



(19) **UA** (11) **78 139** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ**

(21), (22) Заявка: а200506688, 12.12.2002

(24) Дата начала действия патента: 15.02.2007

(46) Дата публикации: 15.02.2007 **C21B 13/00**
20070101CFI20070115BHUA
C21B 13/02
20070101ALI20070115RHUA
F27D 17/00
20070101CLI20070115BHUA

(86) Заявка РСТ:
РСТ/US2002/039631, 20021212

(72) Изобретатель:

Метиус Гари Э., US,
Монтаю Стивен С., US,
Бейли Расселл, TR,
Какалей Расселл, US,
Воелкер Браян В., US

(73) Патентовладелец:

МИДРЭКС ИНТЕРНЭШНЛ Б.В. РОТТЕРДАМ,
ЦЮРИХ БРАНЧ, CH

(54) СПОСОБ (ВАРИАНТЫ) И УСТРОЙСТВО (ВАРИАНТЫ) ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОДНОРОДНОСТИ
ТЕМПЕРАТУРЫ ШИХТЫ И СПОСОБ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА В ШАХТНОЙ
ПЕЧИ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Способ и устройство для повышения подачи углеводородов в шахтную печь прямого восстановления железоксидного материала с одновременным регулированием однородности температуры в центральной части шихты в печи, причем углеводные газы, используемые для прямого восстановления, можно предварительно нагревать, что повышает температуру углеводных газов и, затем, повышает результирующую температуру восходящего газа, который поднимается с нижней части печи в центральную часть шихты. Альтернативно, часть восходящего газа может удаляться до того, как он войдет в зону восстановления печи. Удаленный восходящий газ, известный как горячий газ отвода, может подаваться в скруббер колошникового газа печи или может смешиваться с основным потоком

восстановительного газа печи для повторного введения в печь. Альтернативно, горячий восстановительный газ может прямо вдуваться в центральную часть шихты для компенсации охлаждающего действия восходящего газа. Горячий восстановительный газ, который вдувается в центральную часть шихты, может отделяться от основного потока восстановительного газа или может вырабатываться реактором частичного окисления.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2007, N 2, 15.02.2007. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **78 139** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a200506688, 12.12.2002

(24) Effective date for property rights: 15.02.2007

(46) Publication date: 15.02.2007 **C21B 13/00**
20070101CFI20070115BHUA
C21B 13/02
20070101ALI20070115RHUA
F27D 17/00
20070101CLI20070115BHUA

(86) PCT application:
PCT/US2002/039631, 20021212

(72) Inventor:

Metus Gary E., US,
Montague Stephen C., US,
Bailey Russeell, TR,
Kakaley Russeell, US,
Voelker Brian W., US

(73) Proprietor:

MIDREX INTERNAITONAL B.V. ROTTERDAM,
ZURICH BRANCH, CH

(54) **METHOD (VARIANTS) AND DEVICE (VARIANTS) FOR ADJUSTING OF CHARGE TEMPERATURE HOMOGRNEITY AND A METHOD FOR DIRECT REDUCTION OF FERRIC OXIDES IN THE DIRECT REDUCTION SHAFT FURNACE**

(57) Abstract:

A method and apparatus for increasing hydrocarbon input to a direct reduction shaft furnace while controlling the temperature uniformity of the center portion of the burden within the furnace wherein the hydrocarbon gases used in the direct reduction may be preheated, which increases the temperature of the hydrocarbon gees, and therefore increases the resultant temperature of the upflowing gas as it rises from the lower section of the furnace into the center of the burden. Alternatively, a portion of the uptlowing gas may be removed before it enters the reduction zone of the furnace. The removed upflowing gas, known as hot bleed gas, may be dueled to the top gas scrubber

of the furnace or may be mixed with the main reducing gas stream of the furnace for reintroduction to the furnace. Alternatively, hot reducing gas may be directly injected into the center portion of the burden, offsetting the cooling effect of the upflowing gas. The centrally injected hot reducing gas may be split off from the main reducing gas stream or may be generated by a partial oxidation reactor.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 2, 15.02.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

UA 78 139 C2

UA 78 139 C2



(19) **UA** (11) **78 139** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
a200506688, 12.12.2002

(24) Дата набуття чинності: 15.02.2007

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.02.2007C21B
13/00

20070101CFI20070115BHUA
C21B 13/02
20070101ALI20070115RHUA
F27D 17/00
20070101CLI20070115BHUA

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору РСТ:
PCT/US2002/039631, 20021212

(72) Винахідник(и):
Метіус Гарі Е., US,
Монтаґю Стівен С., US,
Бейлі Расселл , TR,
Какалей Расселл , US,
Воелкер Браян В., US

(73) Власник(и):
МІДРЕКС ІНТЕРНЕТШНЛ Б.В. РОТТЕРДАМ,
ЦЮРІХ БРАНЧ, CH

(54) СПОСІБ (ВАРІАНТИ) І ПРИСТРІЙ (ВАРІАНТИ) ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ОДНОРІДНОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ ШИХТИ ТА СПОСІБ ПРЯМОГО ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ ЗАЛІЗА У ШАХТНІЙ ПЕЧІ ПРЯМОГО ВІДНОВЛЕННЯ

(57) Реферат:

Спосіб і пристрій для підвищення подачі вуглеводнів у шахтну піч прямого відновлення залізооксидного матеріалу з одночасним регулюванням однорідності температури у центральній частині шихти в печі, причому вуглеводневі гази, використовувані для прямого відновлення, можна попередньо нагрівати, що підвищує температуру вуглеводневих газів і, відтак, підвищує результуючу температуру висхідного газу, що піднімається з нижньої частини печі в центральну частину шихти. Альтернативно, частина висхідного газу може

видалятися до того, як він ввійде до зони відновлення печі. Видалений висхідний газ, відомий як гарячий газ відводу, може подаватися у скрубєр колошникового газу печі або може змішуватися з основним потоком відновного газу печі для повторного введення в піч. Альтернативно, гарячий відновний газ може прямо вдуватися в центральну частину шихти для компенсування охолоджувальної дії висхідного газу. Гарячий відновний газ, що вдувається в центральну частину шихти, може відділятися від основного потоку відновного газу або може вироблятися реактором часткового оксидування.

UA 78 139 C2

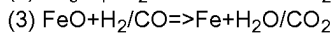
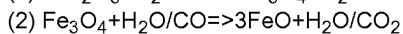
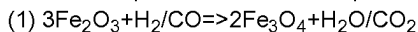
UA 78 139 C2

Опис винаходу

Цей винахід відноситься до способу та пристрою для регулювання температури під час прямого відновлення заліза. Зокрема, цей винахід відноситься до способу та пристрою, що регулює однорідність температури центральної частини шихти, що містить залізо, у шахтній печі прямого відновлення, тим самим забезпечуючи використання більшої кількості вуглеводню протягом усього процесу відновлення.

Виробництво прямо відновленого заліза в установках з гарячим і холодним вивантаженням відбувається у вертикальній шахтній печі і включає відновлення залізної руди або окислу заліза по мірі того, як вона (він) переміщується вниз у зоні відновлення вертикальній шахтній печі, через яку пропускається відповідний гарячий відновний газ, відомий як газ кільцевого розподільника. Газ кільцевого розподільника, що складається в основному з однооксиду вуглецю та водню, подається до шахтної печі з температурою приблизно 700-1000°C. Руду завантажують зверху печі і забезпечують її протікання вниз через зону відновлення, у якій вона відновлюється нагрітим відновним газом, що протікає вгору через піч, після чого відновлена руда протікає в перехідну зону і вниз через цю зону для науглецьовування, якщо у цьому є потреба. У разі установок з холодним вивантаженням, після проходження через зону відновлення руда охолоджується в охолоджувальній зоні, через яку пропускається охолоджувальний газ з температурою нижчою за приблизно 200 °C. Зазвичай у печі з холодним вивантаженням відновний та охолоджувальний гази рециркулюють, факультативно у замкнених контурах, в які додаються потоки свіжого (тобто "підживлювального") відновного газу і з яких видаляються потоки відпрацьованого газу.

Відновний газ, що подається до зони відновлення печі, зазвичай має підвищену температуру, якої вимагає кінетика реакції. Відновний газ вводиться в контакт з залізною рудою, що рухається вниз, для відновлення окисів заліза, що містяться в ній, через такі основні реакції:



При виробництві прямо відновленого заліза (ПВЗ) бажано збільшити науглецьовування продукту та підсилити місцевий риформінг у нижній частині печей прямого відновлення з гарячим та холодним вивантаженням через вдування вуглеводнів. Це перевірений засіб підвищення продуктивності печей прямого відновлення без додання нового устаткування для збільшення об'єму відновного газу. Це ще й перевірений засіб збільшення вмісту вуглецю. Вуглеводні реагують із гарячим ПВЗ, осаджуючи вуглець і вивільнюючи водневий газ. Однак реакція вуглеводнів з утворенням вуглецю та водню є ендотермічною. Відтак, новоутворений холодний водневий газ протікає нагору через центр печі (так званий висхідний потік), охолоджуючи матеріал, що містить залізо, який опускається вниз. Через температурні міркування кількість вуглеводнів, що можна додавати в нижню частину печі, обмежується або низькою температурою центрального шару, або низькою температурою продукту, що вивантажується.

Якщо у нижню частину печі додається більше вуглеводнів, утворюється охолоджений водневий газ, що піднімається в зону відновлення, і температура центрального шару знижується, тим самим знижуючи кінетику реакції. Необхідна температура шихти є вище 650°C. Якщо температура шихти падає до 625-650°C, середня металізація продукту починає зменшуватися через те, що матеріал у центрі печі не відновлюється або не металізується належним чином. Крім того, у печах з гарячим вивантаженням для правильного подальшого брикетування температуру вивантаження продукту необхідно підтримувати вищою приблизно за 700 °C. У разі гарячого транспортування вища температура вивантаження ПВЗ забезпечує більшу передачу тепла до плавильної печі, таким чином зменшуючи енергію, потрібну для плавлення. Коли вуглеводні додаються у нижню частину печі з гарячим вивантаженням, можливо, що середня температура продукту буде нижче за 700 °C до того, як температура центрального шару досягне точки, у якій металізація значно зменшиться.

В теперішній час, щоб забезпечити більші потоки вуглеводнів у нижній конус печі, розширити вищезазначені границі та регулювати температуру шихти, використовуються кілька методів. Для печей із холодним вивантаженням деякими прикладами нині використовуваних методів є відбір з охолоджувальної зони та спрощене центральне вдування. Однак відомі способи центрального вдування не мають засобів регулювання або вимірювання потоку вуглеводню або відновного газу в систему центрального вдування і не мають засобів підсилювати потік в лінію центрального вдування.

Інший використовуваний метод регулювання температури й вуглецю - це вдування холодного природного газу в піч прямого відновлення. Природний газ змішується з іншими газами, вже присутніми в печі, і нагрівається газом і твердими частками, вже присутніми в печі. При нагріванні вуглеводнів у природному газі вони піддаються крекінгу з утворенням H_2 і осадженого вуглецю на продукті або піддаються риформінгу через реакцію з H_2O та CO_2 у газовій печі для утворення додаткових H_2 та CO . Нинішнім обмеженням для вдування природного газу є температура. Коли вдується більше природного газу, температура центрального шару зменшується, що призводить до погіршення кінетики реакції. У випадку низьких витрат холодного природного газу вираш виробництва від додаткових відновних газів перевищуватиметься недовіком через погіршену кінетику реакції. А якщо температури у центральному шарі знижуються до певної точки, будь-який подальший вираш виробництва від додаткових відновних газів зводиться нанівець зменшенням кінетики реакції. Це обмежує кількість природного газу, що можна додавати в піч для місцевого крекінгу та риформінгу.

Отже, необхідні засіб і спосіб для підвищення кількості вуглеводневого газу, що подається в перехідну зону та (або) охолоджувальну секцію печі прямого відновлення, з одночасним підтриманням температури

центральної реакційної зони печі прямого відновлення на рівні, сприятливому для прямого відновлення заліза.

Пропонуються спосіб і пристрій, для регулювання однорідності температури центральної частини шихти, що містить залізо, у шахтній печі прямого відновлення, тим самим забезпечуючи використання більшої кількості вуглеводню в охолоджувальній зоні. Винахід представляє собою ефективне вдосконалення існуючих способів, зокрема, способу та пристрою Мідрекс для прямого відновлення заліза, що включені до даного опису через посилання. Зазвичай центральна частина матеріалу, що містить залізо, у шихті печі прямого відновлення є холоднішою за решту шихти через висхідні гази, що вдуваються в нижню охолоджувальну секцію печі й піднімаються нагору в центральну частину секції відновлення печі. Якщо температуру шихти у центральній частині печі підвищити, залізо відновлюється у значно кращих умовах. Отже, даний винахід є корисним для досягнення зазначених цілей.

У цьому описі розкриваються способи нагрівання центральної зони печі, зокрема, шихти. У першому варіанті здійснення винаходу вуглеводневий газ, використовуваний для прямого відновлення, може попередньо підігріватися, щоб підвищити температуру висхідного газу, коли він протікає нагору усередину шихти. Альтернативно, частина висхідного газу може видалятися до того, як він входить до зони відновлення печі. Видалений висхідний газ, відомий як газ відбору з гарячої зони, можна направляти в скруббер колошникового газу печі або змішувати з головним потоком відновного газу печі для повторного введення в піч. Альтернативно, гарячий відновний газ можна вдувати прямо в центральну частину шихти, компенсуючи у такий спосіб дію висхідних газів. Гарячий відновний газ, що вдувається всередину, можна відділяти від основного потоку відновного газу або виробляти реактором часткового окисдування. Насамкінець, фахівцям буде зрозуміло, що вищезгадані варіанти здійснення можна використовувати окремо або в комбінації залежно від установки ПВЗ.

Головною метою цього винаходу є створення способу та пристрою для регулювання однорідності температури шихти шахтної печі прямого відновлення.

Іншою метою цього винаходу є створення способу та пристрою, що забезпечують використання більших кількостей вуглеводнів або інших газів у нижній частині печей з гарячим і холодним вивантаженням з таким розрахунком, щоб можна було збільшити вміст вуглецю та (або) підсилити місцевий риформінг з одночасним підтриманням температури печі прямого відновлення на рівні, сприятливому для прямого відновлення заліза, підвищуючи у такий спосіб ступінь навуглецьовування продукту-заліза без спричинення негативного впливу на металізацію шихти, що містить залізо.

Ще одною метою цього винаходу є створення способу та пристрою для збереження енергії в печі прямого відновлення через підтримання однорідної температури всієї шихти.

Ще одною метою цього винаходу є створення способу та пристрою для підвищення температури усередині шихти печі прямого відновлення, щоб компенсувати охолоджувальну дію, спричинену висхідними газами в зону відновлення печі, і підвищення у такий спосіб металізації шихти.

Ще одною метою цього винаходу є створення варіантів регулювання для операторів установки прямого відновлення, щоб забезпечити значно вищі рівні добавок вуглеводневого газу й у такий спосіб зменшити коливання температури у шихті.

Вищезгадані й інші цілі стануть очевиднішими з наведеного нижче докладного опису та доданих креслень. На цих кресленнях

Фіг.1 представляє собою схематичне представлення прикладу типової шахтної печі прямого відновлення для холодного вивантаження продукту відповідно до процесу Мідрекс;

Фіг.2 представляє собою схему, на якій показане центральне вдування відновного газу, відділеного від основного потоку відновного газу;

Фіг.3 представляє собою схему, на якій показане центральне вдування відновного газу, виробленого реактором часткового окисдування;

Фіг.4 представляє собою схему, на якій показаний впуск попередньо нагрітого на місці природного газу в піч прямого відновлення;

Фіг.5 представляє собою схему, на якій показаний відбір з гарячого конусу печі з подачею газу відбору з гарячого конусу в скруббер колошникових газів;

Фіг.6 представляє собою схему, на якій показаний відбір з гарячого конусу печі зі змішуванням газу відбору з гарячого конусу з основним потоком відновного газу.

Пропонуються спосіб і пристрій, що регулює однорідність температури центральної частини шихти, що містить залізо, у шахтній печі прямого відновлення, тим самим забезпечуючи використання більшої кількості вуглеводню протягом усього процесу відновлення. Винахід представляє собою ефективне удосконалення існуючих способів, зокрема, процесу та пристрою Мідрекс для прямого відновлення заліза. Процес і пристрій Мідрекс для прямого відновлення розкриті у патенті США №3748120 під назвою "Спосіб відновлення окису заліза у залізо, рафіноване від домішок", патенті США №3749386 під назвою "Спосіб відновлення окису заліза в процесі опосередкованого відновлення", патенті США №3764123 під назвою "Пристрій для відновлення окису заліза у залізо, рафіноване від домішок", патенті США №3816101 під назвою "Спосіб відновлення окисів заліза в процесі опосередкованого відновлення" та патенті США №4046557 під назвою "Спосіб виробництва часток заліза, рафінованого від домішок", усі з яких включаються до цього опису через це посилання.

На кресленнях, зокрема, на Фіг.1, схематично представлений приклад типового способу та пристрою для процесу Мідрекс прямого відновлення окисів металу, наприклад, залізної руди, до якого цей винахід застосовується у випадку установок з холодним вивантаженням. Слід розуміти, що цей винахід може застосовуватися до установок прямого відновлення як з гарячим, так і холодним вивантаженням, однак, щоб полегшити візуальну ілюстрацію, показана установка з холодним вивантаженням. Система 10 на Фіг.1 - це типова

система, що випускається серійно і використовується у багатьох установках для виробництва прямо відновленого заліза (ПВЗ). Система 10 містить шахтну піч 12, що має огнетривку футерівку і, як правило, має живильний бункер 14, з якого залізна руда 16 подається в піч для відновлення в залізо з використанням підданих риформінгу газів. Піч 12 типово має завантажувальну зону 108, зону реакції 26, перехідну зону 66, охолоджувальну зону 38 і зону вивантаження 110. Залізна руда 16 з бункера 14 під дією сили тяжіння опускається в шахтну піч 12 через трубу 18 для подачі котунів. Труба 18 для подачі котунів служить також як герметизуюча труба для газів. Внизу печі 12 є труба 20 для вивантаження котунів, яка також служить як герметизуюча труба для газів. Нижче труби 20 для вивантаження котунів розташований пристрій 22 для вивантаження котунів будь-якого звичайного типу, що приймає залізо, рафіноване від домішок, таким чином забезпечуючи гравітаційне опускання шихти через піч 12.

Поруч із верхньою частиною печі 12 розташована система 24 кільцевого розподільника та фурм, через яку гарячий відновний газ вводиться для протікання нагору через зону відновлення 26 у протитечії до залізної руди 16, що пересувається вниз, як показано стрілками, і після реакції з шихтою виходить з печі 12 через газовипускную трубу 28, розташовану у верхній частині печі 12. Гарячий відновний газ, що протікає з системи 24 кільцевого розподільника в випускную трубу 28, служить для нагрівання заліза окису 16 та відновлення його в металізоване залізо. У тексті цього опису та доданих пунктах формули винаходу термін "металізоване залізо" вживається відносно до металу, наприклад, губчастого заліза, котунів, грудок, брикетів, ПВЗ або інших пресованих форм відновленого металу тощо, що містить принаймні 80% металу у стані, рафінованому від домішок, і решту в основному у вигляді металічних окисів. Металізований у цьому сенсі означає не "покритий металом", а "майже повністю відновлений до металічного стану".

Відхідний газ з випускної труби 28 протікає через трубу 30 в скруббер 32, що охолоджує відхідний газ і видаляє пил. Скруббер 32 може бути будь-якого звичайного типу, використовуваного у цій галузі промисловості. Після виходу зі скрубера 32 відхідний газ направляється в установку для риформінгу 44. Потім він повертається до циклу. Крім того, через впускную трубу 34 системи охолодження, що підключена до елемента 36 подачі й розподілу охолоджувального газу, розташованого в печі 12 і розміщеного для розподілу холодного газу в шихті 16, в нижню зону печі 12 вводиться і рециркулює охолоджений газ. Перед повторним введенням в шихту 112 в холодний газ із джерела пального 112 додається вуглеводневий газ. Холодний газ, введений в шихту через розподільний елемент 36, протікає нагору через охолоджувальну зону 38 у протитечії до шихти 16, що пересувається вниз, і виходить з шихти 16 через випускний елемент 40 охолоджувальної зони, що підключений до випускної труби 42 охолоджувальної зони. Відхідний газ із випускної труби 42 рециркулюють і повертають до циклу.

Установка для риформінгу 44, що виробляє гарячий відновний газ, має паливні пальники 46, димову трубу 48 і кілька труб 50 каталітичного риформінгу, з яких показана лише одна. Повітря для горіння з повітродувки 52 подається в пальники 46 через клапан 54 регулювання витрати. Пальне подається в пальники 46 через трубу 56 і клапан 60 регулювання витрати із джерела пального 58. Установка для риформінгу 44 підключена до системи 24 кільцевого розподільника за допомогою труби 62.

Найпростіше пояснення установки прямого відновлення на базі шахтної печі для здійснення процесу Мідрекс починається з введення гарячого відновного газу через систему 24 кільцевого розподільника на периферії зони відновлення 26. Шихта із заліза окису 16 опускається через зону 26 відновлення, а відновний газ піднімається знизу зони відновлення 26 через шихту із заліза окису 16, відновлюючи шихту 16 у цьому процесі і виходячи з шахтної печі через випуск 28 над рівнем 64 засипки шихти 16. Відновні гази можуть вироблятися зовнішньою системою або походити від реакцій у шахтній печі 12.

Після цього металізоване залізо 16 опускається через перехідну зону 66 печі в охолоджувальну зону 38 і зону вивантаження 110, і продукт на виході може бути гарячим або холодним, що залежить від встановленого устаткування. Крім того, матеріал 16, що містить залізо, може ще реагувати з вуглеводневими газами в перехідній зоні 66 або в охолоджувальній зоні 38 для підвищення вмісту вуглецю у продукті, що вивантажується. На сьогодні це важливий момент у виробництві сталі. Вищий вміст вуглецю у металізованому продукті (ПВЗ) забезпечує виробнику сталі значну економію через при плавці, через те, що енергія окислення вуглецю частково компенсує витрату електричної енергії. Вуглеводневі гази можуть додаватися і зазвичай додаються у різних місцях в перехідній зоні 66 або охолоджувальній зоні 38 із джерел пального 114 та 112 відповідно.

У результаті додавання цих вуглеводневих газів утворюється висхідний потік газу, рівний або більший, ніж кількість доданих вуглеводневих газів, які, якщо не вжити інших заходів, протікають через середину печі 12 увесь шлях до рівня 64 засипки шихти. Це стосується і газів з нижніх ущільнювальних стояків, але їх відносний об'єм є зазвичай дуже малим. Потік вуглеводнів, що прореагували, є холоднішим ніж відновні гази, що поступають через кільцевий розподільник 24, і має інші характеристики, і це призводить до нижчих температур шихти у центральній частині печі 12. Оскільки температура і характеристики безпосередньо впливають на кінетику відновлення, ступінь металізації, досягнутий шихтою 16, що опускається в центральну частину печі, відрізняється від ступеня металізації в решті печі 12. Обмеження цього відрізнєння є дуже важливим для оптимізації установки. Реакція вуглеводневих газів є дуже вигідною і економічно ефективною з точки зору витрат енергії, але втрата металізації усередині шихти печі, якщо її ігнорувати, може бути значною.

Нормальна температура газу у кільцевому розподільнику звичайно дорівнює 700-1000°C. Температура центрального шару в установках як з гарячим, так і холодним вивантаженням, знаходиться у границях приблизно від 600 приблизно до 800°C. Подача малого потоку відновного газу з високою температурою в центр печі 12 піднімає температуру центрального шару. При типовій роботі печі прямого відновлення потік газу з кільцевого розподільника входить з периферії печі 12. На Фіг.2 і 3 показаний переважний варіант здійснення цього

винаходу. Винайдені пристрій і спосіб забезпечують можливість вдування гарячих відновних газів в центр печі прямого відновлення 12 так, що температура усередині шихти 16 підтримується у потрібних границях. Відповідно до даного винаходу, гарячий відновний газ направляєється до вертикальної вісі печі 12, де змішується з висхідним потоком вуглеводневих охолоджувальних газів з перехідної зони 66 печі 12. Винайдені пристрій і спосіб застосовні для шахтних печей, з яких металізований продукт вивантажується гарячим або холодним. Джерелом гарячого відновного газу може бути установка для риформінгу 44(b) або реактор для часткового оксидування 44(a), наприклад, система ОХУ+, розкрита у патенті США №5997596 під назвою "Процес та пристрій для прискореного риформінгу з використанням кисневого пального".

Як показано на Фіг.2, перед подачею в піч 12 частина потоку газу у кільцевому розподільнику з високою температурою відділяється і вводиться в центр печі 12. Для забезпечення відповідного перепаду тиску, щоб примусити газ у кільцевому розподільнику протікати через лінію центрального вдування 116, використовується пристрій 68 змінного або постійного обмеження. Витрата гарячого газу кільцевого розподільника через лінію центрального вдування 116 переважно вимірюється витратоміром Вентурі 44(b), але можуть використовуватися й інші придатні засоби вимірювання.

Відповідно до Фіг.3, реактор для часткового оксидування 44(a) або кілька таких реакторів виробляють гарячий відновний газ, що потім направляєється в центр печі 12, завдяки чому відпадає необхідність у відвертанні малої частки гарячого газу кільцевого розподільника в центр печі 12. Як правило, реактор для часткового оксидування 44(a) спалює кисень 70 та вуглеводне пальне 72, наприклад, природний газ, щоб отримати високоякісний відновний газ з високою температурою. Цей газ добре підходить для центрального вдування у піч прямого відновлення 12. Через те що характеристики та співвідношення кисню та вуглеводного пального жорстко регулюються для належного згоряння у реакторі для часткового оксидування 44(a), механізм зміни витрати газу для центрального вдування можна легко вбудувати у конструкцію реактора для часткового оксидування 44(a).

В альтернативному варіанті здійснення винаходу, показаному на Фіг.4, попередньо нагрітий природний газ 74 подається в кілька випускних отворів 76, 78, 80, відповідно, що розташовані на периферії перехідної зони 66 або зони вивантаження 110 і не призначені для охолодження, щоб збільшити кількість вуглеводнів, використовуваних у нижньому конусі 82 печі з одночасним підтриманням відповідної температури у центрі печі. Це призводить до попереднього нагріву потоку вуглеводнів і подачу потоку вуглеводнів до будь-якого з кількох випускних отворів 76, 78, 80, що не призначені для охолодження прямо відновленого заліза. Коли попередньо нагрітий природний газ 74 вдувається в випускні отвори 76, 78, 80 печі 12, не призначені для охолодження, в піч 12 переноситься додаткова енергія і однорідність температури шихти 16 покращується.

Пристрій містить теплообмінник 84, призначений для попереднього нагріву природного газу 74 перед його вдуванням в піч прямого відновлення 12. Для попереднього нагріву потоку природного газу 74 у теплообмінник 84 подається гарячий димовий газ з процесу згоряння. Димовий газ може подаватися з установки для риформінгу 86 або будь-якого іншого джерела димових газів від згоряння. Температура, до якої попередньо нагрівається природний газ 74, типово досягає 450°C, хоча ця температура обмежується лише на верхній границі крекінгу нагрітого газу. Тобто, температура попереднього нагріву має бути нижчою, ніж температура, при якій крекінг природного газу 74 представлятиме проблеми через осадження вуглецю у теплообміннику 84 або трубах. Фахівцям у цій галузі техніки зрозуміло, що температура попереднього нагріву може досягати 550°C залежно від складу попередньо нагрітого газу та його тенденції до крекінгу.

Альтернативно, перед стадією попереднього нагріву природний газ 74 змішується з H_2 , H_2O , CO_2 або будь-яким іншим газом, що містить H_2 , H_2O та (або) CO_2 . Додання будь-якого із цих газів зменшить парціальний тиск вуглеводнів і, таким чином, їх тенденцію до крекінгу протягом попереднього нагріву або після нього. Додавання H_2 безпосередньо знижує тенденцію вуглеводнів до крекінгу. H_2O та (або) CO_2 безпосередньо знижують тенденцію як H , так і CO утворювати вуглець. У разі додання цих газів границю температури попереднього нагріву можна підняти до 700°C.

Винайдені спосіб і пристрій дозволяють вдувати в піч 12 більше природного газу 74 до того, як температури печі знижуються до точки, у якій будь-який подальший вигаш виробництва від додаткових відновних газів зводитиметься нанівець зменшенням кінетики реакції. Більше додання природного газу 74 через те, що він гарячий, підсилює риформінг і крекінг, таким чином збільшуючи кількість відновного газу в печі прямого відновлення 12, що підвищує продуктивність печі прямого відновлення 12.

У ще одному варіанті здійснення цього винаходу, показаному на Фіг.5 і 6, для висхідних газів, що охолоджують середину шихти 16, передбачений випускний отвір 28. Цей метод відомий як "відбір з гарячого конусу". Висхідний газ, що вже зібраний, може знаходитися у зібраному потоку. Завдяки цьому відбувається ефективний перерозподіл потоку зібраного газу у повний потік відновного газу у кільцевому розподільнику 24 печі і усувається його вплив на центральний шар.

Протягом багатьох років для обмеження коливання або втрати температури усередині шихти 16 використовується обмеження кількості висхідного газу, що надходить із зони вивантаження 110 до зони відновлення 26. У випадку установки з холодним вивантаженням, в якій для охолодження металізованого продукту перед вивантаженням використовується потік газу, що рециркулює, для цього регулювання протягом більш як 25 років використовується метод, відомий як "відбір з охолоджувальної зони". Методи відбору змінилися, щоб скористатися перевагами, забезпечуваними реакціями вуглеводнів з добавок природного газу до потоку охолоджувального газу, але головною метою регулювання залишається підтримання температури шихти 16 в центрі печі вище певного мінімуму. Історично, однак, склалося так, що якщо конкретна піч 12 не мала потоку охолоджувального газу, що рециркулював (тобто піч з гарячим вивантаженням), використання відбору з

оохолоджувальної зони було неможливим.

У пропонувані способі і пристрої для забезпечення відбору з гарячого конусу висхідний газ з перехідної зони 66 печі 12 видаляється і знов вводиться, вже як відновний газ, в верхню частину або зону відновлення 26 печі 12. Висхідний газ, що вже зібраний, може вводиться в одному або кількох місцях процесу, щоб ефективно використати відновні гази, що містяться у зібраному потоку газу. Змішування зібраного потоку газу з основним потоком відновного газу забезпечує ефективний перерозподіл зібраного потоку газу у повний потік відновного газу у кільцевому розподільнику 24 печі. Таким чином, оохолоджувальна дія потоку газу розподіляється по усій печі 12 основним потоком відновного газу, завдяки чому усувається зосереджена оохолоджувальна дія у центрі шару печі.

Через зменшення кількості висхідного газу в центрі печі 12 підтримуються вищі температури шару і, відтак, покращується кінетика реакції. Видалений висхідний газ є багатий на відновний газ і повертається назад в процес через скруббер колошникового газу 88 печі 12 або з основним потоком відновного газу, що направляється в піч 12.

Переважаю, винайдений пристрій має кілька газовипускних труб 90 і 92, що проходять в піч 12 у перехідній зоні 66. Труби 90 і 92 мають прорізи або отвори 94, звернені вниз до зони вивантаження 110. Висхідний газ із зони вивантаження 110 втягується через прорізи 94 в труби 90 і 92. Після того як висхідний газ вийшов з печі 12, він називається газом відбору з гарячого конусу, оскільки видалений з нижнього конусу 82 печі. Газ, втягнутий в труби 90 і 92, проходить через скруббер з трубами Вентурі 96 для певного початкового оохолодження та очищення. Потім газ проходить через скрубери із загартованими насадками 98 і 100 для подальшого оохолодження та очищення. Клапани 102 і 104 регулювання потоку, розташовані за скруберами 98 і 100, регулюють витрату газу, що є у скруберах 98 і 100, і таким чином регулюють кількість газу, втягнутого в труби 90 і 92 з оохолоджувальної зони 38 печі 12.

Холодний і чистий газ відбору з гарячого конусу можна повернути в піч 12 в одному або двох місцях. Як показано на Фіг.5, газ відбору з гарячого конусу можна направити в скруббер 88 колошникового газу печі 12 так, щоб цей газ вводився під насадками скруберів 98 і 100 подібно до повернення газу в цикл процесу. Газ відбору з гарячого конусу, що є в печі 12, перебуває під вищим тиском, ніж скруббер 88 колошникового газу, через що система представляє собою природний потік. Альтернативно, як показано на Фіг.6, холодний і чистий газ відбору з гарячого конусу можна стиснути компресором 106 і подати прямо канал газу кільцевого розподільника 24 для вдування в зону відновлення 26 печі.

Через те що витрату газу відбору з гарячого конусу можна налаштувати, щоб регулювати кількість висхідного газу, в нижній конус 82 печі 12 можна додавати більше вуглеводнів. Кількість відбору з гарячого конусу можна підвищити, оскільки збільшується кількість вуглеводнів, що додаються в нижній конус 82. Додаткова кількість вуглеводнів, що подаються в нижній конус 82, підвищить вихід продукту-вуглецю і утворить більше відновного газу, здебільшого H_2 , без зниження температури центрального шару, що спричинило б погіршення кінетики реакції.

Через те що вуглеводні, додані в нижню частину печі 12, оохолоджують одержаний продукт відновленого заліза, кількість і склад доданих газів ще й досі обмежуватиметься мінімальною припустимою температурою вихідного продукту, яка для печі, що виробляє залізо гарячого брикетування (ЗГБ), дорівнює приблизно 650-700 °С.

Тим, хто має звичайні знання та досвід у цій галузі, зрозуміло, що для досягнення цілей, викладених у цьому описі, будь-який із цих варіантів здійснення можна використовувати індивідуально або в комбінації.

З вищенаведеного очевидно, що ми винайшли удосконалені спосіб і пристрій для регулювання температури всередині шихти печі прямого відновлення; що забезпечує використання більших кількостей вуглеводнів або інших газів у нижній частині печей як з гарячим так і холодним вивантаженням і, відповідно, збільшення вмісту вуглецю у продукті та (або) підвищення їх риформінгу; що зберігає енергію у печі прямого відновлення через підтримування у ній однорідної температури; що надає операторам установки ПВЗ варіанти регулювання, щоб забезпечити значно вищі рівні добавок вуглеводневого газу і у такий спосіб зменшити коливання температури у шихті; що компенсує оохолоджувальну дію, спричинену висхідним газом в зону відновлення печі, і таким чином підвищує металізацію шихти.

Слід розуміти, що вищенаведений опис і конкретні варіанти здійснення є лише ілюстрацією кращого варіанту здійснення винаходу та реалізації його принципів, і що фахівці у цій галузі техніки можуть внести різні зміни та доповнення в границях сутності та об'єму цього винаходу, що, отже, розуміється як такий, що обмежується лише об'ємом формули винаходу.

Формула винаходу

1. Пристрій для регулювання однорідності температури шихти у печі для прямого відновлення оксидів заліза у металізований залізний продукт, що містить в цілому вертикальну шахтну піч, що має верхній завантажувальний кінець, нижній вивантажувальний кінець і вертикальну вісь, засіб для завантаження залізооксидних матеріалів у вигляді часток у верхній кінець зазначеної печі для утворення у ній шихти і засіб для видалення металізованого залізного продукту з нижнього кінця зазначеної печі, завдяки чому забезпечується безперервний гравітаційний потік зазначеної шихти через піч, випускний отвір для газу, що прореагував, на верхньому кінці зазначеної печі, засіб для впуску першого гарячого відновного газу, через який гарячий відновний газ вдувається в шихту, причому зазначений засіб для впуску першого гарячого відновного газу розташований між верхнім кінцем зазначеної печі і нижнім кінцем зазначеної печі, причому зазначений гарячий відновний газ

5 вдувається в шихту для відновлення шихти в металізоване залізо, засіб для впуску другого гарячого відновного газу, що закінчується на зазначеній вертикальній осі або поруч з нею і через який гарячий відновний газ вдувається в піч на зазначеній вертикальній осі або поруч з нею, причому зазначений засіб для впуску другого гарячого відновного газу розташований між зазначеним засобом для впуску першого відновного газу та нижнім кінцем зазначеної печі.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що зазначеним засобом для впуску першого гарячого відновного газу є система кільцевого розподільника та фурм.

10 3. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що зазначений засіб для впуску другого гарячого відновного газу містить установку для риформінгу супутнього газу для забезпечення відновного газу і засіб для подачі другого відновного газу до печі і вдування другого відновного газу в піч.

4. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що засіб для впуску другого гарячого відновного газу містить реактор часткового оксидування для виробництва відновного газу і засіб для подачі другого відновного газу до печі і вдування другого відновного газу в піч.

15 5. Спосіб регулювання однорідності температури шихти у печі для прямого відновлення оксидів заліза, що включає наступні стадії: завантажують залізооксидний матеріал у вигляді часток до в цілому вертикальної шахтної печі для утворення у ній шихти, вдувають гарячий відновний газ в шихту із засобу вдування першого гарячого відновного газу, розташованого між кінцями зазначеної печі, причому вдутий відновний газ відновлює завантажений залізооксидний матеріал у вигляді часток у металізоване залізо, вдувають другий гарячий відновний газ в шихту із засобу вдування другого гарячого відновного газу в центр зазначеної шихти для компенсації охолоджувальної дії висхідних газів, видаляють металізований залізний продукт з нижньої частини печі, таким чином забезпечуючи безперервний гравітаційний потік зазначеної шихти через піч.

20 6. Спосіб за п. 5, який відрізняється тим, що зазначений другий гарячий відновний газ утворюють в установці риформінгу газу за межами печі перед вдуванням другого гарячого відновного газу в піч.

25 7. Спосіб за п. 5, який відрізняється тим, що другий гарячий відновний газ утворюють в реакторі часткового оксидування перед вдуванням другого гарячого відновного газу в піч.

30 8. Спосіб регулювання однорідності температури шихти у печі для прямого відновлення оксидів заліза, що включає наступні стадії: завантажують залізооксидний матеріал у вигляді часток до в цілому вертикальної шахтної печі, що має верхній та нижній кінці, для утворення у ній шихти, вдувають гарячий відновний газ у зазначену шихту з принаймні однієї системи впуску відновного газу, причому зазначена система впуску відновного газу розташована між верхнім кінцем і нижнім кінцем зазначеної печі, здійснюють попередній нагрів природного газу, вдувають попередньо нагрітий природний газ в зазначену шихту, причому зазначений природний газ вдувають нижче системи впуску гарячого відновного газу в центр печі, видаляють металізований залізний продукт з нижнього кінця печі, таким чином забезпечуючи безперервний гравітаційний потік шихти через піч.

35 9. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що попередній нагрів природного газу перед вдуванням попередньо нагрітого природного газу в піч здійснюють за допомогою теплообмінника.

10. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що перед стадією попереднього нагріву природний газ змішують з H_2 , H_2O або CO_2 .

40 11. Пристрій для регулювання однорідності температури шихти у печі для прямого відновлення оксидів заліза у металізований залізний продукт, що містить: в цілому вертикальну шахтну піч, що має верхній кінець і нижній кінець, засіб для завантаження залізооксидного матеріалу у вигляді часток у верхній кінець зазначеної печі для утворення у ній шихти і засіб для видалення металізованого залізного продукту з нижнього кінця зазначеної печі, завдяки чому забезпечується безперервний гравітаційний потік зазначеної шихти через піч, принаймні один засіб для впуску відновного газу, що містить систему розподільного кільця і фурм, через яку відновний газ вдувається в шихту на периферії зазначеної печі, причому зазначений засіб для впуску відновного газу розташований між кінцями печі, засіб попереднього нагріву природного газу, з'єднаний з кількома випускними отворами, через які попередньо нагрітий природний газ подається в зазначену шихту для компенсації охолоджувальної дії в шихті, спричиненої висхідними газами, випускний отвір для газу, що прореагував, на верхньому кінці зазначеної печі.

50 12. Пристрій за п. 11, який відрізняється тим, що зазначений засіб попереднього нагріву природного газу містить теплообмінник, розташований поза межами зазначеної печі.

13. Пристрій за п. 11, який відрізняється тим, що додатково містить засіб для змішування H_2 , H_2O або CO_2 з природним газом, розташований перед зазначеним засобом попереднього нагріву природного газу.

55 14. Спосіб прямого відновлення заліза окисів, що включає наступні стадії: завантажують залізооксидний матеріал у вигляді часток до в цілому вертикальної шахтної печі для утворення у ній шихти, вдувають відновний газ з принаймні однієї системи впуску відновного газу в зазначену шихту, причому система впуску відновного газу розташована між верхнім кінцем і нижнім кінцем печі, видаляють висхідний газ із зазначеної шихти засобом для видалення газу, розташованим нижче системи впуску відновного газу, здійснюють мокре очищення видаленого висхідного газу для утворення очищеного газу, прокачують зазначений очищений газ через кілька труб до системи впуску відновного газу, здійснюють введення зазначеного очищеного газу, як повернутий до циклу відновний газ, в піч через систему впуску відновного газу, видаляють металізовані залізні продукти з нижньої частини печі, таким чином забезпечуючи безперервний гравітаційний потік зазначеної шихти через піч.

60 15. Спосіб за п. 14, який відрізняється тим, що стадія прокачування включає також стадію прокачування видаленого висхідного газу в скруббер колошникового газу для подальшого мокрого очищення перед прокачуванням очищеного газу в систему впуску відновного газу.

65 16. Пристрій для регулювання однорідності температури шихти у печі для прямого відновлення оксидів заліза

у металізований залізний продукт, що містить в цілому вертикальну шахтну піч, засіб для завантаження залізооксидного матеріалу у вигляді часток у верхній кінець зазначеної печі для утворення у ній шихти і засіб для видалення металізованого залізного продукту з нижнього кінця зазначеної печі, завдяки чому забезпечується безперервний гравітаційний потік зазначеної шихти через піч, систему впуску відновного газу, через яку відновний газ вдувається в шихту, причому зазначена система впуску відновного газу розташована між верхнім кінцем і нижнім кінцем зазначеної печі, систему видалення газу для збирання та видалення висхідного газу, причому зазначена система видалення газу розташована між зазначеною системою впуску відновного газу і зазначеним нижнім кінцем зазначеної печі, принаймні один скруббер, з'єднаний із зазначеною системою видалення газу, для повторного введення очищеного висхідного газу в зазначену піч, випускний отвір для газу, що прореагував, на верхньому кінці зазначеної печі, з'єднаний з зазначеною системою видалення газу.

17. Пристрій за п. 16, який відрізняється тим, що додатково містить скруббер колошникового газу, розташований між зазначеним принаймні одним скруббером і зазначеною системою впуску відновного газу, для подальшого мокрого очищення зазначеного висхідного газу перед повторним введенням в зазначену піч.

18. Пристрій за п. 16, який відрізняється тим, що зазначена система видалення газу містить принаймні одну трубу, розташовану в зазначеній печі, що має кілька прорізів для збирання висхідного газу і направлення висхідного газу з печі у зазначений принаймні один скруббер.

У А 7 8 1 3 9 С 2

У А 7 8 1 3 9 С 2

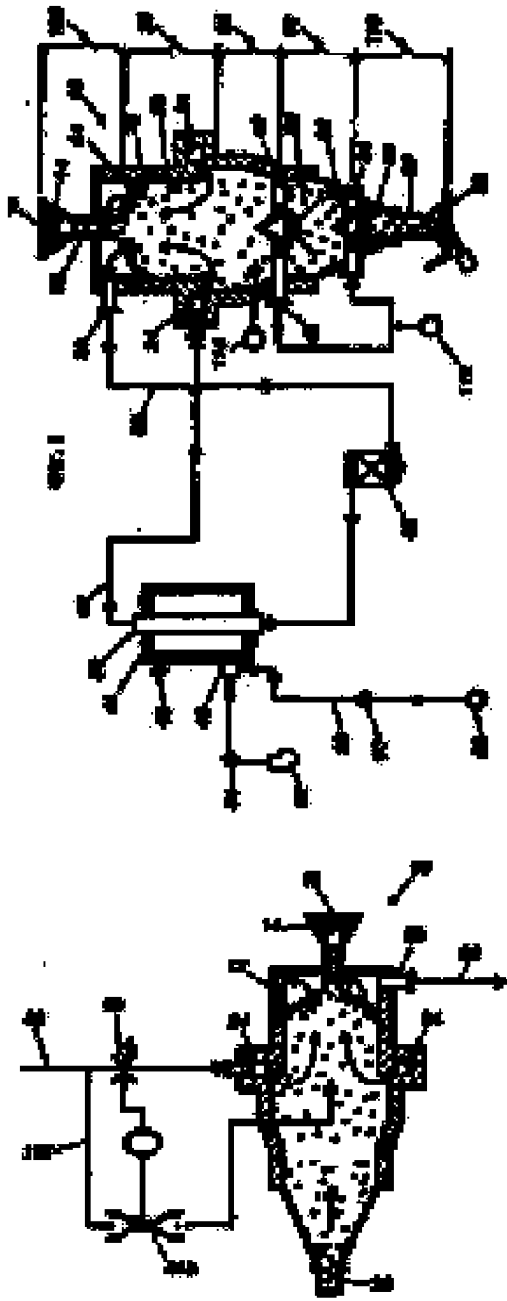
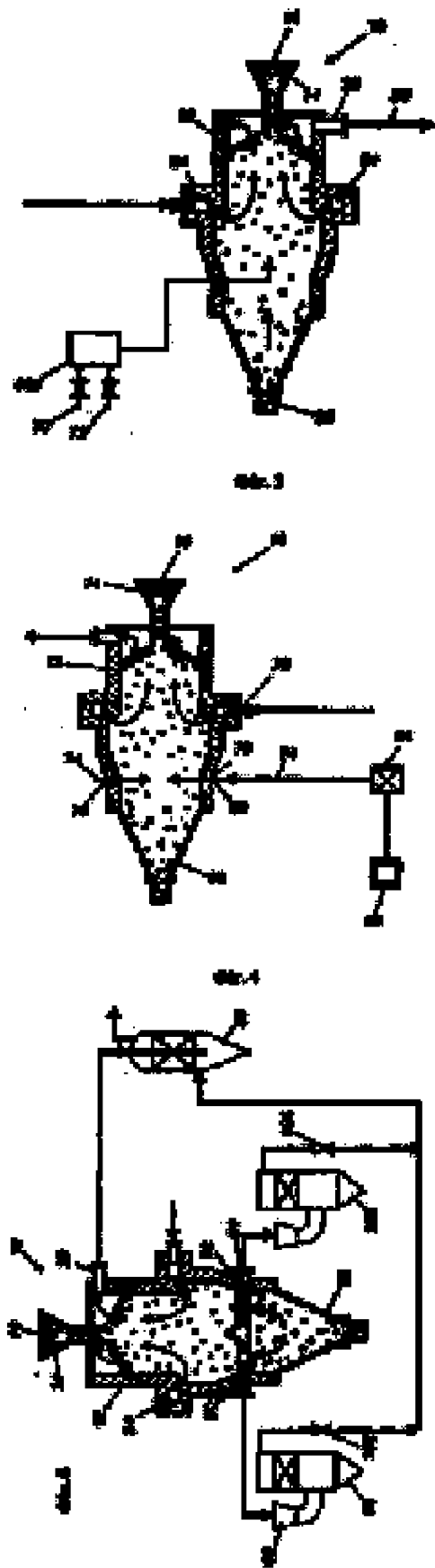
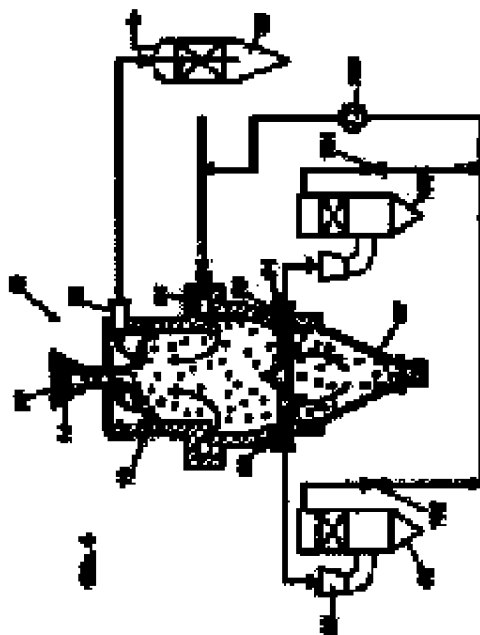


Fig. 1





Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 2, 15.02.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

U A 7 8 1 3 9 C 2

U A 7 8 1 3 9 C 2