



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **80228** (13) **C2**
(51) **МПК (2006)**
C21B 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БРИКЕТІВ З ВУГІЛЛЯ, СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ РОЗПЛАВУ ЗАЛІЗА ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РОЗПЛАВУ ЗАЛІЗА

1

2

(21) а200606640

(22) 26.01.2005

(24) 27.08.2007

(86) PCT/KR2005/000218, 26.01.2005

(31) 10-2004-0004738

(32) 26.01.2004

(33) KR

(46) 27.08.2007, Бюл. №13, 2007р.

(72) Кан Чан-Ог, KR, Парк Кун Тон, KR, Лі Гу Кун, KR, Бе Чін Чхан, KR, Ахн Го Сік, KR, Го Нам Гван, KR, Сон Чхан Іль, KR, Рйоу Чін Го, KR

(73) ПОСКО, KR

(56) US 6332911 B1, 25.12.2001

(57) 1. Спосіб виготовлення вугільних брикетів, що використовують у виготовленні розплаву заліза, який включає операції:

- первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля для приготування дрібного вугілля;
- домішування другої групи вугілля, яке має середнє альbedo (Rm) 0,8 або вище, до дрібного вугілля;
- висушування змішаного вугілля, яке містить дрібне вугілля з першої групи вугілля і другу групу вугілля, і вторинного сортування за розміром часток цього змішаного вугілля;
- додавання зміцнюючого агента до змішаного вугілля і змішування цього зміцнюючого агента зі змішаним вугіллям;
- додавання зв'язуючого малясу до змішаного вугілля і змішування зв'язуючого малясу зі змішаним вугіллям; і
- виготовлення вугільних брикетів формуванням змішаного вугілля.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції домішування другої групи вугілля до вугільного дрібняка вміст другої групи вугілля у змішаному вугіллі становить до 15-80 мас. %.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції додавання зміцнюючого агента один або більше зміцнюючих агентів вибирають з групи, яку складають: негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, цемент, бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що зміцнюючим агентом є гашене вапно.

5. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що в операції додавання зміцнюючого агента зміцнюючим агентом є негашене вапно, яке перетворюють у гашене вапно згідно з хімічною реакцією: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$.

6. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що в операції додавання зміцнюючого агента зміцнюючим агентом є негашене вапно, здатне разом зі зв'язуючим малясом утворювати сахарат-кальцієвий зв'язок.

7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції додавання зміцнюючого агента цей агент додають у кількості 1-5 мас. частин на 100 мас. частин змішаного вугілля, попередньо висушеного і підданого сортуванню за розміром часток, а в операції додавання зв'язуючого малясу цей маляс додають у кількості 5-15 мас. частин.

8. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції висушування змішаного вугілля і вторинного сортування змішаного вугілля за розміром часток вміст води у змішаному вугіллі контролювано доводять до 4-10 мас. %.

9. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції одержання вугільних брикетів вугільний брикет має вміст летких речовин 20-40 мас. %, вміст вугільної золи 20 мас. % або менше і вміст зв'язаного вуглецю 45-70 мас. % на сухій основі.

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що в операції одержання вугільних брикетів вугільний брикет містить 50 мас.% або менше SiO_2 .

11. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції одержання вугільних брикетів 80 мас. % або більше цих вугільних брикетів мають розмір частинок мінімум 10мм, визначений способом оцінювання холодної міцності, який полягає у чотириразовому скиданні двокілограмового зразка руди з висоти 5м у вільному падінні на сталеву плиту і вимірюванні розмірів частинок вугільних брикетів, що утворились.

12. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення вугільних брикетів, вугільні брикети містять мінімум 60% напівкоксу з розміром частинок мінімум 15мм, визначеним способом оцінювання гарячої міцності, який полягає у пропусканні нітрогену через реактор, в якому підтримують температуру 1000°C для отримання

(13) **C2**

(11) **80228**

(19) **UA**

напівкоксу в інертній атмосфері і вимірюванні розмірів частинок напівкоксу.

13. Спосіб виготовлення розплаву заліза, згідно з яким з вугілля формують ущільнений шар вугілля і попередньо відновлене залізо завантажують у цей ущільнений шар вугілля, і який включає операції: первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля для приготування дрібного вугілля; домішування другої групи вугілля, яке має середнє альbedo (Rm) 0,8 або вище, до дрібного вугілля; висушування змішаного вугілля, яке містить вугільний дрібняк з першої групи вугілля і другу групу вугілля, і вторинного сортування за розміром часток цього змішаного вугілля;

додання зміцнюючого агента до змішаного вугілля і змішування цього зміцнюючого агента зі змішаним вугіллем;

додання зв'язуючого малясу змішаного вугілля і змішування зв'язуючого малясу зі змішаним вугіллем;

виготовлення вугільних брикетів формуванням змішаного вугілля;

формування ущільненого шару вугілля, використовуючи грудкувате вугілля, відділене в операції первинного сортування за розміром часток, і вугільні брикети, і завантаження відновленого заліза для змішування в ущільнений шар вугілля; і подачі кисню в ущільнений шар вугілля спалюючи вугілля в ущільненому шарі і отримуючи розплав заліза плавленням відновленого заліза теплом згоряння.

14. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції домішування другої групи вугілля до вугільного дрібняка вміст другої групи вугілля у змішаному вугіллі становить до 15-80 мас. %.

15. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що операція висушування змішаного вугілля і вторинного сортування за розміром часток цього змішаного вугілля включає операції:

висушування змішаного вугілля і подрібнення змішаного вугілля з діаметром часток більше 4мм, присутнього у висушеному змішаному вугіллі, таким чином, щоб діаметр часток змішаного вугілля становив 4мм або менше.

16. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції додання зміцнюючого агента один або більше зміцнюючих агентів вибирають з групи, яку складають: негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, цемент, бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид.

17. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції додання зміцнюючого агента, цей агент додають у кількості 1-5 мас. частин на 100 мас. частин змішаного вугілля, яке було висушене і піддане сортуванню за розміром часток, а в операції додання зв'язуючого малясу цей маляс додають у кількості 5-15 мас. частин.

18. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції додання зв'язуючого малясу вміст твердих речовин у цьому малясі становить 70-80мас. %.

19. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення вугільних брикетів вугільний брикет має вміст летких речовин 20-40 мас. %, вміст вугільної золи 20 мас. % або менше і вміст зв'язаного вуглецю 45-70 мас. % на сухій основі.

20. Спосіб за п. 19, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення вугільних брикетів вугільний брикет містить 50 мас. % або менше SiO_2 .

21. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення вугільних брикетів об'єм вугільних брикетів становить 10-50см³.

22. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення вугільних брикетів 80% або більше цих вугільних брикетів мають розмір частинок мінімум 10мм, визначений способом оцінювання холодної міцності, який полягає у чотириразовому скиданні двокілограмового зразка руди з висоти 5м у вільному падінні на сталеву плиту і вимірюванні розмірів частинок вугільних брикетів, що утворились.

23. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення вугільних брикетів, вугільні брикети містять мінімум 60% напівкоксу з розміром частинок мінімум 15мм, визначеним способом оцінювання гарячої міцності, який полягає у пропусканні нітрогену через реактор, в якому підтримують температуру 1000°C для отримання напівкоксу в інертній атмосфері і вимірюванні розмірів частинок напівкоксу.

24. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції формування ущільненого шару вугілля кількість вугільних брикетів, що використовують при формуванні цього шару, становить 20-80мас.% вугілля, використаного для формування цього ущільненого шару вугілля.

25. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення розплаву заліза вміст Si, розчиненого у цьому розплаві, становить 1 мас. % або менше.

26. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що додатково включає операцію рециркулювання вугільного дрібняка, що утворюється при виготовленні вугільних брикетів, і змішування цього дрібного вугілля зі змішаним вугіллем.

27. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення розплаву заліза відновлене залізо виготовляють попереднім відновленням грудкуватої залізної руди з доданням добавок.

28. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що в операції виготовлення розплаву заліза попередньо відновлюють дрібну залізну руду і добавки і піддають гарячому формуванню, після чого завантажують відновлене залізо.

29. Пристрій для виготовлення розплаву заліза завантаженням вугілля і попередньо відновленого заліза у плавильний газогенератор, який включає: сортувач за розміром часток для виконання первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля;

бункер вугілля для подачі другої групи вугілля, яке має середнє альbedo 0,8 або більше, причому бункер вугілля незалежний від сортувача за розміром часток;

вузол попередньої обробки, з'єднаний з сортувачем за розміром часток і бункером вугілля і призначений для висушування і виконання вторинного сортування під час змішування дрібного вугілля з першої групи вугілля і другої групи вугілля,

щонайменше один міксер, з'єднаний з вузлом попередньої обробки і призначений приймати зв'язуючий малярс і зміцнюючий агент для змішування зі змішаним вугіллем, в якому змішані дрібне вугілля з першої групи вугілля і друга група вугілля; вальцювальний прес, з'єднаний з міксером і призначений для формування змішаного вугілля; і плавильний газогенератор, який має зв'язок з сортувачем за розміром часток і вальцювальним пресом, і який виконаний з можливістю завантаження грудкуватого вугілля, відділеним сортувачем за розміром часток, вугільними брикетами, сформованими у вальцювальному пресі, і відновленим залізом для виготовлення розплаву заліза з одночасною подачею кисню.

30. Пристрій за п. 29, який **відрізняється** тим, що додатково включає:

бункер для зв'язуючого агента, призначений подавати зв'язуючий малярс; і

бункер для зміцнюючого агента, призначений подавати один або більше зміцнюючих агентів, вибраних з групи, яку складають: негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, цемент, бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид, причому бункер для зв'язуючого агента і бункер для зміцнюючого агента з'єднані з міксером.

31. Пристрій за п. 29, який **відрізняється** тим, що вузол попередньої обробки включає:

сушильну піч, з'єднану з сортувачем за розміром часток і бункером вугілля і призначену для висушування змішаного вугілля, в якому змішані дрібне вугілля з першої групи вугілля і друга група вугілля;

інший сортувальник за розміром часток для відбирання вугілля з діаметром часток 4мм або менше, що надходить з сушильної печі, і транспортування цього вугілля до міксера; і

дробильний пристрій для подрібнення вугілля з діаметром часток більше 4мм, отриманого після сортування за розміром часток.

32. Пристрій за п. 29, який **відрізняється** тим, що міксер включає місильну машину для перемішування змішаного вугілля і зв'язуючого малярсу.

33. Пристрій за п. 29, який **відрізняється** тим, що додатково включає рециркуляційний вузол, з'єднаний з вальцювальним пресом і міксером і призначений збирати дрібне вугілля, що утворилось у процесі виготовлення вугільних брикетів, і подавати це дрібне вугілля у міксер,

34. Пристрій за п. 29, який **відрізняється** тим, що додатково включає бункер для вугільних брикетів, з'єднаний з вальцювальним пресом і призначений для тимчасового зберігання вугільних брикетів, сформованих у вальцювальному пресі.

Винахід стосується способу виготовлення вугільних брикетів і способу і пристрою для отримання розплаву заліза і способу з застосуванням цих брикетів. Зокрема, винахід стосується способу виготовлення вугільних брикетів з безпосереднім використанням вугілля з широкими межами розмірів часток, а також способу і пристрою отримання розплаву заліза з застосуванням цього способу.

Чорна металургія є базовою галуззю, яка постачає основні матеріали, необхідні для конструювання і виробництва автомобілів, суден, побутових предметів тощо. Ця індустрія розвивалась з найраніших 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, не обійдуться допоміжне обладнання для доменної печі і обладнання для мінімізації забруднення довкілля. Значні інвестиції для забезпечення такого обладнання підвищують вартість виробництва. Для вирішення цих проблем проведені значні дослідження для розробки процесу відновлювального плавлення, який дозволяє отримати розплавлене залізо, використовуючи сире вугілля як паливо і відновлювач і залізні руди, як джерело заліза.

У [патентах США 4 409 023 і 5 534 046] описано пристрій і спосіб для отримання рідкого розплаву чавуну з використанням джерела грудкуватого заліза. Пристрій для отримання розплаву заліза реалізовано з використанням плавильного газогенератора, з'єднаного з реактором з ущільненим шаром або з реактором з псевдозрідженим шаром. Відновлене залізо, яке проходить від реактора з ущільненим шаром у реактор з псевдозрідженим шаром, завантажуються у плавильний газогенератор для розплавлення, після чого перетворюється у розплав заліза і шлак, який відкидають. У плавильний газогенератор подають вугілля для формування ущільненого шару вугілля і кисень через

фурми у нижній частині ущільненого шару вугілля для спалювання вугілля. Газові продукти згоряння перетворюються у гарячий відновлювальний газ, піднімаючись через ущільнений шар вугілля. Гарячий відновлювальний газ виводиться з плавильного газогенератора і подається у реактор з ущільненим шаром або у реактор з псевдозрідженим шаром.

Фіг.4 містить схему роботи згаданого плавильного газогенератора. У плавильний газогенератор 40, в який подають вугілля і відновлене залізо, має верхній купол і ущільнений шар вугілля у нижній частині.

Вугілля кімнатної температури, яке подають у плавильний газогенератор 40, безпосередньо контактує з потоком гарячого газу з температурою приблизно 1000°C у куполі, де швидко нагрівається і проходить униз до верхньої поверхні ущільненого шару вугілля. Проходячи до нижньої частини ущільненого шару вугілля, вугілля проходить через зону первинного піролізу, зону вторинного піролізу, зону газоутворення і зону згоряння і перетворюється у гарячий відновлювальний газ. У зоні первинного піролізу утворюються смола і піролізний газ, а у зоні вторинного піролізу вугілля конденсується і утворюється газ H_2 .

У зоні газоутворення відбувається хімічна реакція за формулою на Фіг.4. Крім того, відновлене залізо подається у плавильний газогенератор 40, де розплавлюється і утворює чавунний розплав і де проходить реакція, внаслідок якої зола, що міститься у вугіллі і домішки у відновленому залізі перетворюються у шлаки. Тепло для розплавлення у шлакоутворення забезпечується теплообміном між відновленим залізом і вугіллям і гарячими газовими продуктами згоряння вугілля у зоні згоряння, які утворюються згідно з цією хімічною формулою.

Для забезпечення нормальної роботи такого плавильного газогенератора, необхідно, щоб утворений ущільнений шар вугілля мав належну проникність. Для цього необхідно забезпечувати розмір часток вугілля у визначених межах.

Згідно з [патентами США 4 409 023 і 5 534 046] розмір часток вугілля у плавильному газогенераторі має становити від 8мм до 35мм. Однак, вугілля, що використовується для виготовлення заліза залежно від країни походження може мати значну кількість дрібних часток розміром менше 8мм. Отже, перед завантаженням у плавильний газогенератор необхідно відсортувати і видалити таке вугілля, і це призводить до значних втрат сирого вугілля. Крім того, це накладає зайві обмеження на розмір часток сирого вугілля.

Для вирішення цих проблем у [патенті США 6332911] запропоновано спосіб використання дрібного вугілля у плавильному газогенераторі, згідно з яким грудкувате вугілля з розміром часток 8мм і більше відбирають з основної маси вугілля і безпосередньо завантажують у плавильний газогенератор, а дрібне вугілля з розміром часток менше 8мм завантажують у плавильний газогенератор після додання бітуму як зв'язуючого агента у вигляді вугільних брикетів заздалегідь визначеного розміру або більше.

Згідно з цим способом, сировину однакового складу і властивостей використовують після сортування за розміром часток. Отже, у плавильному газогенераторі під час утворення розплаву заліза на процес впливає сире вугілля і це викликає необхідність сортувати сире вугілля і обмежує вибір сирого вугілля. Крім того, при використанні у плавильному газогенераторі вугільних брикетів необхідно дотримуватись вимог до розміру часток, щоб забезпечити належну проникність. Це накладає вимоги на міцність на стискання, гарячу міцність, швидкість гарячої диференціації, зольність і кількість зв'язаного вуглецю. При використанні сирого вугілля з однаковими вмістом і властивостями цим вимогам важко задовольнити.

Крім того використання дорогого бітуму як зв'язуючого підвищує вартість одиниці вугільних брикетів і тому підвищує витрати на виготовлення розплаву заліза. Коригування зольності є складною задачею, оскільки у гарячій зоні згоряння у нижній частині ущільненого шару вугілля плавильного газогенератора з SiO_2 , який міститься у вугіллі, утворюється газ SiO , який домішується у розплав заліза, що плавиться у процесі відновлення у зоні газоутворення в ущільненому шарі вугілля, і збільшує вміст Si у розплаві заліза, знижуючи його якість.

Спосіб згідно з винаходом призначено вирішити зазначені вище проблеми і він включає виготовлення вугільних брикетів високої якості доданням вугілля контрольованої якості до дрібного вугілля.

Винахід також включає спосіб виготовлення розплаву заліза з використанням способу виготовлення вугільних брикетів.

Крім того, винахід включає економічний пристрій для виготовлення розплаву заліза, який може бути встановлений на існуючому обладнанні і реалізувати зазначений спосіб виготовлення розплаву заліза.

Для вирішення зазначених вище задач, спосіб виготовлення вугільних брикетів, що, згідно з винаходом, використовуються у виготовленні розплавів заліза, включає: операцію первинного сортування першої групи вугілля за розміром часток; операцію домішування другої групи вугілля з середнім альбедо (R_m) 0,8 або вище до дрібного вугілля; операції висушування змішаного вугілля, яке містить дрібне вугілля першої групи вугілля і другу групу вугілля, і вторинного сортування змішаного вугілля за розміром часток; операції додання зміцнюючого агента до змішаної вугілля і змішування зміцнюючого агента з змішаним вугіллям; операції додання зв'язуючого малясу до змішаного вугілля і змішування зв'язуючого малясу з змішаним вугіллям; і операцію виготовлення вугільного брикету формуванням змішаного вугілля.

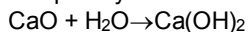
В операції домішування другої групи вугілля до дрібного вугілля, вміст другої групи вугілля у суміші може бути доведений до 15-80% (за масою) змішаного вугілля.

В операції додання зміцнюючого агента бажано, щоб один або більше зміцнюючих агентів були вибрані з групи, яку складають негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, цемент,

бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид.

Найбільш бажаним зміцнюючим агентом є гашене вапно.

В операції додання зміцнюючого агента цим агентом може бути негашене вапно, яке може бути перетворене у гашене вапно згідно з реакцією:



В операції додання зміцнюючого агента цим агентом може бути негашене вапно, яке разом з зв'язуючим малясом може утворювати сахарат-кальцієвий зв'язок.

В операції додання зміцнюючого агента цей агент може бути доданий у кількості 1-5 частин (за масою) на 100 частин (за масою) змішаного вугілля, підданого висушуванню і сортуванню за розміром; і в операції додання зв'язуючого малясу цей маляс може бути доданий у кількості 5-15 частин (за масою).

В операції висушування змішаного вугілля і вторинного сортування змішаного вугілля за розміром часток вміст води у змішаному вугіллі бажано підтримувати на рівні 4-10% (за масою) від змішаного вугілля.

В операції виготовлення вугільного брикету бажано, щоб цей брикет містив 20-40% легких матеріалів, 20% або менше вугільної золи і 45-70% зв'язаного вуглецю (на сухій ос нові).

В операції виготовлення вугільних брикетів бажано, щоб ці брикети містили 50% або менше SiO_2 .

В операції виготовлення вугільних брикетів 80% цих брикетів можуть мати розмір 10мм або більше згідно з способом оцінювання холодної міцності. Цей спосіб оцінювання міцності полягає в тому, що двокілограмовий зразок руди піддають чотириразовому вільному падінню з висоти 5 м на сталеву плиту і вимірюють розмір часток залишку вугільного брикету.

В операції виготовлення вугільних брикетів ці вугільні брикети можуть мати 60% або більше коксу з розміром часток 15мм або більше згідно з способом оцінювання гарячої міцності, який полягає в пропусканні нітрогену (газу) у реакторній печі при 1000°C для отримання коксу в інертній атмосфері і вимірюванні розміру часток коксу.

Для вирішення зазначених вище задач виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом включає спосіб виготовлення розплаву заліза, в якому з вугілля формується ущільнений шар і відновлене залізо, що було піддане попередньому відновленню, завантажується у цей ущільнений шар вугілля. Спосіб виготовлення розплаву заліза включає: операцію первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля для отримання дрібного вугілля; операції домішування другої групи вугілля, яке має середнє альbedo (R_m) 0,8 або вище до дрібного вугілля; операції висушування змішаного вугілля, яке містить дрібне вугілля з першої групи вугілля і другу групу вугілля, і вторинного сортування за розміром часток змішаного вугілля; операції додання зміцнюючого агента до змішаного вугілля і змішування зміцнюючого агента і змішаного вугілля; операції додання зв'язуючого малясу до змішаного вугілля і змішування зв'язуючого

малясу і змішаного вугілля; операцію виготовлення вугілля з брикетів формуванням змішаного вугілля; операцію формування ущільненого шару вугілля з використанням грудкуватого вугілля, яке було відділене під час операції первинного сортування за розміром часток, і вугільних брикетів, і завантаження відновленого заліза для змішування з ущільненим шаром вугілля; і операцію подачі кисню в ущільнений шар вугілля для спалювання вугілля в ущільненому шарі вугілля і виготовлення розплаву заліза розплавлюванням відновленого заліза теплом згоряння.

В операції домішування другої групи вугілля до дрібного вугілля вміст другої групи вугілля у суміші бажано доводити до 15-80% (за масою) змішаного вугілля.

Операції висушування змішаного вугілля і вторинного сортування за розміром часток змішаного вугілля можуть включати операцію висушування змішаного вугілля і операцію по дрібненню змішаного вугілля на частки діаметром більше 4мм і відбирання з висушеного змішаного вугілля часток діаметром 4мм або менше.

В операції додання зміцнюючого агента один або більше зміцнюючих агентів вибирають з групи, яку складають негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, це мент, бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид.

В операції додання зміцнюючого агента цей агент може бути доданий у кількості 1 -5 частин (за масою) на 100 частин (за масою) змішаного вугілля, яке було піддане висушуванню і сортуванню за розміром часток. Крім того, в операції додання зв'язуючого малясу цей маляс може бути доданий у кількості 5-15 частин (за масою).

В операції додання зв'язуючого малясу можна додавати маляс з вмістом твердих компонентів 70-85% (за масою).

В операції виготовлення вугільних брикетів бажано, щоб ці вугільні брикети містили 20-40% легких матеріалів, 20% або менше вугільної золи і 45-70% зв'язаного вуглецю (на сухій основі).

В операції виготовлення вугільних брикетів бажано, щоб ці вугільні брикети містили 50% або менше SiO_2 .

В операції виготовлення вугільних брикетів бажаний об'єм такого брикету становить 10-50см³.

В операції виготовлення вугільних брикетів бажано, щоб 80% цих брикетів мали розмір 10мм або більше згідно з способом оцінювання холодної міцності. Цей спосіб оцінювання міцності полягає в тому, що двокілограмовий зразок руди піддають чотириразовому вільному падінню з висоти 5 м на сталеву плиту і вимірюють розмір часток залишку вугільного брикету.

В операції виготовлення вугільних брикетів бажано, щоб вугільні брикети мали 60% або більше напівкоксу з розміром часток 15мм або більше згідно з способом оцінювання гарячої міцності, який полягає в пропусканні нітрогену (газу) у реакторній печі при 1000°C для отримання коксу в інертній атмосфері і вимірюванні розміру часток коксу.

В операції формування ущільненого шару вугілля бажано, щоб вугільні брикети становили 20-80% (за масою) вугілля, використаного для формування цього ущільненого шару.

В операції виготовлення розплаву заліза бажано, щоб вміст Si, розчиненого у розплаві заліза, становив 1% (за масою) або менше.

Може бути додана операції рециркулювання дрібного вугілля, утвореного під час виготовлення вугільних брикетів, і змішування дрібного вугілля з змішаним вугіллям.

В операції виготовлення розплаву заліза може бути завантажене відновлене залізо, виготовлене попереднім відновленням грудкуватої залізної руди з добавками. В іншому варіанті дрібна залізна руда і добавки можуть бути піддані попередньому відновленню і гарячому ущільненню і після цього може бути завантажене це відновлене залізо.

Винахід стосується також пристрою для виготовлення розплаву заліза, в якому вугілля і відновлене залізо, піддане попередньому відновленню, завантажуються у плавильний газогенератор для виготовлення розплаву заліза. Пристрій для виготовлення розплаву заліза включає сортувальник для первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля; бункер для розміщення і подачі другої групи вугілля, яке має середнє альbedo 0,8 або більше, причому цей бункер виконує цю операцію незалежно від сортувальника за розміром часток; вузол попередньої обробки, з'єднаний з сортувальником за розміром часток і з бункером для вугілля, для висушування і вторинного сортування з одночасним змішуванням дрібного вугілля з першої групи вугілля і другої групи вугілля; щонайменше один міксер, з'єднаний з вузлом попередньої обробки і призначений приймати зв'язуючий маляр і зміцнюючий агент для змішування з змішаним вугіллям, в якому змішані дрібне вугілля з першої групи вугілля і друга група вугілля; вальцювальний прес, з'єднаний з міксером для формування змішаного вугілля; і плавильний газогенератор, який з'єднано з сортувальником за розміром часток і вальцювальним пресом і в який завантажують грудкувате вугілля, відділене сортувальником за розміром часток, вугільні брикети, сформовані у вальцювальному пресі, і відновлене залізо для виготовлення розплаву заліза, з одночасною подачею кисню.

Пристрій для виготовлення розплаву заліза може також мати бункер для розміщення і подачі зв'язуючого малясу; і бункер для розміщення зміцнюючого агента і подачі одного або більше зміцнюючих агентів, вибраних з групи, яку складають негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, цемент, бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид. Бажано, щоб бункер для зв'язуючого малясу і бункер для зміцнюючого агента були з'єднані з міксером.

Вузол попередньої обробки може включати сушильну піч, з'єднану з сортувальником за розміром часток і вугільним бункером, для висушування змішаного вугілля, в якому змішані дрібне вугілля з першої групи вугілля і друга група вугілля; інший сортувальник за розміром часток для відбору ву-

гілля з частками діаметром 4мм або менше з сушильної печі і транспортування цього вугілля до міксера; і дробильний пристрій для подрібнення вугілля з частками діаметром більше 4мм, підданого сортуванню за розміром часток.

Бажано, щоб міксер мав місильну машину для перемішування змішаного вугілля і з зв'язуючим малярсом.

Пристрій для виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом також включає рециркулювальний вузол, з'єднаний з вальцювальним пресом і міксером, для збирання дрібного вугілля, що утворюється у процесі виготовлення вугільних брикетів, і подачі цього дрібного вугілля до міксера.

Пристрій для виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом може також включати бункер для вугільних брикетів, з'єднаний з вальцювальним пресом, для тимчасового зберігання вугільних брикетів, сформованих у вальцювальному пресі.

У кресленнях:

Фіг.1 - схема пристрою для виготовлення розплаву заліза згідно з першим втіленням винаходу;

Фіг.2 - схема пристрою для виготовлення розплаву заліза згідно з другим втіленням винаходу;

Фіг.3 - схема тестувального пристрою, призначеного для вимірювання гарячої міцності в експериментальному зразку згідно з винаходом; і

Фіг.4 - схема, що ілюструє роботу плавильного газогенератора у процесі виготовлення розплаву заліза.

Далі наведено детальний опис втілень винаходу з супроводжуваними кресленнями. Ці втілення ілюструють винахід і не обмежують винаходу.

Винахід включає спосіб виготовлення розплаву заліза з використанням вугілля з широким розподіленням розміру часток. Для забезпечення проникності і запобігання розсіюванню у плавильному газогенераторі винахід включає пристрій для виготовлення розплаву заліза, який забезпечує контрольований розмір часток вугілля, яке подається у плавильний газогенератор, щонайменше згідно з заздалегідь визначеним розміром. Тобто у пристрої і способі виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом грудкувате вугілля, частки якого мають розмір, що перевищує заздалегідь визначене значення, завантажуються у плавильний газогенератор безпосередньо, а вугільні брикети, виготовлені ущільненням дрібного вугілля, з розміром не більше заздалегідь визначеного розміру завантажуються у плавильний газогенератор для формування ущільненого шару вугілля. Крім того, у пристрої і способі для виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом у процесі виготовлення вугільних брикетів для контролю якості вугілля змішують з дрібним вугілля і це змішане вугілля формують у вугільні брикети, заздалегідь визначаючи їх гарячу міцність і холодну міцність. Одночасно поліпшується робота плавильного газогенератора і забезпечується отримання розплаву заліза високої якості.

Якщо для контролю якості вугілля змішують з дрібним вугіллям у такий спосіб, якість розплаву заліза можна поліпшити, контролюючи деякі параметри. Зокрема, розплав заліза високої якості можна приготувати, контролюючи альbedo вугілля,

співвідношення змішування вугілля для контролю якості і дрібного вугілля і співвідношення грудкуватого вугілля і вугільних брикетів.

Вугільні брикети, що подаються через вузол подачі вугілля, включений у пристрій для виготовлення розплаву заліза під час змішування, мають задовольняти певним умовам для контролю якості і отримання розплаву заліза з бажаними властивостями.

(1) Розмір часток вугілля має лежати у придатних межах.

Завдяки цьому гарячі газові продукти згоряння, що утворюються у зоні згоряння рівномірно розподіляються в ущільненому шарі вугілля у плавильному газогенераторі і цим може бути підвищений тепловий к.к.д. теплообміну між гарячими газовими продуктами згоряння і відновленням залізом і вугіллям. Крім того, оскільки проникність ущільненого шару вугілля можна належним чином підтримувати, розплавлений чавун і шлак можуть однорідним потоком стікати униз в ущільненому шарі вугілля.

(2) Має бути забезпечена належна холодна міцність вугільних брикетів.

Цим мінімізуються втрати, зумовлені утворенням пилу під час транспортування і зберігання вугільних брикетів, що подаються до плавильного газогенератора.

(3) Має бути забезпечений належний рівень швидкості гарячої диференціації.

Коли вугільні брикети потрапляють у плавильний газогенератор, внаслідок гарячої диференціації, викликаній швидким нагріванням у куполі плавильного газогенератора, утворюються дрібні частки. Ці дрібні частки забезпечують заздалегідь визначену швидкість гарячої диференціації з мінімізацією втрат на розсіювання назовні плавильного газогенератора, спричинене потоком гарячого газу, утвореного у куполі.

(4) Має бути забезпечений належний рівень гарячої міцності вугільних брикетів.

Завдяки цьому витримується навантаження, що створюється завантаженням матеріалів у верхню частину ущільненого шару вугілля і тиском газових продуктів згоряння з нижньої частини у зоні газоутворення в ущільненому шарі вугілля у плавильному газогенераторі.

(5) Сире вугілля має містити певну кількість (або менше) золи.

Завдяки цьому забезпечується зумовлений рівень (або нижчий) шлакоутворення в результаті реакції між вугіллям у зоні газоутворення і домішками відновленого залізі.

(6) Має бути забезпечений належний рівень зв'язаного вуглецю.

Цим відвертається недостатність кількості вуглецю, що нагрівається і постачається з зони газоутворення у зону згоряння.

Згідно з винаходом, умова (1) задовольняється сортуванням за розміром часток, умова (2) задовольняється змішуванням вугілля з зв'язуючим агентом і умови (3) - (6) задовольняються додаванням вугілля для контролю якості. Якщо не використовувати вугілля для контролю якості шляхом змішування і подавати у плавильний газогенера-

тор лише грудкувате вугілля і вугільні брикети, умови (3) - (6) важко задовольнити.

Далі детально розглядаються пристрій і спосіб виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом, які задовольняють наведеним вище умовам з урахуванням властивостей вугільних брикетів.

Фіг.1 і 2 містить схематичні зображення пристрою для виготовлення розплаву заліза, відповідно, згідно з першим і другим втіленнями винаходу. Фіг.1 ілюструє пристрій 10 для виготовлення розплаву заліза, в якому використовується реактор 100 з ущільненим шаром, а Фіг.2 ілюструє пристрій 20 для виготовлення розплаву заліза, в якому використовується реактор 200 з псевдозрідженим шаром. Кожний з пристроїв 10 і 20 включає вузол 400 подачі вугілля однієї структури, і вугілля подається до плавильного газогенератора 300 через цей вузол 400 для формування ущільненого шару вугілля.

У пристрої 10 для виготовлення розплаву заліза 10 згідно з першим втіленням винаходу (Фіг.1) грудкувату залізну руду і добавки змішують і піддають попередньому відновленню у реакторі 100 з ущільненим шаром для виготовлення відновленого заліза. Далі відновлене залізо завантажують в ущільнений вугільний шар у плавильному газогенераторі 300, отримуючи розплав заліза. Ущільнений вугільний шар утворюється з вугілля, завантаженого з вузла 400 подачі вугілля.

У пристрої 20 для виготовлення розплаву заліза згідно з другим втіленням винаходу (Фіг.2) залізну руду з малим розміром часток і добавки змішують для піддання попередньому відновленню у реакторі 200 з псевдозрідженим шаром. Далі гаряче ущільнене відновлене залізо подають з вузла 220 гарячого ущільнення, з'єднаного з реактором 200 з псевдозрідженим шаром, в ущільнений шар вугілля, утворений вугіллям, поданим з вузла 400 подачі вугілля. Після цього у плавильному газогенераторі 300 утворюється розплав заліза. Гарячі ущільнені матеріали подаються у плавильний газогенератор 300 через гарячий проміжний конверторний вузол 240, який забезпечує подачу належної кількості матеріалу.

Далі розглядається вузол 400 подачі вугілля, присутній в обох пристроях 10, 20 для виготовлення розплаву заліза згідно з першим і другим втіленнями винаходу.

Пристрої для виготовлення розплаву заліза згідно з першим і другим втіленнями винаходу включають сортувальник 411 за розміром часток для первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля; бункер 417 вугілля для подачі другої групи вугілля з середнім альбедо 0,8 або більше для контролю якості, причому бункер 417 вугілля виконує цю операцію незалежно від сортувальника 411; вузол 419 попередньої обробки, з'єднаний з сортувальником 411 і бункером 417 вугілля для висушування і виконання вторинного сортування у процесі змішування дрібного вугілля з першої групи вугілля і другої групи вугілля; щонайменше один міксер 425, з'єднаний з вузлом 419 попередньої обробки, для прийому зв'язуючого малясу і зміцнюючого агента для змішування з змішаним вугіллям, в якому змішані дрібне вугілля

з першої групи вугілля і друга група вугілля; вальцювальний прес 427, з'єднаний з міксером 425, для формування змішаного вугілля; і плавильний газогенератор 300, з'єднаний з сортувальником 411 і вальцювальним пресом 427. Грудкувате вугілля, від ділене у сортувальнику 411 за розміром часток, вугільні брикети, сформовані у вальцювальному пресі 427 і відновлене залізо завантажують у плавильний газогенератор 300, після чого розплав заліза виготовляється у плавильному газогенераторі 300 з одночасною подачею кисню. Зазначені пристрої включені у вузол 400 подачі вугілля. У плавильному газогенераторі 300 утворюються розплав заліза і шлаки. В іншому процесі перша група вугілля і друга група вугілля не змішуються окремою операцією, але змішуються у порядку проходження процесу. Наприклад, друга група вугілля може бути завантажена на конвеєр у процесі транспортування першої групи вугілля цим конвеєром, і, таким чином, перша група вугілля і друга група вугілля змішуються.

Пристрої для виготовлення розплаву заліза згідно з першим і другим втіленнями винаходу включають бункер 423 для зберігання і подачі зв'язуючого малясу для зв'язування вугілля; і бункер 421 для зберігання і подачі одного або більше зміцнюючих агентів, вибраних з групи, яку складають негашене вапно, гашене вапно, вапняк, карбонат кальцію, цемент, бентоніт, глина, кремнезем, силікат, доломіт, фосфорна кислота, сульфурова кислота і оксид. Бункер 421 для зміцнюючого агента, відокремлений від бункера 423 для зв'язуючого малясу, має з'єднання з міксером 425.

Міксер 425 може включати додатковий міксер для окремого змішування зв'язуючого малясу і зміцнюючого агента і може включати місильну машину для їх перемішування.

Вузол 419 попередньої обробки (Фіг.1) включає сушильну піч 459, з'єднану з сортувальником 411 за розміром часток і бункером 417 вугілля, для висушування змішаного вугілля, в якому змішані дрібне вугілля з першої групи вугілля і друга група вугілля; інший сортувальник 461 за розміром часток для відбору вугілля з діаметром часток 4мм або менше з сушильної печі 459; і дробильний пристрій 463 подрібнення вугілля з діаметром часток більше 4мм після сортування за розміром часток. Вузол 419 попередньої обробки може додатково мати бункер 465 змішаного вугілля для селективного тимчасового зберігання вугілля з діаметром часток 4мм або менше. Це може бути реалізоване як у першому, так і у другому втіленні (Фіг.2) винаходу.

Грудкувате вугілля з діаметром часток більше 8мм, яке не проходить через сортувальник 411 за розміром часток, проходить через вузол 413 висушування грудкуватого вугілля для висушування, після чого завантажуються безпосередньо у плавильний газогенератор 300. Грудкувате вугілля висушують у вузлі 413 висушування для контролю вологості грудкуватого вугілля, яке має становити 4% (за масою) або менше. З іншого боку, дрібне вугілля з першої групи вугілля, яке проходить через сортувальник 411, надходить до бункера дрібного вугілля 415 і потім змішується з другою гру-

пою вугілля для контролю якості вугілля у бункері 417 вугілля 417 і формування вугільних брикетів, які потім тимчасово зберігаються у бункері 431 вугільних брикетів, після чого подаються у плавильний газогенератор 300.

Пристрої згідно з першим і другим втіленнями винаходу, крім того, включають вузол 440 рециркулювання, з'єднаний з вальцювальним пресом 427 і призначений збирати дрібне вугілля, що утворюється у процесі виготовлення вугільних брикетів і подавати його у міксер 425. Вузол 440 включає вузол 429 відбору дрібного вугілля, бункер 433 дрібного вугілля і ре-циркувальний трубопровід 435. Крім того, вузол 440 рециркулювання може включати додаткові пристрої, необхідні для рециркулювання. Вузол 440 через рециркувальний трубопровід 435 подає дрібне вугілля, вибране у вузлі 429 відбору дрібного вугілля, у бункер 433 дрібного вугілля для тимчасового зберігання, і потім подає дрібне вугілля до міксера 425.

Розплав заліза виготовляють послідовністю операцій з використанням пристроїв для виготовлення розплаву заліза згідно з першим і другим втіленнями винаходу.

Спосіб виготовлення вугільних брикетів включає: операцію первинного сортування за розміром часток першої групи вугілля як сирого вугілля для приготування дрібного вугілля; операцію домішування другої групи вугілля з середнім альбедо (Rm) 0,8 або вище до дрібного вугілля; операції висушування змішаного вугілля, яке включає дрібне вугілля першої групи вугілля і другу групу вугілля, і вторинного сортування змішаного вугілля за розміром часток; операції додання зміцнюючого агента до змішаної вугілля і змішування зміцнюючого агента і змішаного вугілля; операції додання зв'язуючого малясу до змішаного вугілля і змішування зв'язуючого малясу з змішаним вугіллям; і операцію виготовлення вугільного брикету формуванням змішаного вугілля.

Спосіб виготовлення розплаву заліза включає: операції формування ущільненого шару вугілля з використанням грудкуватого вугілля, відділеного у процесі первинного сортування за розміром часток, і вугільних брикетів, і завантаження відновленого заліза для змішування з ущільненим шаром вугілля; операцію подачі кисню в ущільнений шар вугілля для спалювання вугілля в ущільненому шарі і операцію виготовлення розплаву заліза розплавлюванням відновленого заліза теплом згоряння. Операція додання зв'язуючого малясу до змішаного вугілля може включати процес перемішування для досягнення більшої однорідності.

Група вугілля є агрегатом вугілля, в якому змішані щонайменше одна або більше типів вугілля. Діаметр часток 8мм використовують як стандарт для первинного сортування за розміром часток і розрізнення грудкуватого вугілля і дрібного вугілля. Оскільки бажано, щоб у реакторі з ущільненим шаром для виготовлення розплаву заліза було використане грудкувате вугілля з діаметром часток більше 8мм і для цього відділене від дрібного вугілля розміром 8мм або менше, зазначений стандарт застосовують для сортування за розміром часток. Цей стандарт є лише прикладом і не

обмежує винаходу. Для сортування за розміром часток може бути застосований і інший стандарт.

Вугілля з середнім альбедо (Rm) 0,8 або вище змішують з дрібним вугіллям. В аналізі структури вугілля для обчислення відносного вмісту структурних складових компонентів і структурних мікрокомпонентів з застосуванням мікроскопу, альбедо вказує на амплітуду або енергію відбитого світла і амплітуду або енергію світла, що падає на поверхню матеріалу об'єкта. Середнє альбедо вугілля використовують для вимірювання максимального альбедо структурних мікрокомпонентів з застосуванням мікроскопу і світла з довжиною хвилі 546нм. Вугілля може бути оцінене через альбедо вітриніту, який є головним компонентом, причому середнє альбедо є пропорційним гарячій міцності. Отже, чим вищим є середнє альбедо, тим більшою є гаряча міцність вугільних брикетів, а це сприяє ефективності вугільних брикетів у плавильному газогенераторі.

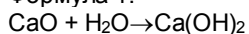
У випадку, коли середнє альбедо (Rm) вугілля, призначеного для контролю якості, є менше 0,8, це вугілля швидко диференціюється і не лише втрачає гарячу міцність, але й стає непридатним як джерело тепла. Тому бажано, щоб середнє альбедо вугілля для контролю якості становило 0,8 або більше. Прикладом такого вугілля є коксувальне. Його середнє альбедо звичайно не перевищує 3,0.

При домішуванні другої групи вугілля, призначеної для контролю якості, до дрібного вугілля бажано додавати другу групу вугілля до кількості 15-80% (за масою) від змішаного вугілля. Якщо вміст вугілля для контролю якості є меншим 15% (за масою) від змішаного вугілля, утруднюється поліпшення характеристик тонкого сирого вугілля. Крім того, якщо вміст вугілля для контролю якості перевищує 80% (за масою) від змішаного вугілля, це дає дуже незначне підвищення властивостей вугільних брикетів при високій температурі порівняно з подорожчанням сировини для вугільних брикетів.

Згідно з винаходом, зв'язуючий малярс і зміцнюючий агент можна додавати і змішувати. Бажано, щоб на 100 частин сухого і відсортованого за розміром часток змішаного вугілля вміст зміцнюючого агента становив 1-5 частин (за масою) і зв'язуючого малярсу - 5-15 частин (за масою).

Якщо негашене вапно (CaO), яке є одним з зміцнюючих агентів, змішують з змішаним вугіллям, залишкова вода у змішаному вугіллі реагує з негашеним вапном (CaO) з утворенням гідроксиду кальцію Ca(OH)_2 хімічною реакцією формули 1 і з видаленням води сильною реакцією калорифікації. Подальший процес формування бажано проводити з видаленням води для забезпечення бажаної міцності.

Формула 1:



Якщо воду видаляють у такий спосіб і використовують зв'язуючий малярс, негашене вапно і зв'язуючий малярс підвищують міцність вугільних брикетів внаслідок хімічної реакції утворення сахарат-кальцієвого зв'язку, а розплавлення зв'язуючого малярсу у воді не відбувається.

Згідно з винаходом бажано, щоб вміст доданого зміцнюючого агента становив 1-5 частин (за масою) на 100 частин (за масою) змішаного вугілля. Якщо кількість зміцнюючого агента є меншою 1 частини (за масою), воду неможливо видалити і тоді якісний сахарат-кальцієвий зв'язок між зв'язуючим малярсом і зміцнюючим агентом не утворюється, і це знижує міцність вугільних брикетів. Якщо вміст зміцнюючого агента перевищує 5 частин (за масою), якість вугільних брикетів погіршується.

Бажано, щоб вміст доданого зв'язуючого малярсу становив 5-15 частин (за масою). Якщо цей вміст є меншим 5 частин (за масою), міцність вугільних брикетів знижується внаслідок нестачі зв'язуючого малярсу у дрібному вугіллі. Якщо вміст зв'язуючого малярсу не перевищує 15 частин (за масою), виникають проблеми, пов'язані з адгезією і іншими ускладненнями під час змішування з дрібним вугіллям. Бажано, щоб зв'язуючий малярс містив тверді компоненти у кількості 70-85% (за масою). Якщо ці кількості є меншою 70% (за масою), вміст цукру, який є зв'язуючим агентом, є низьким, а вміст води високим, внаслідок чого міцність вугільних брикетів знижується. Якщо вміст твердих речовин перевищує 85% (за масою), в'язкість зв'язуючого агента підвищується, і це заважає однорідному змішуванню.

Хоча згідно з винаходом передбачено додання зв'язуючого малярсу, це не обмежує ви знаходу, який припускає домішування інших зв'язуючих агентів і інших добавок для поліпшення якостей цих агентів і вугільних брикетів.

Згідно з винаходом, операції висушування змішаного вугілля і вторинного сортування за розміром часток можуть включати операцію висушування змішаного вугілля і операцію подрібнення змішаного вугілля з діаметром часток більше 4мм у сухому змішаному вугіллі, щоб діаметр часток змішаного вугілля становив 4мм або менше. Бажано, щоб вміст води у змішаному вугіллі становив 4-10% (за масою) з урахуванням кількості змішаного зміцнюючого агента. Якщо вміст води у змішаному вугіллі буде менше 4% реакція між змішаним вугіллям і зміцнюючим агентом буде недостатньою і міцність виготовлених вугільних брикетів знизиться. Якщо вміст води у змішаному вугіллі перевищує 10% (за масою), адгезія і когезія на міцність у процесі формування знизять операційну ефективність. Крім того, якщо діаметр часток змішаного вугілля перевищує 4мм, вугільний брикет може зруйнуватись під час формування. Отже, діаметр часток вугілля має становити 4мм або менше.

Вугільні брикети, сформовані вальцювальним пресом 427, мають бажаний вміст летких компонентів 20-40%, 20% або менше вугільної золи і 45-70% зв'язаного вуглецю (на сухій основі). Якщо вміст летких речовин становить менше 20%, кількість генерованого газу, потрібного для відновлення залізної руди знижується і відновлення стає недостатнім, а витрати палива збільшуються. Якщо вміст летких речовин перевищує 40%, кількість зв'язаного вуглецю, потрібного для виготовлення розплаву заліза, знижується. Якщо вміст золи у вугіллі перевищує 20%, витрати палива збільшуються внаслідок збільшення об'єму шлаку. Ви тра-

ти палива зростають також тоді, коли вміст зв'язаного вуглецю стає меншим 45%, а коли цей вміст перевищує 70%, кількість газу, потрібного для відновлення руди, знижується, відновлення стає недостатнім, а витрати палива зростають.

Бажано, щоб вміст SiO_2 у золі становив 50% або менше. Якщо вміст SiO_2 у золі перевищує 50%, вміст Si у розплаві заліза зростає і якість розплаву знижується.

Крім того, необхідно, щоб вугільні брикети мали достатню холодну міцність для надійності транспортування і зберігання і мали достатню гарячу міцність для мінімізації утворення дрібних часток і забезпечення достатньої проникності під час завантаження у плавильний газогенератор.

Для визначення холодної міцності вугільних брикетів двокілограмовий зразок руди роняють з висоти 5 м у вільному падінні на сталеву плиту і повторюють цю процедуру 4 рази, після чого визначають у залишках вугільних брикетів кількість часток з діаметром 10 мм або більше. Бажано, щоб кількість таких вугільних брикетів встановила 80% або більше. Як що ця кількість є меншою 80%, збільшення швидкості диференціації під час транспортування і зберігання вугільних брикетів підвищує експлуатаційні витрати і порушує стабільність виробництва, негативно впливаючи на виробничі процеси. Також знижується продуктивність процесу відновлення при температурі розплаву заліза у плавильному газогенераторі.

Для оцінювання гарячої міцності вугільних брикетів нітроген (газ) пропускають через реакторну піч при 1000°C , і розподіляють отриманий напівкокс за розміром часток на групи з відносно великим розміром часток 15 мм або більше і з відносно малим розміром часток 10 мм або менше. Чим більшим є відносна кількість великих часток і чим меншим є відносна кількість малих часток, тим більшою є гаряча міцність вугільних брикетів. Для забезпечення достатньої гарячої міцності брикетів бажано, щоб кількість великих часток напівкоксу становила 60% або більше. Якщо ця кількість є меншою 60%, вугільні брикети згорятимуть у плавильному газогенераторі не повністю, кількість пилу зросте, а експлуатаційні витрати і витрати палива збільшаться.

Існує різниця між об'ємами вугільних брикетів і грудкуватого вугілля, що завантажуються у плавильний газогенератор. Вугільні брикети виготовляють з однаковим об'ємом $10\text{--}50\text{ см}^3$, бажано $20\text{--}40\text{ см}^3$. Оскільки розміри часток природного грудкуватого вугілля є меншими за розміри вугільних брикетів, з міркувань вентиляції вугільні брикети є більш бажаними. Межі об'єму для вугільних брикетів є оптимальними з точки зору хорошої вентиляції з урахуванням об'єму грудкуватого вугілля.

Якщо вугільні брикети, виготовлені у такий спосіб, і грудкувате вугілля з діаметром часток вище 8 мм завантажувати у плавильний газогенератор для формування ущільненого шару вугілля,

грудкувате вугілля з його природними компонентами і властивостями може не відповідати компонентам і властивостям плавильного газогенератора. Отже, бажано коригувати кількість вугільних брикетів згідно з компонентами і властивостями грудкуватого вугілля, щоб досягти узгодження з компонентами і властивостями стандартного плавильного газогенератора. Відповідно, вміст вугільних брикетів для завантаження у плавильний газогенератор має становити 20–80% (за масою) повної кількості завантаженого вугілля. Якщо ця кількість є меншою 20% (за масою), важко досягти поліпшення розподілення газу, реакцій газотворення і згоряння, потоку розплаву заліза і шлаків тощо. Якщо кількість вугільних брикетів перевищує 80% (за масою), кількість грудкуватого вугілля зменшується і виникають проблеми з збереженням запасу сирого вугілля.

Якщо виготовляти розплав заліза лише з грудкуватого вугілля, кількість SiO_2 становитиме приблизно 100 кг на т вугілля і тоді кількість SiO_2 , що утворюється у гарячій зоні згоряння у нижній частині ущільненого шару вугілля і потрапляє у розплав заліза у процесі відновлення і плавлення у зоні газотворення зростає, і, відповідно, зростає вміст Si у розплаві.

Але, оскільки зольність сирого вугілля може бути знижена і може бути контрольована до даних вугільних брикетів, кількість SiO_2 може бути знижена до приблизно 55 кг на 1 т вугільних брикетів, що знизить кількість утвореного SiO_2 і вміст Si у розплаві.

Якщо розплав заліза виготовляють, використовуючи вугільні брикети, приготвлені описаним вище способом, бажано, щоб вміст Si, розчиненого у розплаві заліза, становив 1% (за масою) або менше. Якщо цей вміст перевищує 1% (за масою), якість розплаву знижується.

Далі розглядаються експериментальні приклади, які є ілюстративними і не обмежують об'єму винаходу.

Приклади

У наведених далі прикладах були проведені експерименти з виготовлення розплаву заліза високої якості з коригуванням альbedo, співвідношення змішування вугілля для контролю якості і кількості вугільних брикетів. Наведено приклади, в яких варіюються альbedo і відношення змішування вугілля для контролю якості, а також кількість використаних вугілля брикетів.

Альbedo і відношення змішування вугілля для контролю якості

У Прикладах для виготовлення вугільних брикетів були змішані різні типи вугілля з різними середніми альbedo (R_m), після чого була виміряна їх гаряча міцність (див. Табл. 1). Для підвищення якості дрібного вугілля при домішуванні для контролю якості була використана група вугілля з середнім альbedo, вищим, ніж у дрібного вугілля.

Таблиця 1

Група вугілля	Технічний аналіз (суха основа, % (за масою))			Середнє альbedo (Rm)
	Леткі речовини	Зольність вугілля	Зв'язаний вуглець	
A	16,6	8,5	74,9	1,45
B	18,0	14,1	67,9	1,27
C	19,1	6,9	74,0	1,00
D	34,8	6,8	58,3	0,80
E	34,4	7,4	58,2	0,71
F	26,2	10,4	63,4	0,78
G	34,0	9,4	56,6	0,68

У Прикладах 1 - 8 після домішування вугілля типу А - F з діаметром часток 4мм або менше, для виготовлення у вальцювальному пресі вугільних брикетів подушкоподібної форми з розмірами 64,5мм x 25,4мм x 19,1мм були використані 8 частин (за масою) зв'язуючого малясу і 3 частини (за масою) негашеного вапна як зміцнюючого агента на 100 частин змішаного вугілля, після чого була виміряна гаряча міцність вугільних брикетів. Для порівняння з Прикладами 1 -10 у Прикладах 1 - 3, 8 частин (за масою) зв'язуючого малясу і 3 частини (за масою) негашеного вапна як зміцнюючого агента були домішані до одної групи вугілля типу E і вугілля типу F, які мали властивості дрібного вугілля, і були виготовлені вугільні брикети з застосуванням вальцювального пресу, після чого була виміряна гаряча міцність вугільних брикетів. У випадку вугілля типу G було використане грудкувате вугілля замість вугільних брикетів і була виміряна гаряча міцність.

Вимірювання гарячої міцності для визначення рівня піролізу вугільних брикетів у плавильному газогенераторі проводили пристроєм 30 для тестування піролізу (Фіг.3). Фіг.3 містить схему пристрою для тестування піролізу, який використовують для вимірювання гарячої міцності вугільних брикетів. Температура у пристрої 30 підтримується на рівні 1000°C, і через його нижню частину пропускають нітроген у кількості 2л/хвил. для створення інертної атмосфери. Тестові зразки вугільних брикетів 36 подають у кварцеву трубку 33 діаметром 60мм, по два з інтервалом 10 хвил. Цю процедуру повторюють 4 рази для випробування 8 тестових зразків вугільних брикетів 36. Після цього зразки руди виймають і охолоджують і вимірюють розподілення відхилення розмірів часток за допомогою стандартного сита. Оскільки зниження рівня піролізу підвищує гарячу міцність, гаряча міцність вважається високою, якщо присутні значна кількість великих часток коксу і мала кількість малих часток коксу. У прикладах гарячу міцність визначали через розподілення коксу з великим розміром часток 15мм або більше і з малим розміром часток 10мм або менше.

Приклад 1

Згідно з табл. 1, після змішування групи вугілля типу E у кількості 70% (за масою) і групи вугілля

типу A у кількості 30% (за масою), 8 частин (за масою) зв'язуючого малясу і 3 частин (за масою) негашеного вапна як зміцнюючого агента і виготовлення вугільних брикетів була виміряна гаряча міцність цих вугільних брикетів.

Приклад 2

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 70% (за масою) і групи вугілля типу B у кількості 30% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 3

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 70% (за масою) і групи вугілля типу C у кількості 30% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 4

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 50% (за масою) і групи вугілля типу C у кількості 50% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 5

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу F у кількості 20% (за масою) і групи вугілля типу B у кількості 80% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 6

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 80% (за масою) і групи вугілля типу D у кількості 20% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 7

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 85% (за масою) і групи вугілля типу D у кількості 15% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 8

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 50% (за масою) і групи вугілля типу F у кількості 50% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 9

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 10% (за масою) і групи вугілля типу A у кількості 90% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Приклад 10

Згідно з табл. 1, але з змішуванням групи вугілля типу E у кількості 10% (за масою) і групи вугілля типу B у кількості 90% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Порівняльний приклад 1

Згідно з табл. 1, але з використанням групи вугілля типу E у кількості 100% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Порівняльний приклад 2

Згідно з табл. 1, але з використанням групи вугілля типу F у кількості 100% (за масою) і з іншими аспектами, ідентичними аспектам Прикладу 1.

Порівняльний приклад 3

Для групи вугілля типу G використане лише грудкувате вугілля, без вугільних брикетів.

Були виміряні гарячі міцності вугільних брикетів, виготовлених згідно з Прикладами і Порівняльними прикладами (табл. 2).

Таблиця 2

	Відношення змішування вугілля		Гаряча міцність (вміст великих часток)	Гаряча міцність (вміст малих часток)
Приклад 1	E/70% (за масою)	A/30% (за масою)	75,0%	2,2%
Приклад 2	E/70% (за масою)	B/30% (за масою)	72,2%	1,2%
Приклад 3	E/70% (за масою)	C/30% (за масою)	66,8%	1,2%
Приклад 4	E/50% (за масою)	C/50% (за масою)	65,9%	2,6%
Приклад 5	F/20% (за масою)	B/80% (за масою)	87,8%	1,5%
Приклад 6	E/80% (за масою)	D/20% (за масою)	65,1%	1,8%
Приклад 7	E/85% (за масою)	D/15% (за масою)	60,7%	2,9%
Приклад 8	E/50% (за масою)	F/50% (за масою)	54,5%	2,7%
Приклад 9	E/10% (за масою)	A/90% (за масою)	86,5%	1,9%
Приклад 10	E/10% (за масою)	B/90% (за масою)	90,9%	1,4%
Порівняльний приклад 1	E/100% (за масою)	-	56,5%	7,2%
Порівняльний приклад 2	F/100%(За масою)	-	50,1%	2,9%
Порівняльний приклад 3	G/100% (за масою)	-	57,0%	2,8%

Коли для виготовлення розплаву заліза використовували грудкувате вугілля без вугільних брикетів (порівняльний приклад 3) гаряча міцність становила приблизно 57,0%. Отже, гаряча міцність при виготовленні вугільних брикетів змішуванням вугілля має бути кращою, ніж при використанні лише грудкуватого вугілля, і забезпечувати кращу економічність виробництва.

Згідно з табл. 2, у прикладах 1-7, 9,10 відносна кількість коксу з діаметром часток 15мм або більше становить щонайменше 60%, а відносна кількість напівкоксу з діаметром часток 10мм або менше не перевищує 3% і тому гаряча міцність є відносно високою. З іншого боку, у Прикладі 8 і Порівняльних прикладах 1-3, відносна кількість напівкоксу з діаметром часток щонайменше 15мм становить менше 60%, а відносна кількість напівкоксу з діаметром часток 10мм або менше становить щонайменше 2,7%, що дає відносно низьку гарячу міцність.

Приклади 5, 9, і 10 показують, що, коли для контролю якості використовують групу вугілля типу В у кількості 80% (за масою), групу вугілля типу А у кількості 90% (за масою) і 90% (за масою) вугілля типу В, гаряча міцність змінюється незначно порівняно з відповідними кількостями 87,8%, 86,5% і 90,9%.

Приклади показують, що відносно високої гарячої міцності можна досягти, якщо виготовляти вугільні брикети змішуванням вугілля з альбедо, не меншим за альбедо групи вугілля типу D. Бажано, щоб середнє альбедо вугілля для контролю якості було щонайменше таким як альбедо групи вугілля типу D, тобто 0,8. Щоб отримати гарячу міцність вище 70,0% (за масою), бажано, щоб середнє альбедо вугілля для контролю якості було щонайменше таким як альбедо групи вугілля типу В, тобто 1,27.

Приклад 7 показує, що для отримання вугільних брикетів з прийнятною гарячою міцністю вугілля

для контролю якості слід додавати у кількості щонайменше 15%.

Відносний вміст вугільних брикетів

У прикладах при виготовленні вугільних брикетів (приклади 2 і 3) властивості розплаву заліза залежно від кількості використаних вугільних брикетів визначають за наведеною далі процедурою.

Використання вугільних брикетів прикладу 2

Для визначення властивостей розплаву заліза залежно від співвідношення змішування вугільних брикетів і грудкуватого вугілля кількість вугільних брикетів, виготовлених згідно з прикладом 2, коригують для проведення подальших експериментів, результати яких наведені у табл. 3.

Приклад 2-1

Після змішування групи вугілля типу Е у кількості 70% (за масою) і групи вугілля типу В у кількості 30% (за масою), як у Прикладі 2, вугільні брикети були виготовлені з доданням 8 частин (за масою) зв'язуючого малясу і 3 частин (за масою) негашеного вапна як зміцнюючого агента. Вугільні брикети були використані у кількості 20% (за масою), а грудкувате вугілля було використане у кількості 80% (за масою) завантаженого вугілля.

Приклад 2-2

Вугільні брикети Прикладу 2 були використані у кількості 30% (за масою), а грудкувате вугілля було використане у кількості 70% (за масою) завантаженого вугілля.

Приклад 2-3

Вугільні брикети прикладу 2 були використані у кількості 50% (за масою), і грудкувате вугілля було використане у кількості 50% (за масою) завантаженого вугілля.

Порівняльний приклад 4

Лише грудкувате вугілля було завантажено у плавильний газогенератор; вугільні брикети не були використані.

Таблиця 3

		Приклад 2-1	Приклад 2-2	Приклад 2-3	Порівняльний приклад 4
Вміст вугільних брикетів (% (за масою))		20	30	50	0
Витрата палива (т/год.)		1037	1031	1019	1055
Різниця тисків у плавильному газогенераторі (кг/см ²)	Тиск дуття	4,4	4,3	4,0	4,5
	Втрата тиску	2,02	1,82	1,75	2,03
Температура розплаву заліза (°C)		1503	1520	1520	1493
Si у розплаві заліза (%)		0,72	0,60	0,50	1,13

Табл. 3 показує, що кількість використаних вугільних брикетів збільшена з 20% (за масою), тиск дуття і втрати тиску у плавильному газогенераторі встановлюються такими, що розподілення газу стає однорідним, а вентиляція поліпшується. Це зумовлюється тим, що у вугільних брикетах розмір часток завантаженого вугілля стає однорідним і частки напівкоксу стають стабільними при високій температурі. Відповідно, підвищується к.к.д. теплообміну між газом, що піднімається з нижньої частини плавильного газогенератора, і відновленим залізом, що спускається з верхньої частини плавильного газогенератора. Це підвищує швидкість виготовлення розплаву заліза і знижує витрати палива.

Використання вугільних брикетів прикладу 3

Для визначення властивостей розплав заліза згідно з відношенням змішування вугілля них брикетів і грудкуватого вугілля кількість вугільних брикетів, виготовлених згідно з прикладом 3 варіювали і провели експерименти, результати яких наведені у табл. 4.

Приклад 3-1

Після змішування групи вугілля типу Е у кількості 70% (за масою) і групи вугілля типу С у кількості 30% (за масою), як у Прикладі 3, вугільні бри-

кети були виготовлені з додаванням 8 частин (за масою) зв'язуючого малясу і 3 частин (за масою) негашеного вапна як зміцнюючого агента. Вугільні брикети були використані у кількості 20% (за масою), а грудкувате вугілля було використане у кількості 80% (за масою) завантаженого вугілля. Була завантажена не велика кількість коксу для стабілізації роботи плавильного газогенератора.

Приклад 3-2

Вугільні брикети Прикладу 3 були використані у кількості 40% (за масою), а грудкувате вугілля було використане у кількості 60% (за масою) завантаженого вугілля. Була завантажена невелика кількість коксу для стабілізації роботи плавильного газогенератора.

Приклад 3-3

Вугільні брикети Прикладу 3 були використані у кількості 50% (за масою) і грудкувате вугілля було використане у кількості 50% (за масою) завантаженого вугілля.

Порівняльний приклад 5

Лише грудкувате вугілля було завантажено у плавильний газогенератор; вугільні брикети не були використані. Була завантажена невелика кількість коксу для стабілізації роботи плавильного газогенератора.

Таблиця 4

			Приклад 3-1	Приклад 3-2	Приклад 3-3	Порівняльний приклад 5
Вміст вугільних брикетів (% (за масою))			20	40	50	0
Плавильний газогенератор	Вміст коксу		10	8	0	12
	Темп, розплаву заліза (°C)	Середній	1498	1503	1507	1497
		Відхилення	6,9	5,7	4,4	12,9
	Si у розплаві заліза (%)	Середній	0,92	0,90	0,59	1,15
		Відхилення	0,12	0,11	0,10	0,15

Таблиця 4 показує, що з збільшенням кількості використаних вугільних брикетів з 20% (за масою) відхилення температури розплаву заліза поступово знижується. Коли вугільні брикети використовуються у кількості 50% завантаженого вугілля (Приклад 3-3), кількість Si у розплаві заліза знижується до 0,59%, а з збільшенням кількості вугі-

льних брикетів температура розплаву заліза і вміст Si у розплаві значно знижуються.

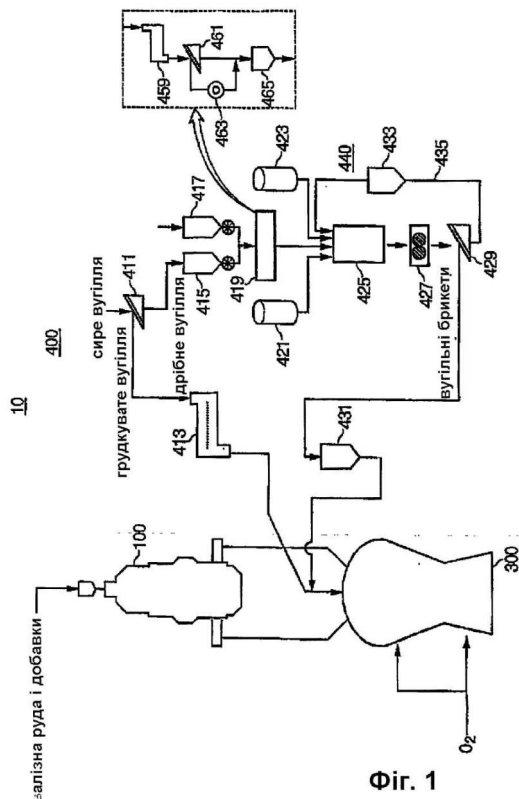
З збільшенням кількості використаних вугільних брикетів потік газу завдяки збільшенню проникності ущільненого шару вугілля стає більш однорідним, а міцність вугільних брикетів підвищується, значно поліпшуючи проникність у нижній частині ущільненого шару вугілля. Отже, кількість коксу

поступово знижується, і, якщо використовувати 50% (за масою) вугільних брикетів (приклад 3-3), робота стає стабільною навіть без коксу.

З іншого боку, коли без вугільних брикетів використовується лише грудкувате вугілля (порівняльний приклад 5), розподілення потоку газу в ущільненому шарі вугілля стає одно рідним, а проникність поліпшується. Для контролю газоутворення необхідно використовувати менше реактивного коксу високої міцності (приблизно 12 частин (за масою)).

Згідно з винаходом, для виготовлення розплаву заліза можна використовувати вугільні брикети з вугілля з широким розподіленням розмірів часток, якщо для контролю якості використовувати вугілля з середнім альбедо 0,8 і вище.

Крім того, змінюючи середнє альbedo вугілля для контролю якості, відношення змішування зв'язуючого малясу і зміцнюючого агента, відношення змішування дрібного вугілля і вугілля для контролю якості і кількість використаних вугільних брикетів, можна отримати різні умови для виготовлення розплаву заліза, наприклад, швидкість гарячої диференціації, гарячу міцність, зольність вугілля і кількість зв'язаного вуглецю у плавильному газогенераторі.



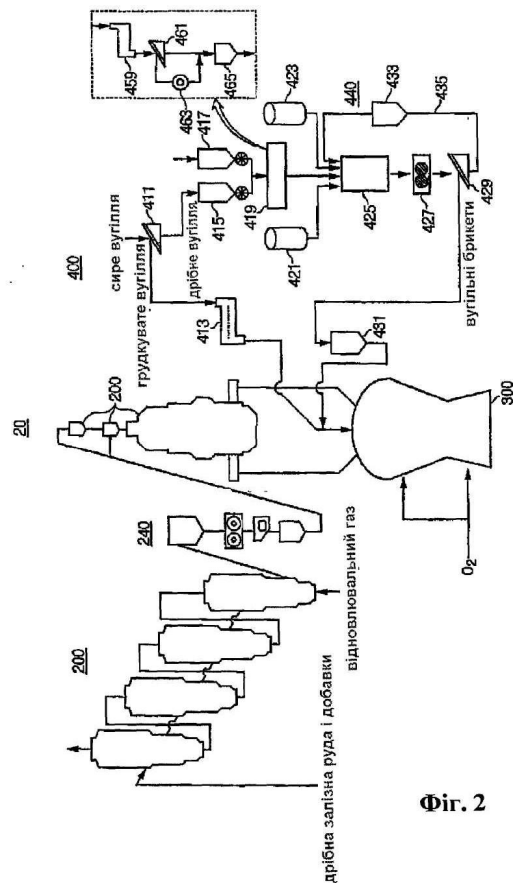
У пристрої для виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом використовується вузол попередньої обробки для повторного висушування і сортування за розміром часток, завдяки чому підвищується якість вугільних брикетів.

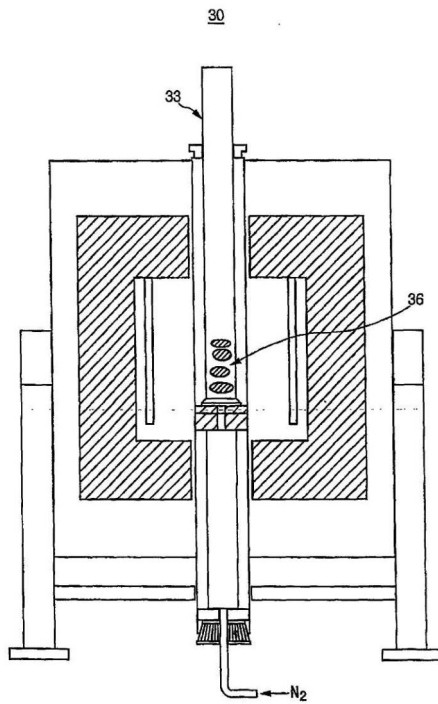
Пристрій для виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом має окремий бункер для належного контролю подачі зв'язуючого малясу, завдяки чому процес значно полегшується.

Крім того, у пристрої для виготовлення розплаву заліза згідно з винаходом міксер може мати місильну машину для кращого зв'язування змішаного вугілля і зв'язуючого малясу, завдяки чому підвищується якість вугільних брикетів.

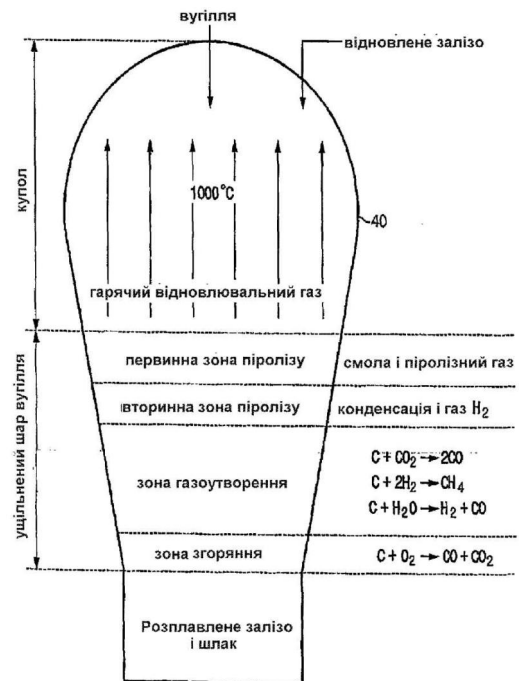
Пристрій для виготовлення розплав заліза згідно з винаходом включає також бункер для вугільних брикетів для їх тимчасового зберігання. Завдяки цьому кількість вугільних брикетів, що завантажуються у плавильний газогенератор, можна гнучко контролювати залежно від умов виробництва.

Хоча втілення винаходу були розглянуті на певних прикладах, вони не обмежують винаходу і призначені полегшити здійснення різних модифікацій і/або змін згідно з концепціями і об'ємом винаходу, визначеними у Формулі винаходу.





Фіг. 3



Фіг. 4