



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 113433

(13) C2

(51) МПК

C21B 7/22 (2006.01)

F27B 15/14 (2006.01)

F27B 15/18 (2006.01)

F27D 1/18 (2006.01)

F27D 3/18 (2006.01)

C21B 13/14 (2006.01)

C21B 13/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2014 12294	(72) Винахідник(и):	Хауценбергер Франц (АТ), Міллернер Роберт (АТ), Плауль Ян-Фрідеманн (АТ), Райн Норберт (АТ)
(22) Дата подання заявки:	04.04.2013	(73) Власник(и):	ПРАЙМЕТАЛЗ ТЕКНОЛОДЖІЗ ОСТРІЕ ГМБХ, Turmstrasse 44, A-4031 Linz, Austria (АТ)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.01.2017	(74) Представник:	Пахаренко Олександр Володимирович, реєстр. №136
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	12168157.1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 2192475 C2, 10.11.2002 DE 1086256 A1, 04.08.1960 WO 2011048263 A1, 28.04.2011
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	16.05.2012		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	12.01.2015, Бюл.№ 1		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.01.2017, Бюл.№ 2		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	RST/EP2013/057121, 04.04.2013		

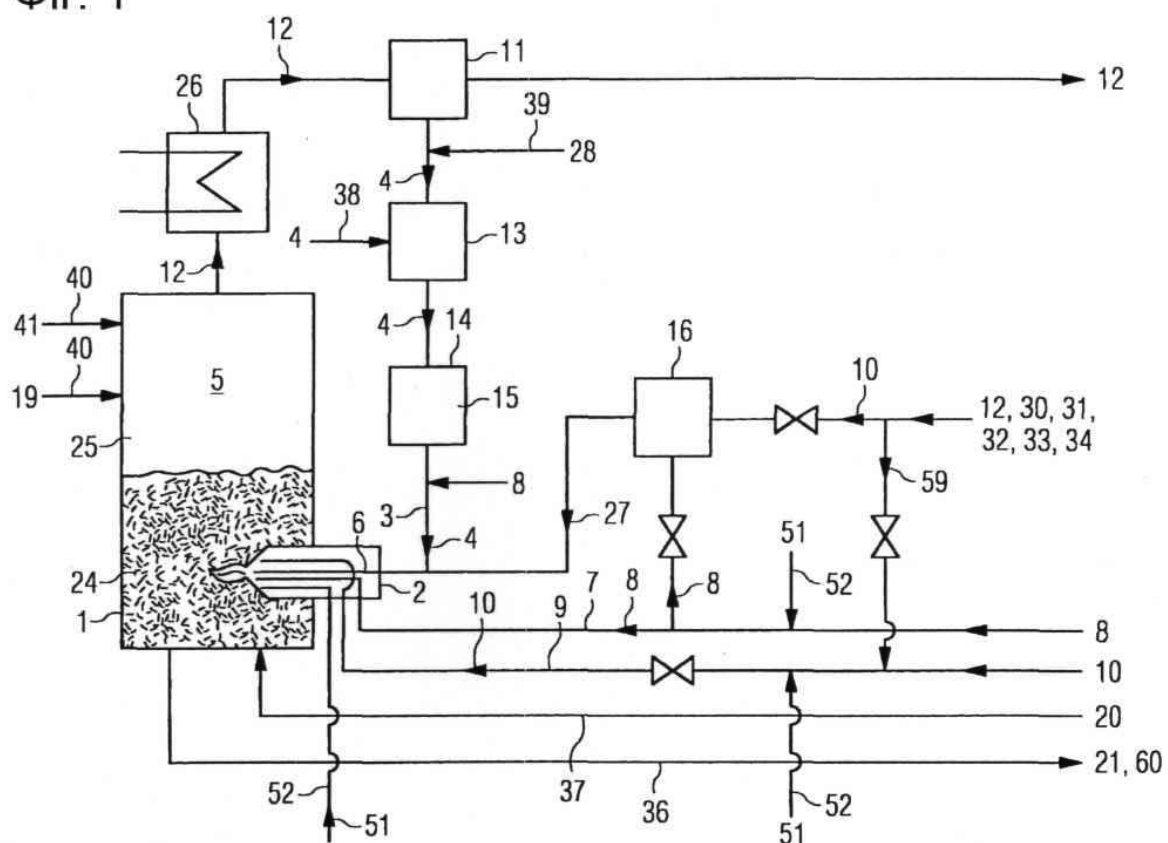
(54) СПОСІБ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВВЕДЕННЯ ТОНКОДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР ВІДНОВНОГО АГРЕГАТУ ІЗ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

(57) Реферат:

Винахід стосується способу для введення тонкодисперсного матеріалу (4), який включає частинки, що містять оксид заліза, у відновний агрегат (1) із псевдозрідженим шаром (24), причому температура у псевдозрідженому шарі (24) складає більше ніж 300 °С, переважно більше ніж 400 °С, особливо переважно більше ніж 500 °С і менше ніж 900 °С, переважно менше ніж 850 °С, особливо переважно менше ніж 800 °С, і причому введення тонкодисперсного матеріалу (4) здійснюють за допомогою пальника (2) безпосередньо у псевдозріджений шар (24) і/або у вільний простір (25) над псевдозрідженим шаром (24). Крім того, винахід стосується застосування відповідного винаходу способу для виробництва рідкого чавуну (17) або рідких сталевих напівфабрикатів (18) за допомогою процесу відновної плавки в агрегаті (22) відновного плавлення.

UA 113433 C2

Fig. 1



Галузь техніки

Винахід стосується способу і пристрою для введення тонкодисперсного матеріалу, який включає залізовмісні частинки, у відновний агрегат з вихровим (псевдозрідженим) шаром за допомогою пальника, причому, при необхідності, часткову кількість тонкодисперсного матеріалу

5 отримують з пиловловлювальних установок. Крім того, винахід стосується застосування відповідного винаходу способу для виробництва рідкого чавуну або рідких сталевих напівфабрикатів за допомогою процесу відновної плавки в агрегаті відновної плавки.

Рівень техніки

В процесі виробництва чавуну виникають різні технологічні гази, наприклад, відхідний газ з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром або відновного агрегату із стаціонарним шаром, які перед подальшим використанням або перед їх випуском у довкілля мають бути в значній мірі звільнені від спільно переносимих твердих частинок. Це здійснюється у пиловловлювальних установках, зокрема, в установках сухого пиловловлювання, причому відокремлювані при пиловловлюванні тверді частинки часто містять залізо або сполуки заліза, які з економічних

15 причин і з екологічних причин знов подають у процес виробництва чавуну.

Наприклад, в процесі виробництва чавуну за допомогою FINEX®-способу при сухому пиловловлюванні FINEX®-відхідного газу за допомогою рукавних фільтрів або фільтрів гарячого газу щогодини виникає маса пилу, який відповідає приблизно 2 % маси годинного завантаження рудної дрібниці. Доля заліза, яке міститься в цій виникаючій масі пилу, і/або сполук заліза, які

20 містяться в цій виникаючій масі пилу, складає приблизно 65 %. Доля вуглецю, який міститься в цій виникаючій масі пилу, і/або вуглецевих сполук, які містяться в цій виникаючій масі пилу, складає приблизно 6 %.

Безпосереднє повернення цих частково заздалегідь відновлених твердих частинок у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром, при якому тверді частинки без попередньої агломерації в агломерати повертаються у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, є проблематичним через те, що розмір зерна твердих частинок дуже малий - типовий гранулометричний склад D_{50} таких твердих частинок складає від 6 до 9 мкм, - слідством чого було б негайне винесення введених твердих частинок з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. З цієї причини, згідно з рівнем техніки, тверді частинки перед введенням у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром зазвичай пресують до більш крупних блоків, зокрема, агломерують. Ця агломерація здійснюється за допомогою власних агломераційних установок. Тверді частинки вводяться в агломераційну установку і там агломеруються в агломерати. Потім ці агломерати вводяться за допомогою відповідних завантажувальних пристроїв у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром. При цьому недоліком є те, що потрібні власні агломераційні

35 установок, які вимагають значної площі для розміщення і робота яких викликає додаткові витрати.

В DE 1154817 описаний спосіб відновлення залізняку шляхом введення тонко подрібненого залізняку, флюсу, палива, кисню і/або повітря через пальник у реакційну камеру, причому реакційна камера виконана у вигляді плавильної печі. При цьому тонко подрібнений залізняк

40 прямо за допомогою розміщеної в зоні склепіння реакційної камери і направленої своєю віссю перпендикулярно поверхні наявної в реакційній камері ванни розплаву з рідкого заліза і рідкого шлаку направляється на цю поверхню.

Подібно до того, як у DE 1154817, US 2688478 розкриває відновну або плавильну піч для відновлення і для плавки залізняку, а також для виробництва газу і енергії. При цьому за допомогою впускних отворів, розміщених на нижній стороні плавильної печі і прямо над ванною розплаву і орієнтованих своїми поздовжніми осями у напрямі поверхні ванни розплаву і виступаючих у плавильну піч, рудна дрібниця і, при необхідності, добавки вдуваються за допомогою кисневмісного газу у плавильну піч, причому матеріал, що вводиться, вдувається безпосередньо на поверхню ванни розплаву і на ній розплавляється.

50 Так само, як US 2688478, GB 882909 розкриває плавильну піч і спосіб плавки залізняку, причому за допомогою розміщеної на верхній стороні плавильної печі форсунки рудна дрібниця з додаванням кисню і палива вводяться у плавильну піч, і продукти згорання виникають і розплавляються безпосередньо на поверхні присутньої в плавильній печі ванни розплаву або ванни шлаку.

55 В WO 9815661 описаний спосіб і пристрій для виробництва рідкого чавуну, в якому тонкодисперсні носії оксиду заліза за допомогою пиловугільного пальника вводяться у зону газифікації розплаву плавильного газифікатора. При цьому тонкодисперсні носії оксиду заліза перед введенням у плавильний газифікатор відновлюються за допомогою співвіднесеного з пристроєм устаткування для відновлення носіїв оксиду заліза.

Недоліком тут є необхідні додаткові витрати на устаткування для відновлення носіїв оксиду заліза.

В WO 02088401 представлений спосіб виробництва чавуну в рамках COREX®-способу, причому відбираний від плавильного газифікатора експортний (що виводиться) газ звільняється від пилу, і пил за допомогою пиловугільного пальника разом з кисневмісним газом і

вуглецевмісним матеріалом вводиться знову у плавильний газифікатор.

WO 9802586 розкриває спосіб і пристрій для виробництва рідкого чавуну, причому за допомогою розміщених в зоні склепіння або на висоті псевдозрідженого шару плавильного газифікатора пальників тонкодисперсний і відновлений залізняк або пил вводяться у

плавильний газифікатор.

В WO 9748825 описаний пристрій для виробництва металевого розплаву за допомогою плавильного газифікатора, в якому носії металу, які частково відновлені і які містять дрібну фракцію, вводяться у плавильний газифікатор, причому вони спочатку потрапляють на уловлювальний пристрій, який обігрівается пальником і який розташований по центру зони склепіння плавильного газифікатора, на ньому частково розплавляються, а потім під дією гравітації поступають у зону плавлення-газифікації плавильного газифікатора і там розплавляються.

У DE 1086256 описаний пристрій для одержання заліза з пилоподібного або дрібнозернистого залізняка за допомогою палива. Через впускні форсунки заздалегідь відновлена руда і високодисперсний пил з електричного газоочисного пристрою вводиться з паливом і горючим середовищем у камеру плавлення. У просторі перед розпилювальними форсунками введені компоненти реагують один з одним, за рахунок чого утворюються рідке залізо і рідкі шлаки, які переважно у краплинній формі падають вниз на шар коксу.

У вищезгаданих способах, відомих з рівня техніки, тонкодисперсний матеріал вводиться або у агрегат відновної плавки і там розплавляється, або після агломерації у пристрої агломерації вводиться у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром. Істотний недолік першого способу полягає в тому, що повторне введення тонкодисперсного матеріалу у процес виробництва чавуну здійснюється шляхом введення тонкодисперсного матеріалу в агрегат відновної плавки. Тонкодисперсний матеріал в агрегаті відновної плавки повинен ще відновлюватися або остаточно відновлюватися. Проте через це процес плавки або процес газифікації в зоні плавлення-газифікації агрегату відновної плавки піддається негативному впливу. Тому повернення такого тонкодисперсного матеріалу у процес виробництва чавуну за допомогою введення тонкодисперсного матеріалу в агрегат відновної плавки кількісно обмежене. Таким чином, в цьому відомому з рівня техніки способі не можна будь-яку кількість такого тонкодисперсного матеріалу повертати або використовувати в процесі виробництва чавуну. Другий спосіб має той недолік, що потрібне власне агломераційне устаткування. Воно вимагає багато місця для розміщення, а також викликає високі додаткові витрати.

Сутність винаходу

Технічна задача

Задачею даного винаходу є створення способу і пристрою, в яких тонкодисперсний матеріал, який включає велику кількість залізовмісних частинок, просто і без попередньої обробки може використовуватися безпосередньо в процесі виробництва чавуну і/або процесі прямого відновлення без негативної дії на процес виробництва чавуну.

Технічне рішення

Ця задача згідно з винаходом вирішується способом для введення тонкодисперсного матеріалу, який включає залізовмісні частинки, у відновний агрегат, причому відновний агрегат є відновним агрегатом із псевдозрідженим шаром, в якому температура у псевдозрідженому шарі більша, ніж 300 °C, переважно більше, ніж 400 °C, особливо переважно більше, ніж 500 °C, і менше, ніж 900 °C, переважно менше, ніж 850 °C, особливо переважно менше, ніж 800 °C, в якому введення тонкодисперсного матеріалу здійснюється за допомогою пальника безпосередньо у псевдозріджений шар і/або у вільний простір над псевдозрідженим шаром, і в якому тонкодисперсний матеріал під час введення агломерується з утворенням агломератів, після чого агломерати утримуються у псевдозрідженому шарі відновного агрегату із псевдозрідженим шаром до тих пір, поки вони знову не виводяться з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

Тонкодисперсний матеріал має гранулометричний склад D_{50} , при якому введення, наприклад, вдування тонкодисперсного матеріалу у псевдозріджений шар відновного агрегату із псевдозрідженим шаром пов'язане з великими труднощами, зокрема, із-за винесення введенного матеріалу з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром відновним газом, який пересікає відновний агрегат із псевдозрідженим шаром у протитечії. Тонкодисперсний матеріал

переважно має гранулометричний склад D_{50} менше, ніж 50 мкм. Переважно, гранулометричний склад D_{50} тонкодисперсного матеріалу знаходиться в межах від 2 до 10 мкм. Гранулометричним складом або розподілом частинок по величині D_{50} визначається медіана поперечника всіх частинок, що містяться в тонкодисперсному матеріалі. Наприклад, $D_{50}=5$ мкм означає, що одна

5 половина частинок тонкодисперсного матеріалу має поперечник менше, ніж 5 мкм, а інша половина частинок тонкодисперсного матеріалу має поперечник більше, ніж 5 мкм. Згідно з винаходом тонкодисперсний матеріал включає в себе залізовмісні частинки. "Включати в себе" слід розуміти в тому сенсі, що тонкодисперсний матеріал у будь-якому разі містить залізовмісні частинки, але може містити додаткові інші речовини. Залізовмісні частинки тонкодисперсного

10 матеріалу можуть складатися з елемента заліза, або частинки складаються із залізовмісних сполук, таких як оксиди заліза, залізняка або рудна дрібниця. Крім того, термін "залізовмісні частинки" включає також суміш з частинок, які складаються із заліза, і частинок, які складаються із залізовмісних сполук.

Тонкодисперсний матеріал згідно з винаходом вводиться у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром. Введені у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром залізовмісні частинки, якщо ці частинки містять оксидні складові, переважно за допомогою відновного газу, що містить водень і/або окисел вуглецю, відновлюються або частково відновлюються до напівфабрикатів заліза або продуктів заліза. Часткове відновлення означає, що щонайменше деякі частинки з оксидними складовими після їх відновлення містять щонайменше на один атом

15 кисню менше.

Введення тонкодисперсного матеріалу за допомогою пальника у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром виконується таким чином, що тонкодисперсний матеріал вводиться за допомогою пальника у псевдозріджений шар і/або у вільний простір над псевдозрідженим шаром відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. Тонкодисперсний матеріал, у разі потреби, за допомогою декількох розподілених по бічній поверхні відновного агрегату пальників,

25 може бути введений у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, причому тонкодисперсний матеріал за допомогою витікаючого від пальника полум'я подається або вдувається у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, і/або тонкодисперсний матеріал під час введення у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром за допомогою пальників приводиться у контакт з щонайменше частиною витікаючого від пальника полум'я або вступає з ним у взаємодію. За наявності декількох пальників здійснюється розділення кількості тонкодисперсного матеріалу, що вводиться за допомогою певного пальника, довільним чином і може цілеспрямовано і у будь-який час узгоджуватися з відповідними вимогами процесу у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

Під псевдозрідженим шаром розуміється засипка тонкодисперсного матеріалу, який за допомогою направлено вгору потоку текучого середовища (флюїду), переважно за допомогою направлено вгору потоку відновного газу, переводиться у флюїдизований (псевдозріджений) стан. Засипка має флюїдоподібні властивості, наприклад, властивості води. При цьому проводиться відмінність між однорідними псевдозрідженими шарами з просторово рівномірним розподілом наявного у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром тонкодисперсного матеріалу і неоднорідними псевдозрідженими шарами з просторово нерівномірним розподілом наявного у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром тонкодисперсного матеріалу. Додатково, відомі стаціонарні або створюючі бульбашки псевдозріджені шари, при яких засипка має чіткий кордон, з яких виноситься лише дуже мало тонкодисперсного матеріалу. Як циркулюючі псевдозріджені шари позначаються псевдозріджені шари, при яких засипка не має чіткого верхнього кордону, тобто тонкодисперсний матеріал виноситься в значній мірі із псевдозрідженого шару (засипки). Псевдозріджені шари, що створюють бульбашки, мають об'ємну долю приблизно 20-40 % тонкодисперсного матеріалу. Над так званою "густою" зоною псевдозрідженого шару, яка є зоною у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром з об'ємною долею тонкодисперсного матеріалу більше 5 %, знаходиться вільний простір над псевдозрідженим шаром з об'ємною долею тонкодисперсного матеріалу менше 5 %. Згідно з винаходом тонкодисперсний матеріал вводиться безпосередньо у псевдозріджений шар і/або у вільний простір над псевдозрідженим шаром відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

Згідно з винаходом тонкодисперсний матеріал під час введення агломерується з утворенням агломератів, після чого агломерати утримуються у псевдозрідженому шарі відновного агрегату із псевдозрідженим шаром до тих пір, поки вони знов не будуть винесені з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

За допомогою витікаючого від пальника полум'я або за допомогою теплової енергії, передаваної від полум'я до залізовмісних частинок, і/або складу газу, присутнього в зоні полум'я, який відрізняється від складу газу, присутнього поза зоною полум'я, тонкодисперсний

60

матеріал плавиться лише на поверхні. За рахунок цього окремі компоненти тонкодисперсного матеріалу сплавляються в більш менш крупні агломерати. Ці агломерати підтримуються у зваженому стані за допомогою відновного газу, який протікає від низу до верху через відновний агрегат із псевдозрідженим шаром. Розмір утворених агломератів залежить від температури полум'я. Температура полум'я або температура "фокальної плями", тобто температура у безпосередній близькості від полум'я, регулюється таким чином, що агломерати не несуться відновним газом з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром і не опускаються вниз на дно відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. Швидше агломерати виконують у псевдозрідженому шарі або у вільному просторі над псевдозрідженим шаром випадковий рух, викликаний потоком відновного газу, - вони знаходяться у зваженому стані в межах псевдозрідженого шару.

Температура у псевдозрідженому шарі або у вільному просторі над псевдозрідженим шаром складає більше, ніж 300 °C, переважно більше, ніж 400 °C, особливо переважно більше, ніж 500 °C, і менше, ніж 900 °C, переважно менше, ніж 850 °C, особливо переважно менше, ніж 800 °C. Ця температура лежить нижче за температуру плавлення тонкодисперсного матеріалу. Агломерати не розплавляються у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром. Тому агломерати також як такі знову виводяться з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

Введення тонкодисперсного матеріалу у формі агломератів у псевдозріджений шар відновного агрегату із псевдозрідженим шаром має слідством збільшення гранулометричного складу (наприклад, D_{50}) введенного тонкодисперсного матеріалу, з чим безпосередньо пов'язане зниження долі тонкодисперсного матеріалу, який відноситься відновним газом, або долі залізовмісних частинок - цінних речовин - з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. Тим самим у рамках процесу виробництва чавуну, наприклад, FINEX®-способу, втрати цінних речовин, викликані віднесенням коштовного матеріалу, зокрема, залізовмісних частинок, мінімізуються. Додатково, підвищується стабільність і потужність, яка відповідає масі пресованих блоків в одиницю часу, підключеного, при необхідності, до відновного агрегату із псевдозрідженим шаром пристрою пресування для пресування виготовлених у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром напівфабрикатів заліза або продуктів заліза. Додатково, необхідний у випадку без застосування відповідного винаходу способу пристрій агломерації для агломерації залізовмісних частинок перед введенням у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром стає зайвим.

В разі розподіленої системи, в якій декілька відновних агрегатів із псевдозрідженим шаром сполучені у каскад, кількості тонкодисперсного матеріалу, що вводяться, можуть підрозділятися довільним чином на різні відновні агрегати із псевдозрідженим шаром.

За рахунок цього забезпечується перевага, яка полягає в тому, що в рамках процесу виробництва чавуну і/або процесу прямого відновлення великі кількості цього тонкодисперсного матеріалу безпосередньо, без попередньої обробки, такої як агломерація з утворенням агломератів в окремому агломераторі, можуть вводитися у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром або - в разі системи з декількома відновними агрегатами із псевдозрідженим шаром - у відповідні відновні агрегати із псевдозрідженим шаром. Зокрема, цей спосіб підходить для того, щоб дуже великі кількості не відновленого або не відновленого повністю тонкодисперсного матеріалу повертати у процес виробництва чавуну, не здійснюючи при цьому негативного впливу на якість процесу виробництва чавуну, як в рівні техніки. В рівні техніки тонкодисперсний матеріал зазвичай вводиться в агрегат відновної плавки. За рахунок цього, проте, процес плавлення або газифікації в зоні плавлення-газифікації агрегату відновної плавки зазнає негативний вплив.

Одна форма виконання винаходу характеризується тим, що щонайменше часткова кількість тонкодисперсного матеріалу поступає з пиловловлювального пристрою, зокрема, пристрою сухого пиловловлювання агрегату відновної плавки і/або установки прямого відновлення.

Під установкою прямого відновлення розуміється система, яка містить щонайменше один відновний агрегат і яка придатна для того, щоб відновлювати матеріал, що містить оксид заліза. Під агрегатом відновної плавки розуміється агрегат або система, яка виконана таким чином, що вона може відновлювати і плавити матеріал, що містить оксид заліза, наприклад, доменна піч або FINEX®-установка.

За допомогою цієї форми виконання відокремлений за допомогою пиловловлювальних пристроїв тонкодисперсний матеріал може бути повернений у процес виробництва чавуну. Зокрема, поняття "пиловловлювальний пристрій" включає пристрої сухого пиловловлювання для очищення відвідного з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром відхідного газу і/або продувального газу з пристрою пресування, наприклад, для HCl (залізо гарячого пресування) і/або пиловловлювальних пристроїв ливарного цеху. Якщо йдеться про пристрої мокрого

пиловловлювання або скрубери, то можливе повернення відокремлених при мокрому пиловловлюванні шламів і пилу, при необхідності після сушки відокремлених шламу і пилу, як тонкодисперсний матеріал у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром.

Ще одна форма виконання винаходу характеризується тим, що щонайменше при частковій кількості тонкодисперсного матеріалу, що включає залізовмісні частинки, під час введення за допомогою пальника протікає щонайменше одна реакція з групи, що складається з реакцій:

- a. окислення залізовмісних частинок,
- b. відновлення залізовмісних частинок,
- c. збільшення пористості залізовмісних частинок,
- d. сушки тонкодисперсного матеріалу.

Якщо залізовмісні частинки мають, наприклад, складові магнетиту, то за наявності складу газу, що окислює магнетит, в зоні полум'я складові магнетиту щонайменше частково окислюються до гематитових складових. Найчастіше у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром гематитові складові відновлюються краще, ніж складові магнетиту.

Якщо залізовмісні частинки, що підлягають введенню у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, або тонкодисперсний матеріал мають вологість, недопустимо високу для відновлення у псевдозрідженому шарі, то вона знижується під час введення. Тобто, під час введення залізовмісних частинок або тонкодисперсного матеріалу здійснюється сушка тонкодисперсного матеріалу.

Ще одна перевага забезпечується тим, що під час введення залізовмісних частинок збільшується пористість залізовмісних частинок - це приводить до прискорення процесу відновлення у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

Ще одна форма виконання винаходу характеризується тим, що тонкодисперсний матеріал транспортується пневматично за допомогою транспортувального газу до пальника.

Тонкодисперсний матеріал переміщується разом з транспортувальним газом або приводиться у рух або вдувається за допомогою транспортувального газу до пальника. Перевага, яка забезпечується пневматичним транспортуванням тонкодисперсного матеріалу, полягає в тому, що пристрої, які несуть тонкодисперсний матеріал, такі як конвеєрні стрічки, не потрібні, і необхідні лише пристрої, які щонайменше частково оточують тонкодисперсний матеріал, такі як трубопроводи. Це зводить до мінімуму або запобігає втратам тонкодисперсного матеріалу, які можуть виникнути під час транспортування.

Особливо переважним є спосіб, коли залізовмісні частинки включають щонайменше один елемент з групи, яка складається з частинок магнетиту, пилу з пиловловлювальних пристроїв, зокрема пристроїв сухого пиловловлювання, пил відхідних газів з пристрою сухого пиловловлювання, пилу з пристрою пресування, зокрема, з пристрою гарячого пресування (установки гарячого пресування заліза), з пристрою брикетування або з пристрою гарячого брикетування і пилу металургійного виробництва, зокрема, пилу з системи пиловловлювання ливарного цеху, рудної дрібниці, переважно рудної дрібниці <200 мкм.

Звідси слідує перевага, яка полягає в тому, що велика частина залізовмісних частинок, що виникають у пристроях сухого пиловловлювання або в рамках процесу виробництва чавуну, може бути повернена назад у процес виробництва чавуну. Рудна дрібниця складається з дрібних частинок залізняку. Доля 90-95 % дрібних частинок залізняку має поперечник менше 200 мкм.

Варіант способу згідно з винаходом характеризується тим, що тонкодисперсний матеріал включає вуглецевмісні матеріали і/або транспортується при температурі переважно більше, ніж 150 °C до пальника.

Вуглецевмісні матеріали окислюються частково або повністю в присутності кисню в середовищі вуглецевмісних матеріалів при введенні тонкодисперсного матеріалу у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром за допомогою полум'я, яке формується пальником і витікає з нього. При окисленні тонкодисперсного матеріалу виникає окисел вуглецю і двоокис вуглецю. Окисел вуглецю є газом, який має відновний потенціал, і тому сприяє відновленню матеріалів, що містять оксид заліза, знаходяться у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

Тим самим забезпечується перевага, яка полягає в тому, що у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром повинен подаватися в меншій кількості або взагалі не повинен подаватися відновний газ, який отриманий з іншого джерела, наприклад, з агрегату відновної плавки.

Якщо температура тонкодисперсного матеріалу складає більше, ніж 150 °C, - так званий гарячий тонкодисперсний матеріал - то транспортування гарячого тонкодисперсного матеріалу здійснюється переважно за допомогою пристрою гарячого транспортування. Якщо тонкодисперсний матеріал перед його транспортуванням до пальника вже присутній як гарячий

тонкодисперсний матеріал, то гарячий тонкодисперсний матеріал можна транспортувати до пальника без попереднього охолодження в гарячому стані. З цим пов'язана перевага підвищення енергетичної ефективності, оскільки скорочується теплова енергія, яка повинна подаватися у тонкодисперсний матеріал, наприклад, у пальнику або у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром для здійснення способу згідно з винаходом.

Одна форма виконання способу згідно з винаходом характеризується тим, що пальник працює з газоподібним паливом і/або рідким паливом, і/або твердим паливом, і/або кисневмісним газом, причому при роботі пальника з паливом газоподібне паливо і/або тверде паливо містить щонайменше один елемент з групи, що складається з отриманого газу з пристрою видалення CO_2 , залишкового газу з пристрою видалення CO_2 , охолоджувального газу, газу, що виводиться, доменного газу, відхідного газу, коксового газу, природного газу, зрідженого під тиском газу, газу, отриманого газифікацією біомаси, вуглецевмісного і/або воденьвмісного газу і твердих вуглецевих носіїв і/або твердих вуглеводневих носіїв.

Тим самим забезпечується перевага, яка полягає в тому, що технологічні гази, які виникають в рамках процесу виробництва чавуну, і які, як правило, повинні піддаватися дорогій підготовці перед випуском у довкілля, згідно з винаходом можуть використовуватися як паливо для пальника, і, таким чином, приводять до збільшення енергетичної ефективності процесу виробництва чавуну. Якщо таких технологічних газів немає, або вони є у недостатній мірі, то до пальника можуть подаватися всі звичайні газоподібні і тверді палива, а також кисневмісний газ.

Ще одна форма виконання способу згідно з винаходом характеризується тим, що газоподібне паливо і/або тверде паливо після виходу з пальника щонайменше частково окислюється з кисневмісним газом, і кисневмісний газ містить щонайменше один елемент з групи, яка складається з повітря, кисню, азоту і пари.

Паливо, що подається до пальника, згорає при додаванні кисневмісного газу з утворенням теплової енергії і полум'я. При цьому стехіометричне співвідношення між кисневмісним газом і паливом може бути вибрано таким чином, що є надлишок кисню, причому кисень кисневмісного газу не повністю витрачається при горінні. Тим самим отримують так зване "окислювальне полум'я", яке, якщо залізовмісні частинки мають складові магнетиту, щонайменше частково перетворюють за допомогою окислення або окислює складові магнетиту під час введення у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром у гематитові складові. Це має перевагу, яка полягає в більш ефективному процесі відновлення у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром, оскільки гематит у порівнянні з магнетитом легко відновлювати.

З іншого боку, можлива робота пальника з "відновним полум'ям", при цьому кисневмісний газ додається суб-стехіометрично до палива. Магнетит щонайменше частково відновлюється за допомогою "відновного полум'я" під час введення у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, що також може позитивно впливати на подальший процес відновлення у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

Особливо переважна форма виконання способу згідно з винаходом характеризується тим, що під час роботи пальника виключно з кисневмісним газом, кисневмісний газ з газовою атмосферою, яка включає водень і/або окисел вуглецю, і/або метан, і/або вуглеводні, перетворюється у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

При цьому щонайменше часткова кількість компонентів водню і/або окислу вуглецю, і/або метану, і/або вуглеводня газової атмосфери відновного агрегату із псевдозрідженим шаром, що знаходяться в безпосередній близькості від полум'я у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром, разом з киснем кисневмісного газу згорає або окислюється. Це має перевагу, яка полягає в тому, що пальник може працювати, у разі потреби, без палива, що підводиться ззовні. Вуглеводнями є, наприклад, етан або пропан або газові суміші, що включають етан і пропан.

Якщо газова атмосфера відновного агрегату із псевдозрідженим шаром включає кисневмісний газ, то ще одна форма виконання даного винаходу характеризується тим, що паливо, яке подається у пальник, згорає або окислюється у присутності кисню, який міститься в газовій атмосфері відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. При цьому щонайменше часткова кількість кисню газової атмосфери відновного агрегату із псевдозрідженим шаром, що знаходиться у безпосередній близькості від полум'я у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром, згорає з паливом, яке подається у пальник. Це має перевагу, яка полягає в тому, що пальник може працювати, у разі потреби, навіть без кисневмісного газу, що подається ззовні.

Одна форма виконання способу, відповідного винаходу, характеризується тим, що тверде паливо транспортується до пальника за допомогою транспортувального газу, причому транспортувальний газ містить щонайменше один елемент з групи, яка складається з отриманого газу з пристрою видалення CO_2 , залишкового газу з пристрою видалення CO_2 , охолоджувального газу, газу, що виводиться, доменного газу, відхідного газу, коксового газу,

природного газу, газу, отриманого газифікацією біомаси, вуглецевмісного і/або воденьвмісного газу, повітря, кисню, азоту і пари.

5 Ще одна форма виконання способу згідно з винаходом характеризується тим, що щонайменше часткова кількість газоподібного палива і/або щонайменше часткова кількість кисневмісного газу застосовується як транспортувальний газ для пневматичного транспортування тонкодисперсного матеріалу до пальника.

10 Ще одна форма виконання способу згідно з винаходом характеризується тим, що до пальника подається щонайменше одна тверда речовина, зокрема, вуглецеві і/або вуглеводневі носії, такі як коксова дрібниця і/або вугільна дрібниця, яка додатково до тонкодисперсного матеріалу, що включає залізовмісні частинки, за допомогою пальника вводиться у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром.

15 Тверда речовина подається до пальника окремо від залізовмісних частинок. Тверда речовина присутня у тонкодисперсній формі. Як тверда речовина, так і тонкодисперсний матеріал подаються до пальника в дозованій кількості або вводяться нею в дозованій кількості у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром. Під вираженням "в дозованій кількості" слід розуміти кількість тонкодисперсного матеріалу і/або твердої речовини, що варіюється і що подається у пальник в одиницю часу або що вводиться за допомогою пальника у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром.

20 За допомогою подачі твердої речовини або твердих речовин в дозованій кількості можна встановлювати у певному діапазоні температуру фокальної плями, разом з регулюванням за продуктивністю пальника, і при роботі пальника з паливом, разом з регулюванням за співвідношенням кисневмісного газу до палива. Під температурою фокальної плями слід розуміти температуру у безпосередній близькості від полум'я, що виходить від пальника. Під продуктивністю пальника слід розуміти енергію, що вводиться за допомогою пальника в одиницю часу у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, зокрема, теплову енергію. Якщо температура фокальної плями вища, то залізовмісні частинки, що вводяться за допомогою пальника у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, у процесі їх введення у вихідне від пальника полум'я агломеруються з утворенням агломератів, які можуть флюїдизуватися у псевдозрідженому шарі відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. Якщо, проте, температура фокальної плями дуже висока, то виникають дуже великі агломерати, які не можуть більше флюїдизуватися у псевдозрідженому шарі. За певних обставин, частинки, створюючи псевдозріджений шар, агломеруються з утворенням дуже крупних агломератів, які не можуть більше флюїдизуватися у псевдозрідженому шарі. Формування цих дуже крупних агломератів може привести до того, що псевдозріджений шар перестає діяти із-за дефлюїдизації псевдозрідженого шару - агломерати більше не можуть флюїдизуватися у псевдозрідженому шарі. За цих умов псевдозріджений шар більше не може підтримуватися. Якщо, з іншого боку, температура фокальної плями є низькою, то під час введення залізовмісних частинок у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром за допомогою пальника не відбувається або відбувається лише незначна агломерація залізовмісних частинок з утворенням агломератів. При відповідно малих розмірах зерна введених залізовмісних частинок або утворених агломератів, вони відразу ж після їх введення у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром будуть відноситися з нього. Температура фокальної плями з метою агломерації встановлюється таким чином, що, з одного боку, віднесення залізовмісних частинок з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром є мінімальним, а з іншого боку, гарантується підтримка псевдозрідженого шару у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

45 В одному варіанті температура фокальної плями встановлюється або регулюється за кількістю тонкодисперсного матеріалу або кількістю залізовмісних частинок, що містяться в ньому, яка вводиться за допомогою пальника в одиницю часу у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром.

50 Ще одна форма виконання способу згідно з винаходом характеризується тим, що тонкодисперсний матеріал перед введенням у псевдозріджений шар і/або у вільний простір над псевдозрідженим шаром акумулюється у накопичувальному пристрої і, при необхідності, потім подається у співвіднесений з накопичувальним пристроєм пристрій регулювання тиску.

55 Пристрій регулювання тиску може бути виконаний, зокрема, як так звана "система воронка-затвор" або як "дозувальний резервуар". Акумуляція тонкодисперсного матеріалу у накопичувальному пристрої має ту перевагу, що також у разі переривистого транспортування тонкодисперсного матеріалу у накопичувальний пристрій можливе безперервне введення тонкодисперсного матеріалу у псевдозріджений шар і/або у вільний простір над псевдозрідженим шаром. Тобто, переривистий процес тим самим переводиться у безперервний процес. Крім того, за рахунок співвіднесеного з накопичувальним пристроєм пристрою

регулювання тиску забезпечується надійне транспортування тонкодисперсного матеріалу у пальник і при коливаннях тиску газової атмосфери у відновному реакторі, оскільки тиск оточуючої тонкодисперсний матеріал газової атмосфери можна узгоджувати з тиском газової атмосфери у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром.

5 Оточуюча тонкодисперсний матеріал газова атмосфера може бути, наприклад, інертним газом, зокрема, газом, що містить азот, або відновним газом, зокрема, газом, що містить водень і окисел вуглецю.

10 Ще одним предметом даного винаходу є застосування пристрою, який містить щонайменше один відновний агрегат, причому є щонайменше один пальник з трубопроводом підведення матеріалу для підведення тонкодисперсного матеріалу, який включає частинки, що містять оксид заліза, у пальник, причому відновний агрегат є відновним агрегатом із псевдозрідженим шаром, пальник сполучається з внутрішнім простором відновного агрегату із псевдозрідженим шаром, причому пальник містить трубопровід введення для введення тонкодисперсного матеріалу у внутрішній простір відновного агрегату із псевдозрідженим шаром, для здійснення відповідного винаходу способу.

15 Якщо є декілька відновних агрегатів із псевдозрідженим шаром, то також може бути декілька пальників для матеріалу, який включає частинки, що містять оксид заліза. При цьому пальники розташовані таким чином, що тонкодисперсний матеріал може безпосередньо вводиться у псевдозріджений шар і/або у вільний простір над псевдозрідженим шаром відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. Наприклад, на кожен відновний агрегат із псевдозрідженим шаром є перший пальник для введення тонкодисперсного матеріалу безпосередньо у псевдозріджений шар і другий пальник для введення тонкодисперсного матеріалу безпосередньо у вільний простір над псевдозрідженим шаром відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. При цьому пальники можуть бути розташовані у будь-яких місцях на бічній поверхні відновного агрегату із псевдозрідженим шаром. Якщо це розподілена система, наприклад розподілена FINEX®-система з декількома каскадно розташованими відновними агрегатами із псевдозрідженим шаром, то на кожен відновний агрегат із псевдозрідженим шаром може бути один або декілька пальників для введення тонкодисперсного матеріалу у відповідний відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, але також можливо, що для декількох відновних агрегатів із псевдозрідженим шаром є лише один пальник.

Пальник включає трубопровід підведення газу для підведення кисневмісного газу і/або трубопровід підведення палива для підведення газоподібного і/або рідкого і/або твердого палива у пальник.

35 З щонайменше одним відновним агрегатом із псевдозрідженим шаром співвіднесений пристрій сухого пиловловлювання для знепилювання газу, зокрема, відхідного газу із щонайменше одного відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

40 Запилений відхідний газ із щонайменше одного відновного агрегату із псевдозрідженим шаром відводиться з нього і за допомогою пристрою сухого пиловловлювання, наприклад, за допомогою фільтрів гарячого газу, або у разі, коли відхідний газ після відведення з відновного агрегату із псевдозрідженим шаром протікає через пристрій для теплообміну, в охолодженому стані за допомогою нормального фільтру пиловловлювання звільняється від пилу, що міститься у відхідному газі.

45 Трубопровід підведення матеріалу для підведення тонкодисперсного матеріалу, який включає частинки, що містять оксид заліза, виходить із щонайменше одного накопичувального пристрою для накопичення тонкодисперсного матеріалу.

Є сполучений із пальником і/або трубопроводом підведення газу і/або трубопроводом підведення палива трубопровід підведення твердої речовини для підведення твердої речовини у пальник і/або для підведення твердої речовини у трубопровід підведення газу і/або для підведення твердої речовини у трубопровід підведення палива.

50 З накопичувальним пристроєм співвіднесений пристрій регулювання тиску для встановлення тиску газової атмосфери, що оточує тонкодисперсний матеріал.

55 Відповідний пристрій регулювання тиску є, наприклад, "системою воронка-затвор" або "дозувальний резервуар". Тиск оточуючої тонкодисперсний матеріал газової атмосфери перед підведенням тонкодисперсного матеріалу у пальник або перед введенням тонкодисперсного матеріалу у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром приводиться, наприклад, на тиск, підвищений у порівнянні з тиском у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром, за рахунок чого забезпечується можливість транспортування тонкодисперсного матеріалу у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром.

60 Є пневматичний транспортувальний пристрій для пневматичного транспортування тонкодисперсного матеріалу у пальник.

До пальника може підводитися кисневмісний газ за допомогою трубопроводу підведення матеріалу.

Тонкодисперсний матеріал і кисневмісний газ вводяться за допомогою трубопроводу підведення матеріалу у пальник і за допомогою трубопроводу введення - у внутрішній простір відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

Іншим предметом даного винаходу є застосування відповідного винаходу способу виробництва рідкого чавуну або рідкого сталевих напівфабрикату за допомогою процесу відновної плавки в установці відновної плавки, причому тонкодисперсний матеріал згідно з винаходом вводиться у відновний агрегат із псевдозрідженим шаром, і тонкодисперсний матеріал, при необхідності з додаванням добавок і тонкодисперсних вихідних речовин, що містять оксид заліза, у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром за допомогою відновного газу щонайменше частково відновлюється до напівфабрикатів заліза, і напівфабрикати заліза в агрегаті відновної плавки, при подачі кисневмісного газу і вуглецевмісних енергоносіїв, розплавляються з утворенням відновного газу і рідкого чавуну або рідких сталевих напівфабрикатів.

Напівфабрикати заліза є продуктами, виробленими у відновному агрегаті із псевдозрідженим шаром, які в агрегаті, наприклад в агрегаті відновної плавки, який утворює систему з відновним агрегатом із псевдозрідженим шаром, розплавляються для одержання рідкого чавуну або рідких сталевих напівфабрикатів. Напівфабрикати заліза є, наприклад, губчастим залізом і/або DRI (залізо прямого відновлення) і, при необхідності, перед використанням в агрегаті відновної плавки, пресуються у брикети заліза гарячого пресування (HCI) або заліза холодного або гарячого брикетування (CBI, HBI). Введені в агрегат відновної плавки вуглецевмісні енергоносії є, наприклад, вугільними брикетами і/або кусковим вугіллям і/або коксом і/або вуглеводеньмісні тверді, рідкі або газоподібні речовини і/або вугільну дрібницю і/або пластик і/або мазут і/або природний газ.

Предметом даного винаходу є застосування відповідного винаходу способу для виробництва продуктів заліза за допомогою процесу прямого відновлення в установці прямого відновлення, причому тонкодисперсний матеріал згідно з винаходом вводиться у відновний агрегат, і тонкодисперсний матеріал, при необхідності, з додаванням добавок і тонкодисперсних вихідних речовин, що містять оксид заліза, у відновному агрегаті за допомогою відновного газу відновлюється щонайменше частково до продуктів заліза.

При необхідності, продукти заліза, після їх виробництва у відновному агрегаті, піддаються кускуванню. Кускування здійснюється, наприклад, у формі холодного або гарячого брикетування продуктів заліза з утворенням заліза холодного або гарячого брикетування (CBI, HBI) або у формі гарячого пресування з утворенням заліза гарячого пресування (HCI).

Продукти заліза є продуктами, які продаються, наприклад, для подальшої обробки, проте також переробляються у сталь на зв'язаному сталеливарному виробництві, наприклад, за допомогою печі електродуги.

Короткий опис креслень

Винахід пояснюється нижче на прикладі із посиланням на креслення, що додаються.

Фіг. 1 показує схемно і як приклад відповідний винаходу спосіб і відповідний винаходу пристрій з відновним агрегатом із псевдозрідженим шаром.

Фіг. 2 показує схемно і як приклад конкретну форму виконання відповідного винаходу способу і відповідного винаходу пристрою з декількома відновними агрегатами із псевдозрідженим шаром.

Фіг. 3 показує схемно і як приклад, на додаток до фіг. 1 і фіг. 2, фрагмент відповідного винаходу способу і відповідного винаходу пристрою у FINEX®-системі, включаючи представлення різних джерел походження газоподібного палива, транспортувального газу і тонкодисперсного матеріалу.

Опис форм виконання

Фіг.1 показує схемно і як приклад відповідний винаходу спосіб і відповідний винаходу пристрій, в яких тонкодисперсний матеріал (4), який включає залізовмісні частинки, за допомогою пальника (2) вводиться у псевдозріджений шар (24) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром. Температура у псевдозрідженому шарі (24) більше, ніж 300 °C, переважно більше, ніж 400 °C, особливо переважно більше, ніж 500 °C, і менше, ніж 900 °C, переважно менше, ніж 850 °C, особливо переважно менше, ніж 800 °C. Тонкодисперсний матеріал (4) транспортується по трубопроводу (3) підведення матеріалу до пальника (2), де із розміщеного у пальнику (2) трубопроводу (6) введення вводиться у внутрішній простір (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром. Тонкодисперсний матеріал (4) агломерується під час введення з утворенням агломератів. Агломерати потім утримуються у

псевдозрідженому шарі (24) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром так довго, поки вони знову не будуть виведені з відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром. Додатково, через транспортні трубопроводи (40) у внутрішній простір (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром завантажуються вихідні речовини (41), які містять оксид заліза, а також

5 добавки (19). За допомогою відновного газу (20), що вводиться по трубопроводу відновного газу (37) у внутрішній простір (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром або у псевдозріджений шар (24) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром, здійснюється відновлення залізовмісних частинок, що містяться в тонкодисперсному матеріалі (4), і тонкодисперсної вихідної речовини (41), що містить оксид заліза, до напівфабрикатів (21) заліза і продуктів (60) заліза, які виводяться через випускний трубопровід (36) з відновного агрегату (1)

10 із псевдозрідженим шаром. Агломерати утримуються у зваженому стані відновним газом (20), що протікає від низу до верху у відновному агрегаті (1) із псевдозрідженим шаром. Розмір агломератів, що утворюються, залежить від температури полум'я. Температура полум'я або температура фокальної плями, тобто температура у безпосередній близькості від полум'я, відповідно регулюється таким чином, що агломерати за допомогою відновного газу (20) не виносяться з відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром і не падають вниз на основу відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром. Швидше агломерати виконують у псевдозрідженому шарі (24) або у вільному просторі (25) над псевдозрідженим шаром (24) випадковий рух, викликаний потоком відновного газу, - вони знаходяться у зваженому стані

20 всередині псевдозрідженого шару (24). Залізовмісні частинки включають, наприклад, частинки магнетиту, пил з пристрою пиловловлювання, зокрема пристрої (11) сухого пиловловлювання, пил пристрою (29) пресування пристрою (48) сухого пиловловлювання, що відноситься до показаного на фіг. 3, зокрема, з пристрою гарячого пресування (установки гарячого пресування заліза), пил з пристрою брикетування або пил з пристрою гарячого брикетування або пил металургійного виробництва, особливо пил із системи пиловловлювання ливарного цеху або

25 пил з показаного на фіг. 3 пристрою (49) сухого пиловловлювання для знепилювання відновного газу (20), який відводиться з показаного на фіг. 3 агрегату (22) відновної плавки. Відновний газ (20), спожитий при відновленні залізовмісних частинок, що містяться у тонкодисперсному матеріалі (4), і тонкодисперсних вихідних речовин (41), що містять оксид заліза, відводиться як запилений відхідний газ (12) з відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром і піддається теплообміну у пристрої (26) теплообміну, причому відхідний газ (12) охолоджується. Запилений і охолоджений відхідний газ (12) потім знепилюється у пристрої (11) сухого пиловловлювання, причому тонкодисперсний матеріал (4), що транспортується разом з відхідним газом (12), відокремлюється. Відокремлений тонкодисперсний матеріал (4) проміжним чином акумулюється у накопичувальному пристрої (13). У накопичувальний пристрій (13) входить трубопровід (38) підведення пилу для підведення тонкодисперсного матеріалу (4), який одержується, наприклад, з одного або більше вказаних вище джерел або відділяється з показаних на фіг. 3 скрубєрів (45, 46, 47) і подається, при необхідності після сушки, як тонкодисперсний матеріал (4) через

40 трубопровід (38) підведення пилу у накопичувальний пристрій (13). При необхідності, до тонкодисперсного матеріалу (4) за допомогою подавального трубопроводу (39) підмішуються вуглецевмісні речовини (28). Підмішування вуглецевмісних речовин (28) може виконуватися перед, в або після накопичувального пристрою (13). З накопичувальним пристроєм (13) співвіднесений пристрій (14) регулювання тиску для регулювання тиску газової атмосфери (15), яка оточує тонкодисперсний матеріал (4). Якщо, наприклад, тиск у відновному агрегаті (1) із псевдозрідженим шаром вище, ніж тиск газової атмосфери (15), яка оточує тонкодисперсний матеріал (4), то за допомогою пристрою (14) регулювання тиску тиск газової атмосфери (15) у пристрої (14) регулювання тиску підвищується до значення, яке перевищує тиск у відновному агрегаті (1) із псевдозрідженим шаром, перш ніж тонкодисперсний матеріал (4) пневматично за допомогою пневматичного транспортувального пристрою (16) транспортуватиметься від

50 пристрою (14) регулювання тиску через трубопровід (3) підведення матеріалу до пальника (2). Тонкодисперсний матеріал транспортується або вдувається або всмоктується спільно з транспортувальним газом (27) з пневматичного транспортувального пристрою (16). Пальник (2) сполучений з трубопроводом (3) підведення матеріалу, який входить у трубопровід (6) введення для введення тонкодисперсного матеріалу (4) у внутрішній простір (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром. Крім того, пальник (2) має трубопровід (7) підведення газу для підведення кисневмісного газу (8), переважно повітря, технічного кисню, азоту або пари, трубопровід (9) підведення палива для підведення газоподібного і/або рідкого, і/або твердого палива (10) у пальник (2). Пальник (2) також має трубопровід (52) підведення твердих речовин для подачі твердої речовини (51), зокрема, для підведення твердих носіїв заліза у пальник (2).

60 Трубопровід (52) підведення твердих речовин додатково сполучається з трубопроводом (7)

підведення газу і трубопроводом (9) підведення палива. Пальник (2) виконаний таким чином, що на наконечнику пальника (2), що входить у внутрішній простір (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром, кисневмісний газ (8), паливо (10), введений через трубопровід (6) у пальник (2) тонкодисперсний матеріал (4) і тверда речовина (51) можуть змішуватися. Після

5 займання цієї суміші утворюється виступаюче з отвору пальника полум'я, за допомогою якого тонкодисперсний матеріал (4) вводиться у внутрішній простір (5) відновного агрегату із псевдозрідженим шаром.

Якщо паливом (10) є тверде паливо (10), наприклад, тонкодисперсний вуглецевмісний матеріал, то тверде паливо (10) переміщується у пальник (2) за допомогою транспортувального газу (59). При застосуванні газоподібного палива (10), паливо (10) може безпосередньо використовуватися як транспортувальний газ (27) для пневматичного транспортування тонкодисперсного матеріалу (4) у пальник (2). При цьому газоподібне паливо (10) подається безпосередньо у транспортувальний пристрій (16). У спеціальній формі виконання винаходу, щонайменше часткова кількість кисневмісного газу (8) застосовується як транспортувальний газ (27), причому часткова кількість кисневмісного газу (8) подається у пневматичний транспортувальний пристрій (16). Як паливо (10) або транспортувальний газ (27) можуть застосовуватися, наприклад, відхідний газ (12), отримуваний газ (30), залишковий газ (31), охолоджувальний газ (32), газ (33), що виводиться, доменний газ (34) або продувальний газ (50). Ці гази подаються у пальник за допомогою трубопроводу (9) підведення палива. Ці гази

10 також можуть подаватися за допомогою пневматичного транспортувального пристрою (16).

На фіг. 2 схемно і як приклад показана конкретна форма виконання відповідного винаходу способу і відповідного винаходу пристрою з декількома відновними агрегатами із псевдозрідженим шаром.

Ця форма виконання включає чотири відновні агрегати (1, 53, 54, 55) із псевдозрідженим шаром, кожен із псевдозрідженим шаром (25), причому відновний газ (20) спочатку по трубопроводу (37) відновного газу направляється у відновний агрегат (53) із псевдозрідженим шаром. Після відновлення введених через транспортний трубопровід (40) у відновний агрегат (53) із псевдозрідженим шаром тонкодисперсних оксидозалізовмісних вихідних речовин (41) і тонкодисперсного матеріалу (4), який знаходиться у відновному агрегаті (53) із псевдозрідженим шаром і який включає залізовмісні частинки, до напівфабрикатів (21) заліза і/або продуктів (60) заліза, напівфабрикати (21) заліза і/або продукти (60) заліза за допомогою випускного трубопроводу (36) виводяться з відновного агрегату (53) із псевдозрідженим шаром і, при необхідності, подаються на подальші стадії обробки. Потім частково спожитий при відновленні у відновному агрегаті (53) із псевдозрідженим шаром відновний газ (20) виводиться з нього і вводиться у відновний агрегат (1) із псевдозрідженим шаром. У цьому відновному агрегаті (1) із псевдозрідженим шаром введений за допомогою пальника (2, 58) у псевдозріджений шар (24) або у вільний простір (25) над псевдозрідженим шаром (24) тонкодисперсний матеріал (4) і тонкодисперсні вихідні речовини (41), що містять оксид заліза, за допомогою частково спожитого відновного газу (20), виведеного з відновного агрегату (53) із псевдозрідженим шаром, відновлюються, причому, у свою чергу, частина відновного газу (20) споживається і виводиться з відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром. Після введення відновного газу (20) у відновні агрегати (54) і (55) із псевдозрідженим шаром, в яких введений за допомогою співвіднесених з ними пальників (56) і (57) тонкодисперсний матеріал (4) і введені за допомогою транспортного трубопроводу (40) тонкодисперсні вихідні речовини (41), що містять оксид заліза, відновлюються, відновний газ (20) видаляється у вигляді відхідного газу (12) з відновного агрегату (55) із псевдозрідженим шаром. Напрямок потоку тонкодисперсних вихідних речовин (41), що містять оксид заліза, і відновного газу (20) в показаному на фіг. 3 способі, FINEX®-способі, є протилежним. Тоді як відновний газ (20) з відновного агрегату (53) із псевдозрідженим шаром послідовно проходить через відновні агрегати (1), (54) і (55) із псевдозрідженим шаром, відновлені тонкодисперсні вихідні речовини (41), що містять оксид заліза, і відновлені залізовмісні частинки, які містяться у тонкодисперсному матеріалі, транспортуються за допомогою транспортного трубопроводу (40) у протилежному напрямі, щоб, кінець кінцем, як напівфабрикати (21) заліза і/або напівфабрикати (60) заліза виводитися через випускний трубопровід (36) з відновного агрегату (53) із псевдозрідженим шаром. Не описані тут і показані на фіг. 2 ознаки відповідають ознакам, описаним із посиланням на фіг. 1.

50

На фіг. 3 схемно і як приклад показані, на додаток до фіг. 1 і фіг. 2, різні джерела походження газоподібного палива (10), транспортувального газу (27) і тонкодисперсного матеріалу (4).

Винесені по випускному трубопроводу (36) з представленого на фіг. 2 відновного агрегату (53) із псевдозрідженим шаром напівфабрикати (21) заліза як DRI перед використанням

60

перетворюються в агрегаті (22) відновної плавки у HCl (43) - залізо гарячого пресування - або у брикети (44), які завантажуються за допомогою завантажувального пристрою (42) в агрегат (22) відновної плавки. Там HCl (43) або брикети (44) при додаванні кисневмісного газу (8) вуглецевмісних енергоносіїв (23), наприклад, кускового вугілля, при утворенні відновного газу (20) розплавляються у рідкий чавун (17) або рідкі сталеві напівфабрикати (18) і виносяться з агрегату (22) відновної плавки. Виведений з агрегату (22) відновної плавки запилений відновний газ (20) знепилюється у пристрої (49) сухого пиловловлювання, і перша часткова кількість знепиленого відновного газу (20) вводиться у завантажувальний пристрій (42), щоб уникнути зворотного окислення введених у завантажувальний пристрій (42) напівфабрикатів заліза (21).

Введена у завантажувальний пристрій (42) перша часткова кількість знепиленого відновного газу (20) виводиться з нього у вигляді доменного газу (34) і, при необхідності, після мокрого очищення у скрубєрі (47) подається до пристрою (35) видалення CO₂. Друга часткова кількість знепиленого відновного газу (20) піддається мокрому очищенню у скрубєрі (46) для одержання охолоджувального газу (32), перш ніж він змішується з виведеним з агрегату (22) відновної плавки відновним газом (20) перед його знепилюванням у пристрої (49) сухого пиловловлювання. Третя часткова кількість знепиленого відновного газу (20) повертається у щонайменше один з представлених на фіг. 2 відновних агрегатів (53, 1, 54, 55) із псевдозрідженим шаром, тоді як четверта часткова кількість знепиленого відновного газу (20) піддається мокрому очищенню у скрубєрі (45).

Перша часткова кількість відхідного газу (12), яка відводиться з показаного на фіг.2 відновного агрегату (55) із псевдозрідженим шаром, після очищення у пристрої (11) сухого пиловловлювання піддається видаленню CO₂ у пристрої (35) видалення CO₂ для формування CO₂-збідненого отриманого газу (30) і CO₂-збагаченого залишкового газу (31). Друга часткова кількість виведеного з відновного агрегату (55) із псевдозрідженим шаром відхідного газу (12) випускається без попереднього видалення CO₂ як газ (33), що виводиться з FINEX®-системи. Отримуваний газ (30) додається до виведеного з агрегату (22) відновної плавки запиленого відновного газу (20) перед його знепилюванням у пристрої (49) сухого пиловловлювання. Наприклад, отримуваний газ (30), залишковий газ (31), охолоджувальний газ (32), газ (33), що виводиться, доменний газ (34) і відхідний газ (12) застосовуються, щонайменше частково, як газоподібне паливо (10), так і як транспортувальний газ (27). Тонкодисперсний матеріал (4), відокремлений при знепилюванні продувального газу (50) у пристрої (48) сухого пиловловлювання або при знепилюванні відведеного з агрегату (22) відновної плавки відновного газу (20) у пристрої (49) сухого пиловловлювання, подається, наприклад, за допомогою трубопроводу (38) підведення пилу у накопичувальний пристрій (13). У разі потреби, відокремлений у скрубєрах (45), (46) і (47) шлам, при необхідності після його сушки, направляється як тонкодисперсний матеріал (4) також по трубопроводу (38) підведення пилу у накопичувальний пристрій (13).

Хоча винахід детально описаний і проілюстрований за допомогою переважних прикладів виконання, проте винахід не обмежений розкритими прикладами, і інші варіанти можуть бути отримані на цій основі фахівцем в даній області без відхилення від об'єму захисту даного винаходу.

Список посилальних позицій

1 відновний агрегат із псевдозрідженим шаром

2 пальник

3 трубопровід підведення матеріалу

4 тонкодисперсний матеріал

5 внутрішній простір

6 трубопровід введення

7 трубопровід підведення газу

8 кисневмісний газ

9 трубопровід підведення палива

10 паливо

11 пристрій сухого пиловловлювання

12 відхідний газ

13 накопичувальний пристрій

14 пристрій регулювання тиску

15 газова атмосфера

16 пневматичний транспортувальний пристрій

17 рідкий чавун

18 рідкі сталеві напівфабрикати

- 19 добавки
- 20 відновний газ
- 21 напівфабрикати заліза
- 22 агрегат відновної плавки
- 5 23 вуглецевмісний енергоносіє
- 24 псевдозріджений шар
- 25 вільний простір
- 26 пристрій теплообміну
- 27 транспортувальний газ
- 10 28 вуглецевмісний газ
- 29 пристрій пресування
- 30 отримуваний газ
- 31 залишковий газ
- 32 охолоджувальний газ
- 15 33 газ, що виводиться
- 34 доменний газ
- 35 пристрій видалення CO₂
- 36 випускний трубопровід
- 37 трубопровід відновного газу
- 20 38 трубопровід підведення пилу
- 39 підвідний трубопровід
- 40 транспортний трубопровід
- 41 тонкодисперсні вихідні речовини, що містять оксид заліза
- 42 завантажувальний пристрій
- 25 43 HCl (залізо гарячого пресування)
- 44 брикети
- 45 скрубєр
- 46 скрубєр
- 47 скрубєр
- 30 48 пристрій сухого пиловловлювання
- 49 пристрій сухого пиловловлювання
- 50 продувальний газ
- 51 тверда речовина
- 52 трубопровід підведення твердої речовини
- 35 53 відновний агрегат із псевдозрідженим шаром
- 54 відновний агрегат із псевдозрідженим шаром
- 55 відновний агрегат із псевдозрідженим шаром
- 56 пальник
- 57 пальник
- 40 58 пальник
- 59 транспортувальний газ
- 60 продукти заліза

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 45 1. Спосіб введення тонкодисперсного матеріалу (4), який включає частинки, що містять оксид заліза, у відновний агрегат для відновлення частинок, що містять оксид заліза, за допомогою відновного газу, що підводять ззовні, який **відрізняється** тим, що відновний агрегат є відновним агрегатом (1) із псевдозрідженим шаром (24), що температура у псевдозрідженому шарі (24) є
- 50 нижчою за температуру плавлення тонкодисперсного матеріалу (4) і складає більше ніж 300 °С, переважно більше ніж 400 °С, особливо переважно більше ніж 500 °С і менше ніж 900 °С, переважно менше ніж 850 °С, особливо переважно менше ніж 800 °С, що тонкодисперсний матеріал (4) вводять за допомогою пальника (2) безпосередньо у псевдозріджений шар (24) і/або у вільний простір (25) над псевдозрідженим шаром (24), причому тонкодисперсний
- 55 матеріал (4) під час введення за допомогою витікаючого від пальника (2) полум'я на його поверхні оплавляють і агломерують з утворенням агломератів, тоді як агломерати за допомогою відновного газу, що протікає знизу вверх через відновний агрегат, утримують у зваженому стані, а оксидозалізовмісні частинки, що містяться в агломератах, відновлюють за допомогою відновного газу, і що агломерати після відновлення оксидозалізовмісних частинок,
- 60 які містяться в них, виводять з відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що щонайменше часткова кількість тонкодисперсного матеріалу (4) надходить з пиловловлювального пристрою, зокрема пристрою (11) сухого пиловловлювання, агрегату відновного плавлення і/або установки прямого відновлення.

3. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що щонайменше при частковій кількості тонкодисперсного матеріалу (4), який включає частинки, що містять оксид заліза, під час введення за допомогою пальника (2) здійснюють збільшення пористості частинок, що містять оксид заліза, і/або сушіння тонкодисперсного матеріалу (4).

4. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що тонкодисперсний матеріал (4) транспортують пневматично за допомогою транспортувального газу (27) до пальника (2).

5. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що частинки, які містять оксид заліза, включають залізорудний дрібняк.

6. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що тонкодисперсний матеріал (4) містить вуглецевмісні речовини (28) і/або транспортують при температурі переважно більше ніж 150 °C, до пальника (2).

7. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що пальник (2) працює з газоподібним паливом (10) і/або рідким паливом (10), і/або твердим паливом (10), і/або з кисневмісним газом (8), причому при роботі пальника (2) з паливом (10) газоподібне паливо (10) містить щонайменше один технологічний газ, який виділяють в рамках процесу виробництва чавуну.

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що газоподібне паливо (10) і/або тверде паливо (10) після виходу з пальника (2) щонайменше частково окислюють з кисневмісним газом (8).

9. Спосіб за п. 7 або 8, який **відрізняється** тим, що тверде паливо (10) транспортують до пальника (2) за допомогою транспортувального газу (59), причому транспортувальний газ (59) містить щонайменше один технологічний газ, який виділяють в рамках процесу виробництва чавуну.

10. Спосіб за п. 8 або 9, який **відрізняється** тим, що щонайменше часткову кількість газоподібного палива (10) і/або щонайменше часткову кількість кисневмісного газу (8) застосовують як транспортувальний газ (27) для пневматичного транспортування тонкодисперсного матеріалу (4) до пальника (2).

11. Спосіб за будь-яким з пп. 7-10, який **відрізняється** тим, що при роботі пальника (2) виключно з кисневмісним газом (8) кисневмісний газ (8) з газовою атмосферою, що містить водень і/або окисел вуглецю, і/або метан, і/або вуглеводні, перетворюють у відновному агрегаті (1).

12. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що до пальника (2) подають щонайменше одну тверду речовину (51), зокрема вуглецеві і/або вуглеводневі носії, такі як коксовий дрібняк і/або вугільний дрібняк, який додатково до тонкодисперсного матеріалу (4), який включає частинки, що містять оксид заліза, за допомогою пальника (2) вводять у відновний агрегат (1).

13. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що тонкодисперсний матеріал (4) перед введенням у псевдозріджений шар (24) і/або у вільний простір (25) над псевдозрідженим шаром (24) акумулюють у накопичувальному пристрої (13) і, при необхідності, потім подають у співвіднесений з накопичувальним пристроєм (13) пристрій (14) для регулювання тиску.

14. Застосування пристрою, який містить щонайменше один відновний агрегат, причому є щонайменше один пальник (2) з трубопроводом (3) підведення матеріалу для підведення тонкодисперсного матеріалу (4), який включає частинки, що містять оксид заліза, у пальник (2),

відновний агрегат є відновним агрегатом (1) із псевдозрідженим шаром, пальник (2) сполучається з внутрішнім простором (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром,

пальник (2) містить трубопровід (6) введення для введення тонкодисперсного матеріалу (4) у внутрішній простір (5) відновного агрегату (1) із псевдозрідженим шаром, для здійснення способу за будь-яким із попередніх пунктів.

15. Застосування способу за будь-яким з попередніх пунктів 1-13 для виробництва рідкого чавуну (17) або рідких сталевих напівфабрикатів (18) за допомогою процесу відновного плавлення в агрегаті (22) відновної плавки, причому тонкодисперсний матеріал (4) згідно з винаходом вводиться у відновний агрегат, який виконаний як відновний агрегат (1) із псевдозрідженим шаром (24), і тонкодисперсний матеріал (4), при необхідності з додаванням

добавок (19) і тонкодисперсних оксидозалізовмісних вихідних речовин (41), у відновному агрегаті (1) із псевдозрідженим шаром за допомогою відновного газу (20) щонайменше частково відновлюється до напівфабрикатів заліза (21), і напівфабрикати заліза (21) в агрегаті (22) відновного плавлення, при подачі кисневмісного газу (8) і вуглецевмісних енергоносіїв (23), плавляться при утворенні відновного газу (20) з одержанням рідкого чавуну (17) або рідких сталевих напівфабрикатів (18).

5

Фіг. 1

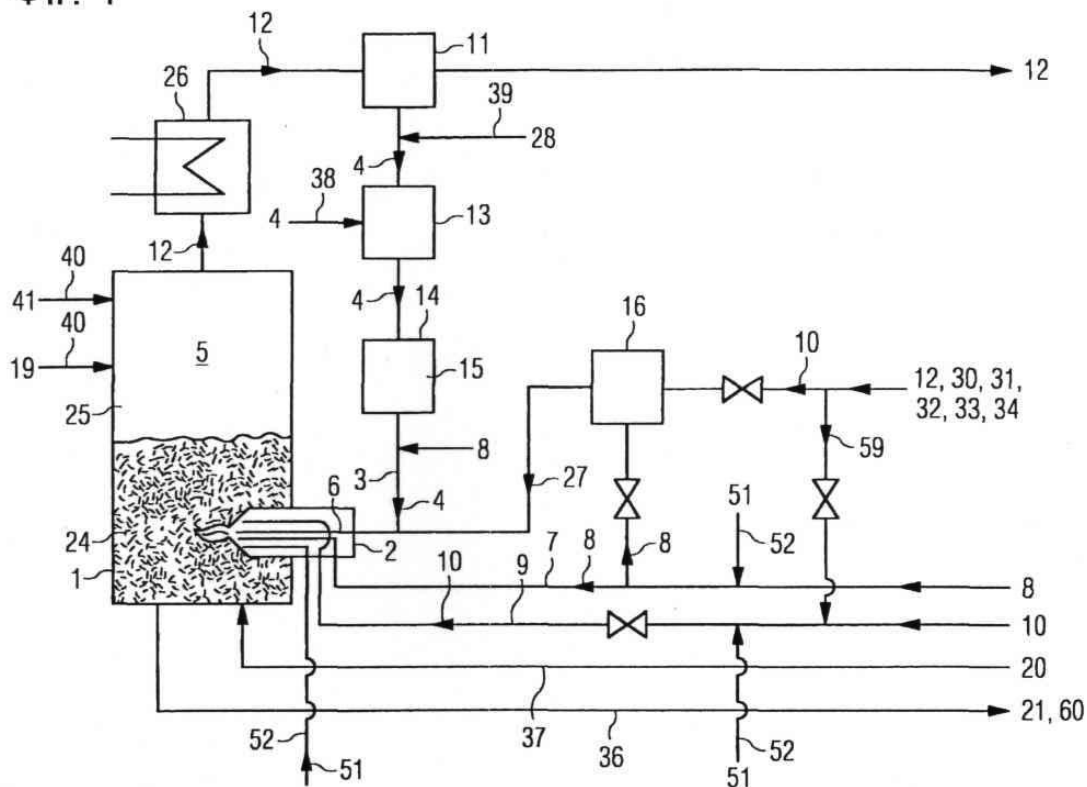


Fig. 2

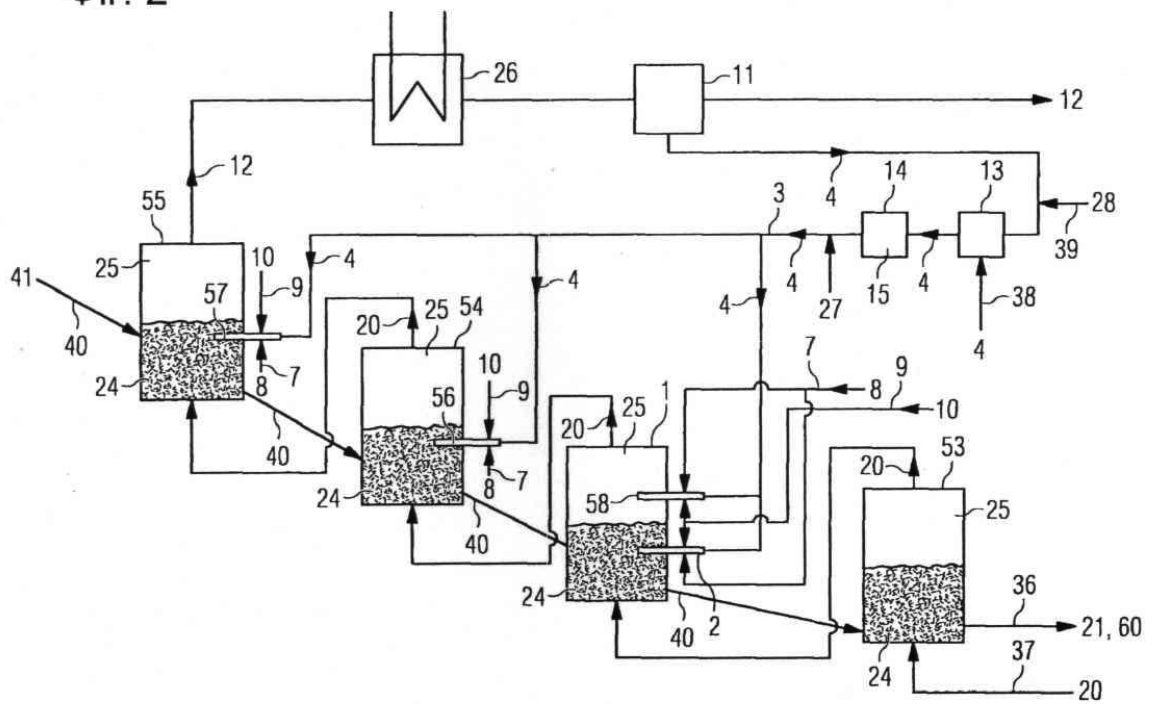
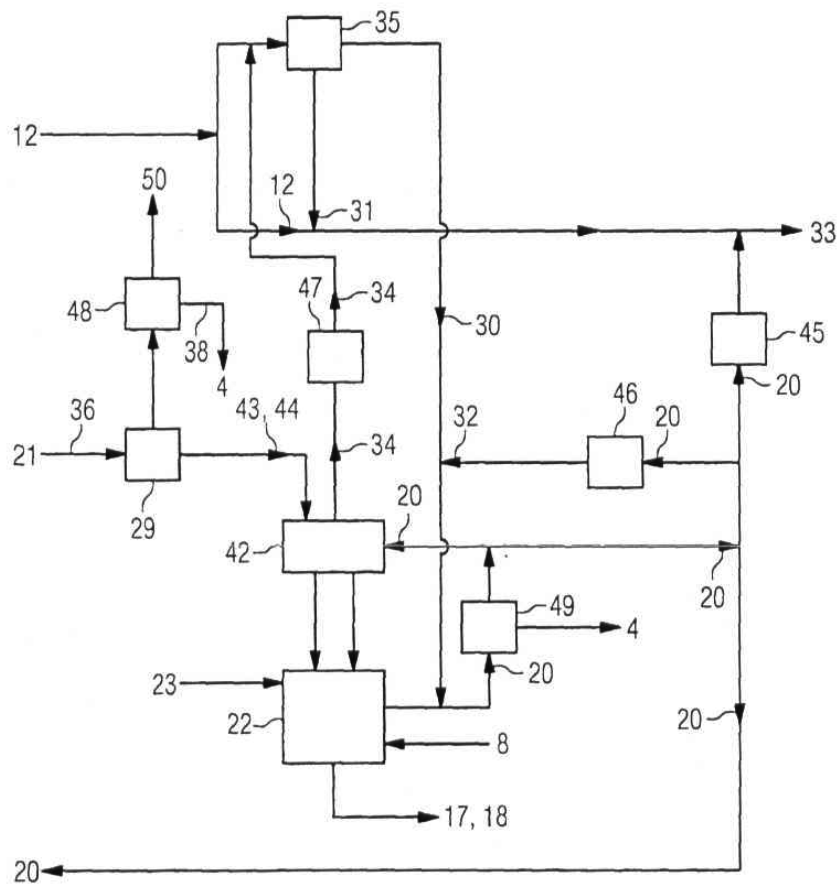


Fig. 3



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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

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