі 1 були висунуті за його межі. Перед пуском радіореактора в експлуатацію контейнери 22 через отвори, що закриваються люками, укладаються на балки 36, заштовхуються усередину кожуха 27 до відповідного упора, при цьому кінці гачків 35 виявляються строго над отворами в кронштейнах 37 і при повороті контейнерів гачки 35 з'єднуються зі штангами 26. Лебідками 24 штанги 26 переміщуються до протилежної стінки корпусу 1, при цьому радіоактивні дроти 23 втягуються усередину корпусу 1 і розташовуються над аерозолобами 2. Для того, щоб провисання радіоактивних дротів не перевищувало 0,03 м, на відстані 0,04 м від верхнього краю пластин 30 (фіг. 2) аерозолобів паралельно їм між довгими бічними стінками корпусу 1 із кроком 1,5-2 м натягнуті сталеві дроти 39, що служать проміжними опорами радіоактивним дротам 23.

У зв'язку з тим, що використовується відновний газ з концентрацією CO , яка значно перевищує рівноважну, а залізо є каталізатором розпаду CO з виділенням сажистого вуглецю, усі поверхні сталевих елементів конструкції, що контактують зі свіжим або відпрацьованим відновним газом, повинні бути обміднені.

У вихідному положенні радіореактор порожній, відновний газ не подається, клапани 5 (фіг. 1) і 14, а також аерозолоби 2 закриті, радіоактивні дроти 23 знаходяться над аерозолобами.

Пристрій працює в такий спосіб.

У простір між кожухом 27 і корпусом 1 завантажують шихтову суміш до заповнення кожуха 27, потім включають з малою швидкістю шнековий живильник 28, подають у пневмопідйомник 9 стиснутий до 0,5 МПа гарячий дим (порядку 1000 °С) від спалювання малоцінного палива, - а в труби-теплообмінники 21 - гарячий дим з тиском 0,05 МПа. Застосування труб 10 і 12 дозволяє шихтовій суміші вільно просипатися вниз до шнекового живильника 28.

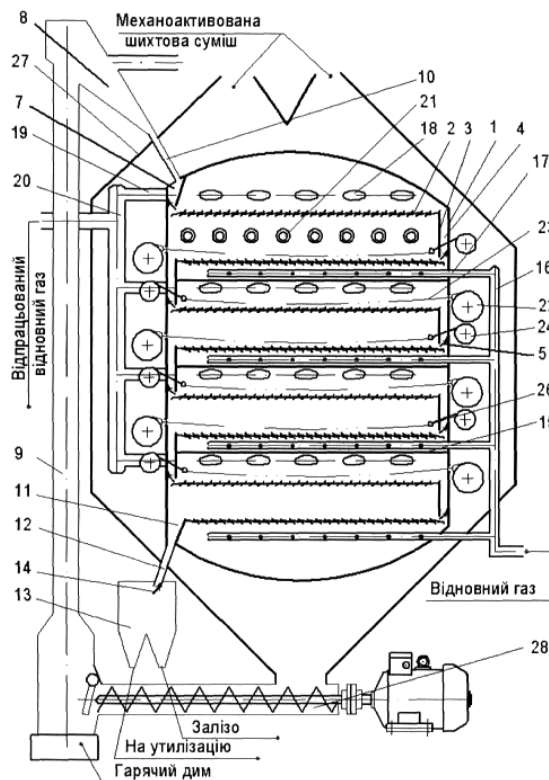
При надходженні шихтової суміші в приймальний бункер 7, у колектор 16 подають з малою витратою відновний газ, прогрівають установку 13 магнітної сепарації. Коли в бункері 7 скупчується маса матеріалу, вага якої перевищує силу підтиску клапана 5 контрважелем 6 (фіг. 2), він повертається, шихтова суміш рівномірним потоком надходить на верхній аерозолоб 2 (фіг. 1) і під дією струменів відновного газу, що надходить через щілини закритого аерозолоба 2, переміщується до верхнього каналу 4. При його заповненні шихтою відкривається клапан 5 під ним, матеріал надходить на другий аерозолоб, відтіля - на аерозолоб другого модуля і так далі - до клапана 14. При надходженні в автоматичну систему керування пристроєм сигналу від клапана 14 подачу руди в пневмопідйомник 9 плавно збільшують до нормальної, відкривають аерозолоби, подають напругу на обмотки електромагнітів установки 13. Пристрій переходить у штатний режим роботи, але до досягнення розрахункового співвідношення магнітної і немагнітної фракції отриманий матеріал повертають на повторне відновлення, додаючи його до свіжої шихтової суміші.

При роботі відновного радіореактора в штатному режимі система керування ступенем відкриття аерозолобів, подачею шихтової суміші, витратою і регенерацією відновного газу, роботою магнітного сепаратора й ін., по заданій програмі періодично визначає вертикальну швидкість відновного газу в модулях і підтримує її в заданому інтервалі регулюванням витрати подаваного газу, періодично відбирає проби матеріалу на виході з клапана 14 і визначає ступінь його відновлення, наприклад, по величині електропровідності, у випадку відхилення від заданої величини коректує параметри роботи елементів комплексу, що дозволяє вести процес з максимальною продуктивністю при заданому ступені відновлення матеріалу.

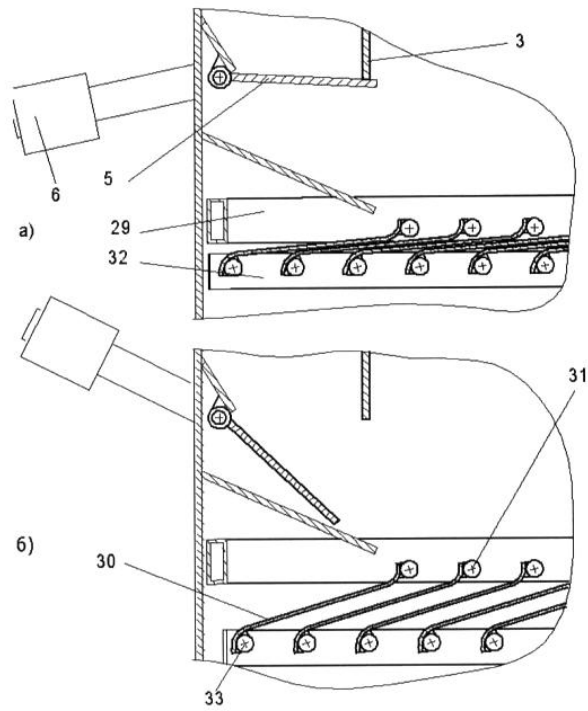
У порівнянні з прототипом конструкція запропонованого радіореактора істотно більш проста, не містить механічних приводів і елементів, що швидко зношуються, а значить довговічно, технологічне устаткування може бути виготовлене з не дуже дорогих середнелегованих сталей з жароміцністю до 600 °С.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

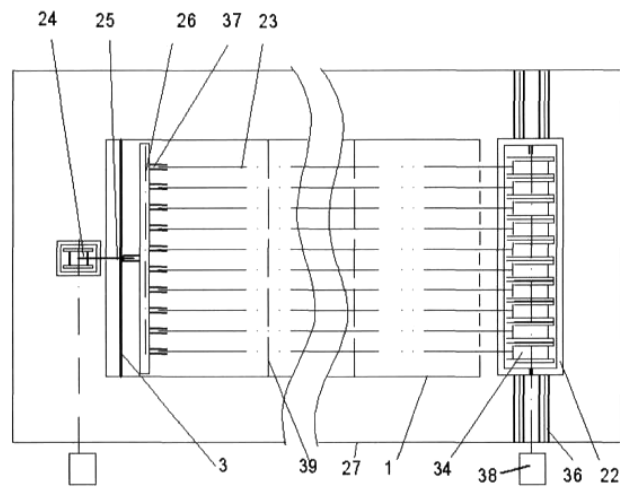
1. Відновний радіореактор, що містить корпус, до бічної стінки якого закріплені газопроникні перегородки з отворами для пересипання матеріалу, розташовані протилежно в суміжних перегородках, верхній торець корпусу з пристроєм для завантаження матеріалу на верхню перегородку і з трубопроводом, що відводить газ, нижній торець корпусу з пристроєм для виведення з радіореактора обробленого матеріалу, і пристрій, що підводить газ, який **відрізняється** тим, що корпус виконаний у вигляді прямокутного паралелепіпеда, перегородки виконані у вигляді аерожолобів жалюзійного типу, ширина яких дорівнює внутрішній ширині корпусу, при цьому один кінець кожного аерожолоба примикає до вузької бічної стінки камери, а другий кінець відстоїть від протилежної вузької бічної стінки і граничить з верхнім кінцем перегородки, що утворює зі стінками камери вертикальні канали, під нижнім торцем каналів установлені з можливістю повороту навколо горизонтальної осі підтиснуті до вертикальних перегородок клапани, над аерожолобами розташовані джерела іонізуючого випромінювання, у просторі під верхнім аерожолобом розташовані труби-теплообмінники, із зовнішньої сторони вузьких бічних стінок камери розташовані контейнери радіоактивних елементів і лебідки для їхнього переміщення усередину радіореактора, корпус радіореактора з колекторами труб-теплообмінників підведення і відводу відновного газу, з контейнерами радіоактивних елементів і лебідками розташований усередині кожуха, виконаного у вигляді бункера для сипучих матеріалів, простір між кожухом і корпусом радіореактора заповнено шихтовою сумішшю.
2. Радіореактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що жалюзійні пластини аерожолобів установлені з можливістю зміни кута їхнього нахилу до площини аерожолобів.
3. Радіореактор за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що джерела іонізуючого випромінювання виконані у вигляді дроту з радіоактивного матеріалу з β - і γ активністю, періодом напіврозпаду більш 1 року і теплостійкістю більше 600 °С, положення осей радіоактивного дроту збігається з напрямком руху аерованого шару відновлюваної руди, а відстань радіоактивного дроту від верхнього рівня аерожолобів - менше товщини аерованого шару шихтової суміші.
4. Радіореактор за пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що зовні кожух обкладений блоками з матеріалу із високою поглинаючою здатністю стосовно γ -випромінювання.



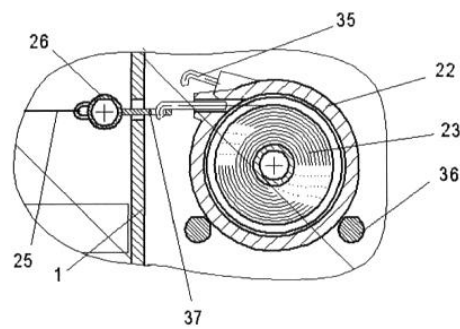
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601