



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89130 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
C21B 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) СПОСІБ І ПРИСТРІЙ (ВАРІАНТИ) ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧАВУНУ

1

(21) а200808200  
(22) 26.12.2006  
(24) 25.12.2009  
(86) PCT/KR2006/005700, 26.12.2006  
(31) 10-2005-0130122  
(32) 26.12.2005  
(33) KR  
(46) 25.12.2009, Бюл.№ 24, 2009 р.  
(72) ЦЕОН СУН-КВАН, KR, СХІН М'ЮН-КІЮН, KR,  
ЧХО МІНЬ-ЯН, KR  
(73) ПОСКО, KR, ЗІМЕНС ФАІ МЕТАЛЗ ТЕКНО-  
ЛОДЖІЗ Г'МБГ УНД КО, АТ  
(56) UA 27012 C1, 28.02.2000  
UA 26865 C1, 29.12.1999  
UA 39143 C2, 15.06.2001  
Заявка UA 99095187, 15.08.2000  
KR 20000009737 A, 15.02.2000  
RU 2195501 C1, 27.12.2002  
(57) 1. Пристрій для виготовлення чавуну, який  
включає:  
- множини відновлювальних реакторів з псевдозрі-  
дженням шаром, призначений для відновлення тон-  
комеленої залізної руди з перетворенням її у від-  
новлене залізо;  
- завантажувальний бункер тонкомеленої залізної  
руди, призначений для подачі тонкомеленої заліз-  
ної руди у відновлювальний реактор з псевдозрі-  
дженням шаром;  
- лінію завантаження тонкомеленої залізної руди,  
якою безпосередньо приєднано завантажувальний  
бункер тонкомеленої залізної руди з кожним відно-  
влювальним реактором з псевдозрідженням шаром  
і яка виконана з можливістю безпосереднього за-  
вантаження тонкомеленої залізної руди у кожний з  
відновлювальних реакторів з псевдозрідженням  
шаром;  
- плавильний газогенератор для виготовлення  
чавуну, який для цього обладнаний засобами за-  
вантаження грудкуватих карбоновмісних матеріа-  
лів і відновленого заліза і засобами вдування окси-  
гену; і  
- лінію подачі відновлювального газу для подачі  
відновлювального газу з плавильного газогенера-  
тора у відновлювальні реактори з псевдозрідже-  
ним шаром.  
2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
лінія завантаження тонкомеленої залізної руди  
включає:

2

- лінію завантаження субтонкої залізної руди, при-  
єднану до завантажувального бункера тонкомеле-  
ної залізної руди; і  
- відгалуження лінії завантаження тонкомеленої  
залізної руди, що відходять від лінії завантаження  
субтонкої залізної руди і приєднані до кожного від-  
новлювального реактора з псевдозрідженням ша-  
ром.  
3. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що  
додатково включає гасильний пристрій, приєднан-  
ний до завантажувального бункера тонкомеленої  
залізної руди через лінію завантаження субтонкої  
залізної руди.  
4. Пристрій за п. 3, який **відрізняється** тим, що  
має сукупність з'єднань, встановлених у місцях, де  
лінія завантаження субтонкої залізної руди зустрі-  
чається з відгалуженнями лінії завантаження тон-  
комеленої залізної руди, і додатково має заванта-  
жувальний клапан, встановлений між суміжними  
з'єднаннями, між завантажувальним бункером  
тонкомеленої залізної руди і найближчим до нього  
з'єднанням і між гасильним пристроєм і найближ-  
чим до нього з'єднанням.  
5. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що  
додатково включає завантажувальний клапан,  
встановлений у відгалуженні лінії завантаження  
тонкомеленої залізної руди.  
6. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
додатково включає головну лінію завантаження  
тонкомеленої залізної руди, якою приєднано зава-  
нтажувальний бункер тонкомеленої залізної руди з  
відновлювальним реактором з псевдозрідженням  
шаром, найближчим до відновлювального реакто-  
ра з псевдозрідженням шаром, і з'єднано суміжні  
відновлювальні реактори з псевдозрідженням ша-  
ром один з одним.  
7. Пристрій за п. 6, який **відрізняється** тим, що  
включає лінію завантаження субтонкої залізної  
руди, приєднану до відновлювального реактора з  
псевдозрідженням шаром на висоті, що дорівнює  
висоті приєднання головної лінії завантаження  
тонкомеленої залізної руди до цього реактора.  
8. Пристрій за п. 7, який **відрізняється** тим, що  
лінія завантаження субтонкої залізної руди, приєд-  
нана до відновлювального реактора з псевдозрі-  
дженням шаром, утворює заздалегідь визначений  
кут з головною лінією завантаження тонкомеленої  
залізної руди у місці, де головна лінія завантажен-

(13) C2

(11) 89130

(19) UA

ня тонкомеленої залізної руди приєднана до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром.

9. Пристрій за п. 8, який **відрізняється** тим, що заздалегідь визначений кут становить від 30° до 150°.

10. Пристрій для виготовлення чавуну, який включає:

- щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, призначений для відновлення тонкомеленої залізної руди з перетворенням її у відновлене залізо в утвореному псевдозрідженому шарі;

- лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди, приєднану до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у середній або верхній частині псевдозрідженого шару для вивантаження тонкомеленої залізної руди з цього відновлювального реактора;

- плавильний газогенератор для виготовлення чавуну, який для цього обладнаний засобами завантаження грудкуватих карбоновмісних матеріалів і відновленого заліза, і засобами вдування оксигену; і

- лінію подачі відновлювального газу для подачі відновлювального газу з плавильного газогенератора у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

- гасильний пристрій, приєднаний до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром через лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди.

11. Пристрій за п. 10, який **відрізняється** тим, що додатково включає іншу лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди, встановлену безпосередньо на розподільній плиті, додатково виконаній у кожному відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром, а лінія вивантаження тонкомеленої залізної руди приєднана до цієї іншої лінії вивантаження тонкомеленої залізної руди.

12. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що додатково включає лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, якою з'єднано відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром з кожною з інших ліній вивантаження тонкомеленої залізної руди, і лінія вивантаження тонкомеленої залізної руди приєднана до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у місці, де лінія вивантаження тонкомеленої залізної руди розташована вище нижнього кінця відповідної частини циклону, додатково встановленого у кожному з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, і нижче лінії завантаження тонкомеленої залізної руди.

13. Пристрій для виготовлення чавуну, який включає:

- щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, призначений для відновлення тонкомеленої залізної руди з перетворенням її у відновлене залізо в утвореному псевдозрідженому шарі;

- завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди, призначений для подачі тонкомеленої залізної руди у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром;

- лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, якою безпосередньо приєднано завантажувальний бункер з кожним з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром і яка виконана з можливістю безпосереднього завантаження тонкомеленої залізної руди у кожний з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром;

- лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди, яка приєднана до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у середній або верхній частині псевдозрідженого шару для вивантаження тонкомеленої залізної руди з цього відновлювального реактора;

- плавильний газогенератор для виготовлення чавуну, який для цього обладнано засобами завантаження грудкуватих карбоновмісних матеріалів і відновленого заліза, і засобами вдування оксигену; і

- лінію подачі відновлювального газу для подачі відновлювального газу з плавильного газогенератора до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром.

14. Пристрій за п. 13, який **відрізняється** тим, що додатково включає гасильний пристрій, приєднаний до лінії завантаження тонкомеленої залізної руди і лінії вивантаження тонкомеленої залізної руди.

15. Спосіб виготовлення чавуну, який включає:

- безпосереднє завантаження тонкомеленої залізної руди у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди через лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, якою безпосередньо з'єднують завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди з кожним з існуючої сукупності відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром;

- перетворення тонкомеленої залізної руди у відновлене залізо під час проходження цієї руди через щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром;

- завантаження грудкуватих карбоновмісних матеріалів і відновленого заліза у плавильний газогенератор, приєднаний до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром і вдування оксигену у цей плавильний газогенератор, і виготовлення чавуну у ньому; і

- подачу відновлювального газу з плавильного газогенератора у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

16. Спосіб за п. 15, який **відрізняється** тим, що тонкомелену залізну руду безпосередньо завантажують лише в один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, заздалегідь визначений серед сукупності відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром для подачі цієї руди.

17. Спосіб за п. 15, який **відрізняється** тим, що додатково включає подачу тонкомеленої залізної руди у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди через головну лінію цієї руди, причому головною лінією завантаження тонкомеленої залізної руди приєднують завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром, найближчим до завантажувального бункера.

ра тонкомеленої залізної руди, також головною лінією завантаження тонкомеленої залізної руди

з'єднують суміжні відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром один з одним.

Винахід стосується способу і пристрою для виготовлення чавуну, які забезпечують стабільне завантаження і вивантаження дрібної залізної руди в аварійних ситуаціях.

Чорна металургія є базовою галуззю, яка постачає основні матеріали, необхідні для конструювання і виробництва автомобілів, суден, побутових предметів тощо. Ця індустрія розвивалась з найранішніх часів людства. Металургійні виробництва, які грають вирішальну роль в чорній металургії, виробляють сталь з розплаву заліза і постачають її споживачам після отримання цього розплаву (тобто, чавуну у стані розплаву) з залізних руд і вугілля як сировини.

Зараз приблизно 60% світового виробництва заліза виробляються з застосуванням доменних печей, тобто методом, розробленим ще у 14-му столітті. Згідно з цим методом, кокс, виготовлений з використанням залізної руди і бітумінозного вугілля, після проходження через процес спікання вносять у доменну піч і подають у піч кисень для відновлення залізної руди до заліза, отримуючи розплав заліза. Застосування доменних печей, яке практикують у більшості виробництв розплаву заліза, вимагає, щоб сировина мала щонайменше заздалегідь визначені твердість і розмір гранул, який забезпечує належну вентиляцію у печі з урахуванням реакційних характеристик. Тому кокс, отриманий у процесі обробки спеціального сирого вугілля, є необхідним як джерело карбону, що використовується як паливо і відновлювач. Крім того, потрібно мати джерело заліза, яким є спечена залізна руда, отримана агломерацією. Отже, сучасний доменний процес потребує обладнання для попередньої обробки сировини, наприклад, коксувального обладнання і обладнання для спікання. Крім того, необхідно мати допоміжне обладнання для доменної печі і обладнання для мінімізації забруднення довкілля. Значні інвестиції для забезпечення такого обладнання підвищують вартість виробництва.

Для вирішення цих проблем були проведені значні дослідження у різних країнах для розробки процесу відновлювального плавлення, який дозволяє отримати розплавлене залізо, використовуючи сире вугілля як паливо і відновлювач і залізні руди, як джерело заліза. У плавильному відновлювальному процесі чавун виготовляють у плавильному газогенераторі з прямим використанням сирого вугілля як палива і відновлювального агента і залізної руди як джерела заліза. При цьому кисень вдувають через сукупність форсунок, встановлених у зовнішній стінці плавильного газогенератора, спалюють ущільнений вугільний шар у плавильному газогенераторі і отримують чавун. Кисень перетворюється у гарячий відновлювальний газ, який подають у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, де гарячий

відновлювальний газ відновлює тонкомелену залізну руду і виводиться назовні.

Відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром відновлює тонкомелену залізну руду з розміром часток не більше 8мм. Тонкомелене залізо псевдозріджується у потоці відновлювального газу і відновлюється у відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром. Отже, відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром відновлює тонкомелену залізну руду через взаємодію відновлювального газу як газу з тонкомеленою залізною рудою як твердою речовиною. Відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром має циклон і розподільну плату, в якій у регулярному порядку встановлено форсунки. Циклон має конічну частину, розташовану у його верхній частині і відповідну частину, розташовану у його нижній частині. Відновлювальний газ спрямовується до верхньої частини з нижньої частини відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром і проходить через розподільну плату. Через розподільні форсунки, встановлені на розподільній платі відновлювальний газ може бути з високою швидкістю спрямований до верхньої частини розподільної плати. Конусна частина циклону, розташована у верхній частині відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром збирає тонкомелену залізну руду і повертає її у нижню частину відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром через відповідну частину.

Відновлювальний газ проходить через розподільну плату однорідний потоком через всю площу відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром. Однак, коли тонкомелену залізну руду завантажують у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром на початку процесу, псевдозріджений шар не утворюється по усій висоті нижнього кінця відповідної частини, через яку відновлювальний газ тече з високою швидкістю у його верхню частину. Отже, коли відповідна частина не закрита, тонкомелена залізна руда і відновлювальний газ проходять назад, щоб піднятися до конусної частини через відповідну частину.

Тонкомелене залізо, розсіяне у верхній частині відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром збирається у конусній частині циклону і рециркулює до нижньої частини реактора. Протікаючи назад, тонкомелене залізо і розсіяна тонкомелена руда зіштовхуються і блокують відповідну частину. Крім того, виникає ситуація, коли відповідна частина блокується внаслідок відділення шару покриття усередині циклону. Як зазначено вище, на інший циклон діє велике навантаження, якщо відповідна частина заблокована і циклон не може нормально працювати, і тоді велика кількість тонкомеленого заліза викидається з відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром. У цьому явищі хоча зворотний потік тонкомеленого заліза до відповідної

частини значно зменшується, коли псевдозріджений шар досягає відповідної частини при викиданні тонкомеленої залізної руди і тоді відповідна частина закупорюється псевдо-зрідженим шаром, а це створює нестабільність на початку роботи реактора.

Отже, якщо потік тонкомеленої залізної руди у відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром не є нормальним внаслідок нестабільної його роботи, висота псевдозрідженого шару досягає або перевищує вихідний прохід для тонкомеленої руди. Тиск гасильника контролюється таким чином, щоб він був нижчим за тиск псевдозрідженого шару через використання іншого вихідного проходу для зниження висоти псевдозрідженого шару. Висота псевдозрідженого шару може бути знижена вивантаженням тонкомеленої руди у гасильник дією різних тисків. Однак, оскільки потік відновлювального газу псевдозрідженого шару концентрується в іншому вихідному проході у момент примусового вивантаження тонкомеленою руди різницею тисків, псевдозріджений шар ущільнюється. Відповідно, тонкомелена руда падає у нижню частину розподільної плати і в іншому вихідному проході і поблизу нього утворюється застійний шар, і це призводить до утворення непсевдозрідженого шару, що припиняє роботу відновлювального реактора.

Задачею винаходу є створення способу виготовлення чавуну, здатного забезпечити стабільні швидкі завантаження і розвантаження тонкомеленої в аварійних ситуаціях.

Крім того, задачею винаходу є створення пристрою для виготовлення чавуну, здатного забезпечити стабільні швидкі завантаження і розвантаження тонкомеленої в аварійних ситуаціях.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу включає i) щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром для відновлення тонкомеленої залізної руди і i) перетворення тонкомеленої залізної руди у відновлене залізо ii) завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди для подачі цієї руди у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, iii) лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, яка безпосередньо з'єднує завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди з кожним відновлювальним реактором з псевдозрідженим шаром і безпосередньо завантажує тонкомелену залізну руду у кожний відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, iv) плавильний газогенератор, в якому виготовляється чавун і в який завантажують грудкуваті карбоновмісні матеріали і відновлене залізо і вдувають кисень і v) лінію подачі відновлювального газу для постачання цього газу з плавильного газогенератора у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

Лінія завантаження тонкомеленої залізної руди може включати i) лінію завантаження субтонкої залізної руди, з'єднану з завантажувальним бункером тонкомеленої залізної руди і ii) відгалуження лінії завантаження тонкомеленої залізної руди, що відгалужується від лінії завантаження субтонкої залізної руди і з'єднана з кожним з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром. Пристрій

для виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу може також включати гасильний пристрій, з'єднаний з завантажувальним бункером тонкомеленої залізної руди через лінію завантаження субтонкої залізної руди.

Може бути встановлена сукупність з'єднань у місцях, де лінія завантаження субтонкої залізної руди з'єднується з лінією завантаження тонкомеленої залізної руди, і встановлені завантажувальні клапани між суміжними з'єднаннями, між завантажувальним бункером тонкомеленої залізної руди і найближчим до нього з'єднанням і між гасильним пристроєм і найближчим до нього з'єднанням. Завантажувальний клапан може бути встановлений у відгалуженні лінії завантаження тонкомеленої залізної руди.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу може, крім того, включати головну лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, яка приєднує завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди до найближчого відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром і з'єднує один з одним суміжні відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром. Лінія завантаження субтонкої залізної руди може бути приєднана до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром на висоті, що дорівнює висоті розташування з'єднання головної лінії завантаження тонкомеленої залізної руди з відновлювальним реактором з псевдозрідженим шаром. Лінія завантаження субтонкої залізної руди, приєднана до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром, може утворювати заздалегідь визначений кут з головною лінією завантаження тонкомеленої залізної руди у місці, де головна лінія завантаження тонкомеленої залізної руди приєднується до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром. Цей кут може становити від 30° до 150°.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з іншим втіленням винаходу включає i) щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, в якому утворюється псевдозріджений шар, і цей реактор відновлює тонкомелену залізну руду і перетворює її у відновлене залізо, ii) лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди, з'єднану з кожним з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у середній або верхній частині псевдозрідженого шару для вивантаження тонкомеленої залізної руди з цього реактора, iii) плавильний газогенератор, який виготовляє чавун і в який для цього завантажують грудкуваті карбоновмісні матеріали і відновлене залізо і вдувають кисень, і iv) лінію подачі відновлювального газу, яка подає відновлювальний газ з плавильного газогенератора у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з ще одним втіленням винаходу може додатково включати гасильний пристрій, приєднаний до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром через лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди. Пристрій для виготовлення чавуну згідно з іншим втіленням винаходу може також включати іншу лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди, безпосередньо встановлену на роз-

подільній платі у кожному відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром. Ця лінія вивантаження тонкомеленої залізної руди може бути приєднана до іншої лінії вивантаження тонкомеленої залізної руди.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з одним з втілень винаходу може, крім того, включати лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, яка приєднує відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром один до одного і до ліній вивантаження тонкомеленої залізної руди. Лінія вивантаження тонкомеленої залізної руди може бути приєднана до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у місці, де ця лінія вивантаження розташована вище нижнього кінця відвідної частини циклону, встановленого у кожному з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, і нижче лінії завантаження тонкомеленої залізної руди.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з іншим втіленням винаходу включає i) щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, в якому утворюється псевдозріджений шар, і цей реактор відновлює тонкомелену залізну руду і перетворює цю залізну руду у відновлене залізо, ii) завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди, який подає тонкомелену залізну руду у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, iii) лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, яка безпосередньо приєднує завантажувальний бункер до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром і безпосередньо завантажує тонкомелену залізну руду у кожний з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, iv) лінію вивантаження тонкомеленої залізної руди, приєднану до кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у середній або верхній частині псевдозрідженого шару для вивантаження тонкомеленої залізної руди з кожного з цих реакторів, v) плавильний газогенератор, в який завантажують грудкуваті карбоновмісні матеріали і відновлене залізо і вдувають кисень, і який виготовляє чавун, і vi) лінію подачі відновлювального газу, яка подає відновлювальний газ з плавильного газогенератора у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

Пристрій для виготовлення чавуну згідно з ще одним втіленням винаходу може, крім того, включати гасильний пристрій, приєднаний до лінії завантаження тонкомеленої залізної руди, і лінії вивантаження цієї залізної руди.

Спосіб виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу включає i) безпосереднє завантаження тонкомеленої залізної руди у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди через лінію завантаження тонкомеленої залізної руди, яка безпосередньо приєднує завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди до кожного з сукупності відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, ii) перетворення тонкомеленої залізної руди у відновлене залізо у процесі проходження тонкомеленої залізної руди через щонайменше один відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, iii) завантаження грудкуватих

карбоновмісних матеріалів і відновленого заліза у плавильний газогенератор, приєднаний до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром і вдування кисню у плавильний газогенератор для виготовлення чавуну і iv) подачу відновлювального газу з плавильного газогенератора у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

Тонкомелена залізна руда може бути безпосередньо завантажена лише у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, заздалегідь визначений з сукупності відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром. Спосіб виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу може також включати подачу тонкомеленої залізної руди у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди через головну лінію завантаження тонкомеленої залізної руди. Головна лінія завантаження тонкомеленої залізної руди може приєднувати завантажувальний бункер тонкомеленої залізної руди до відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром, найближчого до завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди, причому головна лінія завантаження тонкомеленої залізної руди приєднує суміжні відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром один до одного.

Оскільки у пристрої для виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу тонкомелену залізну руду можна швидко завантажувати або вивантажувати, стабільність роботи значно поліпшується. Крім того, оскільки фактори, що роблять роботу нестабільною, усуваються відверненням блокування циклону або утворення застійного шару, забезпечується стабільне підтримання операцій.

У кресленнях:

Фіг.1 - схема пристрою для виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу;

Фіг.2 - збільшений вигляд третього відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром з Фіг.1;

Фіг.3 - схематичний вигляд відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром з Фіг.1;

Фіг.4 - ілюстрація стану, в якому тонкомелену залізну руду завантажують у відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром Фіг.1;

Фіг.5 - схематичний вигляд модифікованого відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром з Фіг.1;

Фіг.6 - інший схематичний вигляд модифікованого відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром з Фіг.1.

Далі з посиланнями на Фіг.1-6 розглядаються втілення винаходу, які слугують лише ілюстраціями і не обмежують винаходу.

Фіг.1 ілюструє пристрій 100 для виготовлення чавуну згідно з втіленням винаходу без обмеження винаходу. Пристрій 100 для виготовлення чавуну може бути модифікований і реалізований в інших формах.

Пристрій 100 для виготовлення чавуну включає щонайменше один відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром, плавильний газогенератор 60, лінію 70 подачі відновлювального газу і пристрій 50 виготовлення ущільненого заліза.

Крім того, пристрій 100 для виготовлення чавуну може включати пристрій 55 зрівнювання гарячого тиску для перенесення ущільненого заліза, виготовленого у пристрої 50 виготовлення ущільненого заліза, до плавильного газогенератора 60. Пристрій 55 зрівнювання гарячого тиску переносить ущільнене залізо, виготовлене у пристрої 50 виготовлення ущільненого заліза до плавильного газогенератора 60. Завантажувальний бункер 56 ущільненого заліза може тимчасово його зберігати.

Пристрій завантаження тонкомеленої залізної руди і пристрій розвантаження цієї руди, розташовані поблизу відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром, не показані для спрощення. Вони розглядаються детально на Фіг.3-6.

Відновлювальний реактор 200 з псевдозрідженим шаром включає перший відновлювальний реактор 10, другий відновлювальний реактор 20, третій відновлювальний реактор 30 і четвертий відновлювальний реактор 40. Хоча 4 відновлювальні реактори 200 з псевдозрідженим шаром 200 з'єднані послідовно (Фіг.1), таке розташування вибрано лише для ілюстрації і не обмежує винаходу. Отже, можуть бути використані три відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром.

Як сировина залізна руда, наприклад, тонкомелена залізна руда, переробляється у чавун пристроєм 100 виготовлення чавуну. Спочатку тонкомелену залізну руду висушують і потім завантажують у завантажувальний бункер 45 тонкомеленої руди. До тонкомеленої залізної руди можуть бути домішані добавки, після чого суміш сушать і використовують за призначенням. Проходячи через відновлювальний реактор 200 з псевдозрідженим шаром тонкомелена залізна руда відновлюється і нагрівається, перетворюючись у відновлене залізо. Тонкомелену залізну руду послідовно завантажують у відновлювальні реактори з псевдозрідженим шаром (40, 30, 20 і 10), в яких утворюються псевдозріджені шари.

Спочатку тонкомелену залізну руду попередньо нагрівають у четвертому відновлювальному реакторі 40 з псевдозрідженим шаром відновлювальним газом. Розігріту тонкомелену залізну руду завантажують у третій і другий відновлювальні реактори 30, 20 з псевдозрідженим шаром. Тут тонкомелена залізна руда зазнає попереднього відновлення, після чого її завантажують у перший відновлювальний реактор 10 з псевдозрідженим шаром і, де вона остаточно відновлюється і перетворюється у відновлене залізо. Відновлювальний газ подають у відновлювальний реактор 200 з псевдозрідженим шаром через лінію 70 подачі відновлювального газу, приєднану до плавильного газогенератора 60 для виготовлення відновленого заліза. Відновлене залізо перетворюють в ущільнене залізо у пристрої 50 виготовлення ущільненого заліза. Відновлене залізо може бути безпосередньо завантажене у плавильний газогенератор 60 без проходження через пристрій 50 виготовлення ущільненого заліза.

Пристрій 50 виготовлення ущільненого заліза включає завантажувальний бункер 501, пару роликів 503 і подрібнювач 505. У бункері 501 завантаження зберігається тонкомелена залізна руда,

що відновлюється і пластифікується, проходячи через відновлювальний реактор 200 з псевдозрідженим шаром. Цю руду завантажують з бункера 501 завантаження у пару роликів 503 і пресуванням надають стрічкоподібної форми. Спресовану і формовану тонкомелену руду подрібнюють у подрібнювачі 505 і транспортують до плавильного газогенератора 60.

У плавильному газогенераторі 60 утворюється ущільнений шар вугілля. Грудкуваті карбоновмісні матеріали завантажують у верхню частину плавильного газогенератора 60, в який через сукупність форсунок 601, встановлених у зовнішній стінці плавильного газогенератора 60, вдувають кисень. Ущільнений шар вугілля запалюють киснем, після чого утворюється вугільний шар. Ущільнене залізо, приготовлене у пристрої 50 виготовлення ущільненого заліза завантажують у верхню частину плавильного газогенератора 60 і воно проходить через ущільнений шар вугілля, де розплавляється і частково відновлюється. Чавун може бути виготовлений описаним способом. У нижній частині плавильного газогенератора 60 передбачено зливний вентиль, через який вивантажують чавун і шлак.

Крім того, в ущільненому шарі вугілля, сформованому у плавильному газогенераторі 60, утворюється гарячий відновлювальний газ, який містить водень і монооксид карбону. Бажано, щоб верхня частина плавильного газогенератора 60, де утворюється відновлювальний газ, мала форму куполу. Відновлювальний газ з плавильного газогенератора 60 спрямовується до відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром через лінію 70 подачі відновлювального газу 70. Отже, тонкомелена залізна руда може бути відновлена і пластифікована за допомогою відновлювального газу.

Фіг.2 містить збільшене зображення другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром (Фіг.1). Хоча на Фіг.2 показано лише другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром, структура цього реактора може бути легко адаптована для описаних вище відновлювальних реакторів 40, 30, 10 з псевдозрідженим шаром. Структуру другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром на Фіг.2 наведено лише як ілюстрацію, яка не обмежує винаходу і може бути модифікована в інші форми.

У другому відновлювальному реакторі 20 з псевдозрідженим шаром 20 встановлено циклон 201 і розподільну плату 203. Як показано стрілкою, відновлювальний газ вдувають з нижньої частини другого відновлювального реактора 20 і спрямовують у його верхню частину, де він рівномірно розподіляється по верхній частині розподільної плати цього реактора, проходячи через цю плату 203. Псевдозріджений шар завантаженої тонкомеленої залізної руди формується саме цим рівномірно розподіленим відновлювальним газом. З цим газом у верхню частину циклону 201 вноситься тонкий залізний пил. Коли газ виводиться назовні, цей тонкий залізний пил збирається у циклоні 201 і спрямовується у нижню частину циклону 201. Циклон 201 має конусну частину 2013, в якій збира-

ється тонкий залізний пил, і відповідну частину 2011 для вивантаження цього пилу, зібраного у конусній частині 2013, у нижню частину циклону 201.

У двох лініях L201 і L203 завантаження тонкомеленої залізної руди, встановлених у другому відновлювальному реакторі 20 з псевдозрідженим шаром, передбачено завантажувальні клапани L201 і L203, які забезпечують контроль кількості завантаження тонкомеленої залізної руди. Обидві лінії L201 і L203 завантаження тонкомеленої залізної руди простягаються у напрямку сили тяжіння. Таким чином, тонкомелена залізна руда може бути завантажена у другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром з третього відновлювального реактора 30 з псевдозрідженим шаром (Фіг.1) під дією ваги. Лінії L201 і L203 завантаження тонкомеленої залізної руди приєднані до другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром на суттєво однаковій висоті, завдяки чому ця руда збирається на одній висоті.

Збільшене коло (Фіг.2) відзначає у плані структуру другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром. Як показано у цьому колі, може бути встановлена сукупність ліній L203 завантаження тонкомеленої залізної руди. Наприклад, Фіг.2 ілюструє стан, в якому дві лінії L203 завантаження тонкомеленої залізної руди встановлені по обидва боки лінії L201 завантаження тонкомеленої залізної руди. У цьому випадку лінії L203 завантаження тонкомеленої залізної руди приєднуються до другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром у напрямку до його центру з лінією L201 завантаження тонкомеленої залізної руди під заздалегідь визначеним кутом  $\alpha$  між ними. Отже, тонкомелена залізна руда концентровано завантажувється через лінії L201, L203 завантаження і однорідно розподіляється, відвертаючи цим нерівномірне проходження відновлювального газу. Зокрема, кут  $\alpha$  може становити від  $30^\circ$  до  $150^\circ$ . Якщо кут  $\alpha$  буде меншим за  $30^\circ$ , тонкомелена залізна руда занадто сконцентрується і утворить непсевдозріджений шар. Якщо кут  $\alpha$  перевищить  $150^\circ$ , тонкомелена залізна руда швидко вивантажується у лінію L201 завантаження тонкомеленої залізної руди, і це знижує час перебування у псевдозрідженому шарі, знижуючи цим ефективність відновлювальної реакції.

Тонкомелена залізна руда, завантажена у другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром, може бути завантажена у перший відновлювальний реактор 10 з псевдозрідженим шаром (Фіг.1) через іншу лінію L101 завантаження тонкомеленої залізної руди. Завантажувальні клапани, встановлені у лінії L101 завантаження тонкомеленої залізної руди, контролюють потік цієї руди. Перша і друга лінії вивантаження L205 і L207 тонкомеленої залізної руди приєднані до другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром поблизу нижньої частини лінії L101 завантаження тонкомеленої залізної руди. Перша лінія L205 вивантаження тонкомеленої залізної руди є головною лінією вивантаження, у яку потрапляє більша частина тонкомеленої залізної руди. Розвантажувальні клапани, встановлені у лініях L205 і L207 вивантаження тонкомеленої залізної руди

контролюють кількість завантаження тонкомеленої залізної руди.

Дві лінії L205 і L207 вивантаження тонкомеленої залізної руди встановлено, щоб відвертати переповнення псевдозрідженого шару, коли висота цього шару збільшується під час роботи. Коли псевдозріджений шар починає переповнюватись, тонкомелена залізна руда вивантажується назовні через дві лінії вивантаження тонкомеленої залізної руди L205 і L207 і переповнення псевдозрідженого шару відвертається.

Перша лінія L205 вивантаження тонкомеленої залізної руди приєднана до другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром у середній або верхній частині псевдозрідженого шару. Тому при переповненні псевдозрідженого шару тонкомелена залізна руда може бути спокійно вивантажена. У цьому випадку, оскільки напрямок потоку тонкомеленої залізної руди збігається з напрямком відновлювального газу, порушення псевдозрідженого шару може бути мінімізоване, а висота псевдозрідженого шару може бути контрольована.

Перша лінія вивантаження L205 тонкомеленої руди може бути приєднана до другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром таким чином, що перша лінія вивантаження L205 тонкомеленої руди буде розташована нижче кінця 2011а відповідної частини 2011 і нижче лінії L101 завантаження тонкомеленої залізної руди. При такому розташуванні перша лінія L205 вивантаження тонкомеленої залізної руди може вивантажувати назовні тонкомелену залізну руду не під дією сили, а природним шляхом.

Через другу лінію L207 вивантаження тонкомеленої залізної руди, встановлену безпосередньо на розподільній плиті 203, здійснюється вивантаження тонкомеленої залізної руди силою, що створюється різницею з тиском у гасильному пристрої (не показаному), приєднаному до нижньої частини лінії, коли псевдозріджений шар переповнюється або є порожнім. Оскільки перша і друга лінії вивантаження L205 і L207 тонкомеленої залізної руди з'єднані одна з одною, вони можуть використовуватись одночасно.

Фіг.3 ілюструє структуру завантаження тонкомеленою залізною рудою відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром (Фіг.1). На Фіг.3 зображено лише частину, пов'язану з завантаженням тонкомеленої залізної руди, решта ж не включена для спрощення. На Фіг.3 суцільна лінія показує шлях відновлювального газу, а тонка лінія - шлях тонкомеленої залізної руди. Циклон, розташований у цьому відновлювальному реакторі, показано пунктиром. Тонкомелена залізна руда надходить з завантажувального бункера 45 тонкомеленої залізної руди і проходить через кожний з відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром, перетворюючись у відновлене залізо, після чого надходить для зберігання у бункер 501 завантаження відновленого заліза. Як показано на Фіг.3, відновлювальний реактор 200 з псевдозрідженим шаром може мати пристрій завантаження тонкомеленої залізної руди без при-

строю розвантаження цієї руди, ілюстрованого Фіг.5.

Лінії завантаження тонкомеленої залізної руди (Фіг.3) включають перші лінії L401, L301, L201, L101 завантаження тонкомеленої залізної руди і другі лінії L45, L403, L303, L203, L103 завантаження тонкомеленої залізної руди. Перші лінії L45, L403, L303, L203, і L103 завантаження тонкомеленої залізної руди включають лінію завантаження субтонкої залізної руди L45 і відгалуження L403, L303, L203, і L103 лінії завантаження тонкомеленої залізної руди. Лінія L45 завантаження субтонкої залізної руди з'єднує завантажувальний бункер 45 тонкомеленої залізної руди з гасильним пристроєм 47. Відгалуження лінії завантаження тонкомеленої залізної руди L403, L303, L203, і L103 відходять від лінії L45 завантаження субтонкої залізної руди і приєднуються до кожного з відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром.

Отже, завантажувальний бункер 45 тонкомеленої залізної руди і кожний з відновлювальних реакторів 40, 30, 20 і 10 з псевдозрідженим шаром безпосередньо приєднані один до одного через другі лінії L45, L403, L303, L203 і L103 завантаження тонкомеленої залізної руди. Таким чином, тонкомелена залізна руда безперервно проходить через відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром, але безпосередньо завантажується у кожний відновлювальний реактор 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера 45 тонкомеленої залізної руди в особливих ситуаціях, наприклад, коли пристрій виготовлення чавуну починає роботу або зупиняється. В результаті у кожному з відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром швидко утворюється псевдозріджений шар і тому відповідна частина циклону швидко закривається. Таким чином, зворотний потік відновлювального газу через відповідну частину мінімізується і відвертається блокування циклону.

Тонкомелену залізну руду можна завантажувати разом, використовуючи не лише перші лінії L401, L301, L201 і L101 завантаження тонкомеленої залізної руди, але й другі лінії завантаження L45, L403, L303, L203 і L103. Оскільки тонкомелену залізну руду завантажують в обох напрямках, псевдозріджений шар може бути сформований більш швидко кожному з відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром. Перша лінія L401 завантаження тонкомеленої залізної руди з'єднує завантажувальний бункер 45 тонкомеленої залізної руди з четвертим відновлювальним реактором 40 з псевдозрідженим шаром, який є найближчим до нього. Крім того, перші лінії завантаження L301, L201 і L101 тонкомеленої залізної руди з'єднують суміжні відновлювальні реактори 40, 30, 20 і 10. Клапани V401, V301, V201, V101, встановлені у кожній з перших ліній L401, L301, L201 і L101 завантаження тонкомеленої залізної руди, забезпечують контроль потоку тонкомеленої залізної руди.

У місцях з'єднання лінії L45 завантаження субтонкої залізної руди з відгалуженнями L403, L303, L203 і L103 лінії завантаження тонкомеленої залізної руди встановлено з'єднувальні вузли P451,

P453, P455 і P457. Завантажувальні клапани V453, V455 і V457, встановлені між суміжними з'єднаннями P451, P453, P455 і P457, контролюють потік тонкомеленої залізної руди. Як завантажувальні клапани можуть бути використані кулькові клапани. Крім того, завантажувальний клапан V451 може бути встановлений між завантажувальним бункером 45 тонкомеленої залізної руди і суміжним до нього з'єднанням P451. Завантажувальний клапан V459 може бути встановлений між гасильним пристроєм 47 і суміжним з'єднанням P457 і контролювати потік тонкомеленої залізної руди.

Хоча на Фіг.3 зображено певну кількість завантажувальних клапанів, це зроблено лише для ілюстрації (а не обмеження) винаходу. Деякі завантажувальні клапани можуть бути виключені.

Завантажувальні клапани V403, V303, V203, V103, встановлені у кожному з відгалужень L403, L303, L203, і L103, контролюють потік тонкомеленої залізної руди, яку завантажують у кожний відновлювальний реактор 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром. Якщо завантажувальний бункер 45 тонкомеленої залізної руди необхідно швидко евакуувати внаслідок виходу з ладу відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром і тонкомелену залізну руду не можна завантажувати, завантажувальні клапани V451, V453, V455, V457 відкриваються, а решта закриваються, завдяки чому тонкомелену залізну руду можна вивантажити у гасильний пристрій 47 з завантажувального бункера 45 тонкомеленої залізної руди.

У нормальному режимі тонкомелену залізну руду завантажують у четвертий відновлювальний реактор 40 з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера 45 тонкомеленої залізної руди. Коли у четвертому відновлювальному реакторі 45 з псевдозрідженим шаром утворюється псевдозріджений шар і цей шар зростає до висоти місця приєднання лінії L301 завантаження тонкомеленої залізної руди, тонкомелену залізну руду завантажують у третій відновлювальний реактор 30 з псевдозрідженим шаром і у ньому поступово формується псевдозріджений шар через періодичне відкривання і закривання завантажувального клапану V301 тонкомеленої залізної руди. Якщо висота псевдозрідженого шару у третьому відновлювальному реакторі 30 з псевдозрідженим шаром зростає і нижня частина 2011a (Фіг.2) відповідної частини 2011 і кінцева частина лінії L301 завантаження тонкомеленої залізної руди закриваються псевдозрідженим шаром, завантажувальний клапан V303 тонкомеленої залізної руди відкривається і тонкомелена залізна руда природним шляхом перетікає через лінію L301 завантаження тонкомеленої залізної руди завдяки відкриттю завантажувального клапану V303 тонкомеленої залізної руди і тонкомелена залізна руда безперервно завантажується у відновлювальний реактор 30. За такою ж процедурою формується псевдозріджений шар у першому і другому відновлювальних реакторах 20, 10 з псевдозрідженим шаром, після чого тонкомелена залізна руда безперервним потоком тече з завантажувального бункера 45 тонкомеленої залізної руди до першого 10 відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром. У подальшому



розглядається завантаження тонкомеленої залізної руди в особливих ситуаціях, коли нормальна робота ускладнюється.

Фіг.4 ілюструє ситуацію, в якій тонкомелена залізна руда безпосередньо завантажувється лише у другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром 20 завантажувальним пристроєм, ілюстрованим Фіг.3. Хоча на Фіг.4 показано завантаження тонкомеленої залізної руди лише у другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром, це лише ілюструє винахід, не обмежуючи його. Тонкомелена залізна руда може бути безпосередньо завантажена лише в один, а саме, у четвертий (40) або третій (30), або другий (20), або перший (10) відновлювальний реактор з псевдозрідженим шаром.

Наприклад, якщо руда не проходить без перешкод потоком з третього (30) відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром до другого відновлювального реактора 20 з псевдозрідженим шаром, тонкомелена залізна руда може бути лише завантажена у другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром через відкриття завантажувальних клапанів V451, V453, V455, V203, які беруть участь лише у прямому завантаженні тонкомеленої залізної руди у другий відновлювальний реактор 20 з псевдозрідженим шаром. Решта завантажувальних клапанів V403, V303, V103, V457 і 459 залишаються закритими, запобігаючи безпосередньому завантаженню тонкомеленої залізної руди у решту відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10. Якщо псевдозріджений шар необхідно сформувати у другому відновлювальному реакторі 20 з псевдозрідженим шаром, тонкомелену залізну руду безпосередньо завантажують у цей реактор за описаною вище процедурою. Таким чином, забезпечується стабільність операцій.

Зокрема, оскільки описані дії є необхідними для швидкого формування псевдозрідженого шару у процесі роботи, завантажувальні клапани V401, V301, V201 і V101, що приєднують кожний з відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром, можуть бути відкриті. Однак, за необхідності ці завантажувальні клапани V401, V301, V201, V101 можуть залишатись закритими.

Фіг.5 містить збільшений вигляд структури вивантаження тонкомеленої залізної руди з відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром (Фіг.1). На Фіг.5 зображено лише частину, пов'язану з вивантаженням тонкомеленої залізної руди, решта ж не включена для спрощення. Суцільною лінією показано шлях відновлювального газу, а тонка лінія показує шлях тонкомеленої залізної руди. Як показано на Фіг.5, відновлювальний реактор 200 з псевдозрідженим шаром може мати пристрій розвантаження тонкомеленої залізної руди без пристрою завантаження тонкомеленою залізною рудою, ілюстрованого Фіг.3.

Лінія вивантаження тонкомеленої залізної руди на Фіг.5 включає перші лінії L405, L305, L205, L105 вивантаження тонкомеленої залізної руди і другі лінії L407, L307, L207, L107 вивантаження тонкомеленої залізної руди. Розвантажувальні клапани V405, V305, V205, V105, встановлені у перших лініях L405, L305, L205, L105 вивантажен-

ня тонкомеленої залізної руди відповідно, забезпечують вивантаження тонкомеленої залізної руди у гасильний пристрій 47 у випадку переповнення псевдозрідженого шару. Крім того, вивантаження тонкомеленої залізної руди у гасильний пристрій 47 забезпечується розвантажувальними клапанами V407, V307, V207, V107, встановленими у других лініях L407, L307, L207, L107 вивантаження тонкомеленої залізної руди, відповідно.

Як показано на Фіг.5, перші лінії L405, L305, L205, і L105 вивантаження тонкомеленої залізної руди і другі лінії L407, L307, L207, і L107 вивантаження тонкомеленої залізної руди можуть бути з'єднані. Інші розвантажувальні клапани V409, V309, V209, і V109, встановлені у їх нижній частині, мають бути приєднані до лінії L47 вивантаження тонкомеленої залізної руди для контролю потоку руди, що вивантажується до гасильного пристрою 47.

Тонкомелену залізну руду можна вивантажувати для контролю висоти псевдозрідженого шару під час нормальної роботи, використовуючи лише перші лінії L405, L305, L205, L105 вивантаження тонкомеленої залізної руди. У цьому випадку псевдозріджений шар не зазнає значних збурень і таким контролем встановлюється нижче належної висоти. Якщо виникає необхідність евакуйовувати внутрішню частину кожного з відновлювальних реакторів 40, 30, 20, 10 з псевдозрідженим шаром, наприклад, для припинення операцій, ці реактори можуть бути швидко евакуйовані з використанням як перших ліній L405, L305, L205, L105 вивантаження тонкомеленої залізної руди, так і других ліній L407, L307, L207, і L107.

Коли використовують пристрій розвантаження тонкомеленої залізної руди (Фіг.5), диференціація і налипання, що викликаються тривалим осадженням у відновлювальному реакторі 200 з псевдозрідженим шаром, може бути відвернута вивантаженням руди. Крім того, заздалегідь відвертають формування шару осаджень у других лініях L407, L307, L207, L107 вивантаження тонкомеленої залізної руди і поблизу з'єднувальної частини відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром, завдяки чому забезпечується підтримання оптимального робочого стану реактора.

Фіг.6 містить ілюстративну схему відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром, який включає пристрій завантаження з Фіг.3 і пристрій розвантаження з Фіг.5. Оскільки пристрій розвантаження відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром на Фіг.6 є ідентичним ілюстрованому Фіг.3, а пристрій розвантаження відновлювального реактора 200 з псевдозрідженим шаром на Фіг.6 є ідентичним ілюстрованому Фіг.5, детальний розгляд їх є зайвим. Гасильний пристрій 47 має з'єднання як з другою лінією L45 завантаження тонкомеленої залізної руди, так і лінією L44 вивантаження тонкомеленої залізної руди.

Як показано на Фіг.6, тонкомелена залізна руда може бути завантажена або вивантажена пристроєм завантаження і пристроєм розвантаження, встановленими разом. Отже, завантаженням або вивантаженням тонкомеленої залізної руди мак-

симізується стабільність і рівномірність роботи відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром.

Далі наведено приклади, що ілюструють винахід, не обмежуючи його.

#### Експериментальні Приклади

Експерименти проводять на пристрої для виготовлення чавуну, який має структуру, зображену на Фіг.6. Тиск відновлювального газу, що подається, становить 3,0бар і потік цього газу становить 160,000м<sup>3</sup>/год. Температура у четвертому відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром підтримують на рівні 450°C, у третьому відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром - на рівні 650°C, у другому відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром - на рівні 750°C і у першому відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром - на рівні 850°C. Інші умови експерименту є звичайними і добре відомі фахівцям і тому не розглядаються.

#### Експериментальний Приклад 1

Тонкомелену залізну руду безпосередньо завантажують у кожний з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром з завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди з використанням пристрою завантаження з Фіг.6.

#### Експериментальний Приклад 2

Тонкомелену залізну руду вивантажують з кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром у гасильний пристрій з використанням пристрою розвантаження з Фіг.6.

#### Порівняльний Приклад 1

Тонкомелену залізну руду завантажують у кожний з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, використовуючи звичайний спосіб завантаження, для порівняння з Експериментальним Прикладом 1. Тонкомелену залізну руду послідовно проводять через кожний з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, завантажуючи її з завантажувального бункера тонкомеленої залізної руди. Оскільки звичайний спосіб завантаження є добре відомим фахівцям, його опис не наведено.

#### Порівняльний Приклад 2

Тонкомелену залізну руду вивантажують з кожного з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром, використовуючи звичайний спосіб завантаження, для порівняння з Експериментальним Прикладом 2. Оскільки звичайний спосіб розвантаження є добре відомим фахівцям, його опис не наведено.

Результати завантаження тонкомеленої залізної руди згідно з описаним Експериментальним Прикладом 1 і Порівняльним Прикладом 1 наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Дані	Експериментальний Приклад 1	Порівняльний Приклад 1
Завантаження тонкомеленої залізної руди (т/год.)	180	120
Повний час заповнення відновлювального реактора з псевдозрідженим шаром (хвил.)	155	240
Час закриття відвідної частини у кожному з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром (хвил.)	25/20/20/25	50/40/35/50
Кількість блокувань циклон під час завантаження за 3 місяці	0	2

З табл. 1 можна бачити, що в Експериментальному Прикладі 1 було завантажено більше тонкомеленої залізної руди порівняно Порівняльним Прикладом 1 з застосуванням звичайного способу. Час завантаження тонкомеленої залізної руди у реактор значно знижується і псевдозріджені шари у кожному з відновлювальних реакторів з псевдозрідженим шаром утворюються швидше, і тому час

на закриття відвідної частини скорочується. Як уже відзначалось, швидке закриття відвідної частини забезпечило відсутність блокувань циклону протягом 3 місяців. Отже, стабільність роботи була забезпечена.

Табл. 2 містить порівняльні результати вивантаження тонкомеленої залізної руди в Експериментальному Прикладі 2 і Порівняльному Прикладі 2.

Таблиця 2

Дані	Експериментальний Приклад 2	Порівняльний Приклад 2
Різниця тиску у відновлювальному реакторі з псевдозрідженим шаром і тиску у гасильному пристрої (бар)	0,3-0,5	0,5-1,0
Утворення відкладень	відсутні	поблизу лінії вивантаження
Частота відмов насосів гасильного пристрою (кількість за місяць)	0	1
Кількість переповнень	0	2
Тривалість роботи	120 днів	60 днів

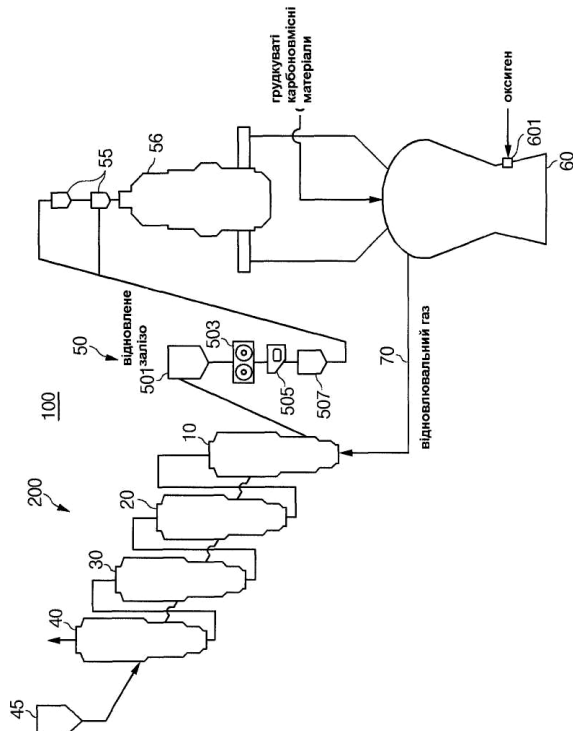
Згідно з табл. 2, різниця тисків між відновлювальним реактором з псевдозрідженим шаром і гасильним пристроєм є меншою в Експеримента-

льному Прикладі 2 згідно з винаходом порівняно з Порівняльним Прикладом 2, що відповідає звичайному способу. Причиною цього є природне ви-

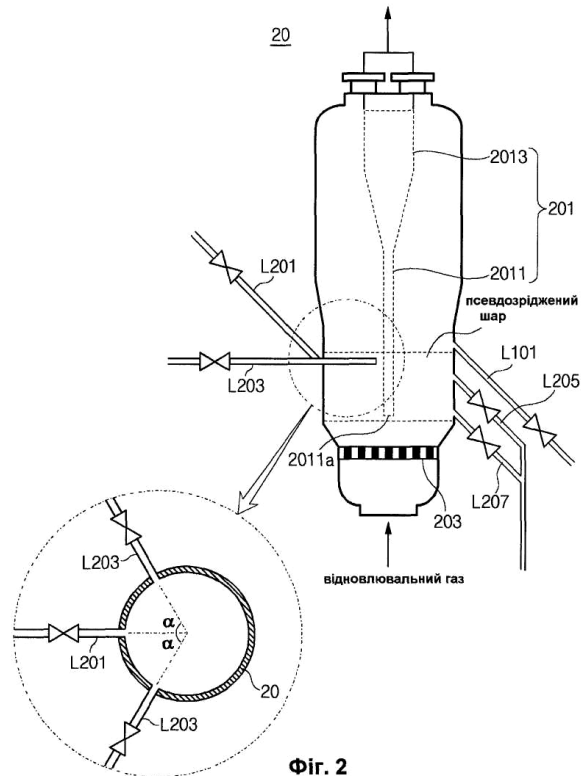
вантаження тонкомеленої залізної руди. Коли ця руда вивантажується природним чином, шар відкладень у лінії вивантаження тонкомеленої залізної руди не утворюється. Насос гасильного пристрою не виходив з ладу, а гасильний пристрій не переповнювався, оскільки цей пристрій не зазнавав значних навантажень в Експериментальному При-

кладі 2. Тривалість роботи була суттєво збільшена до 120 днів.

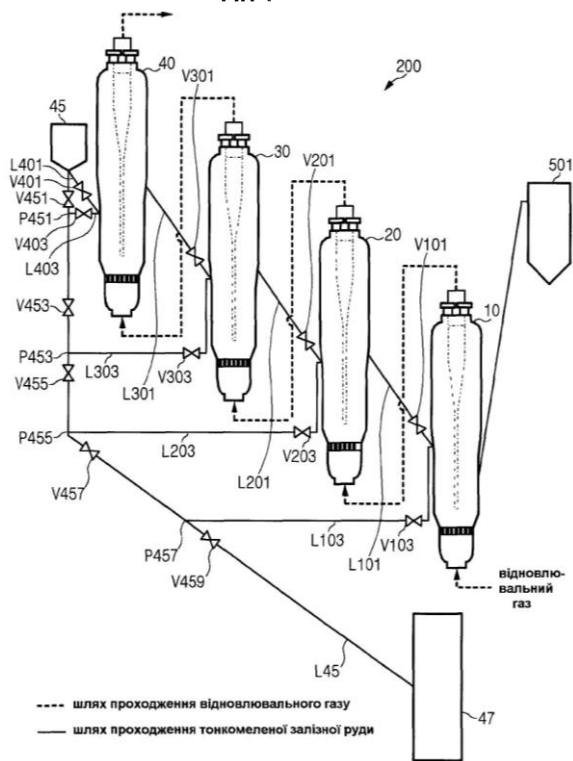
Вище були детально описані типові втілення винаходу, але зрозуміло, що припустимими є різні варіанти і/або модифікації, базовані на концепціях і об'ємі винаходу, визначених Формулою винаходу і їх еквівалентах.



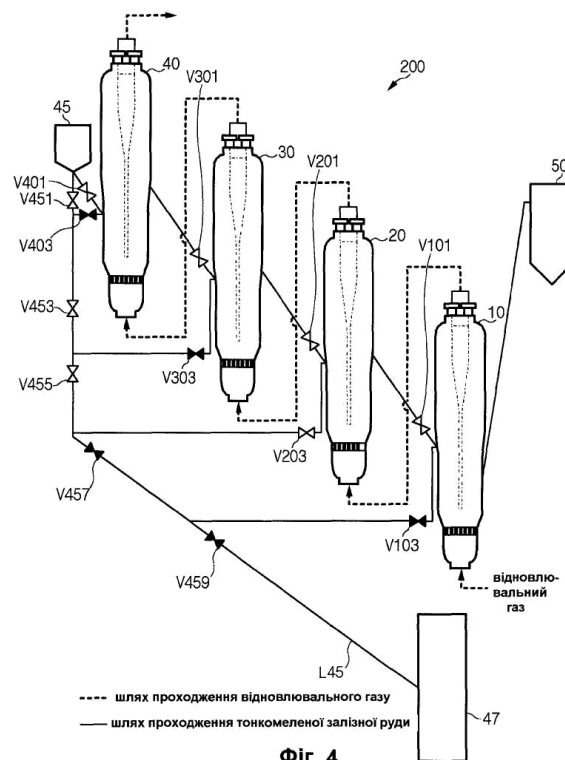
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

