



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123494** (13) **C2**
(51) МПК (2021.01)

C10B 21/10 (2006.01)

C10B 21/12 (2006.01)

C10B 15/00

C10B 41/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2017 02656	(72) Винахідник(и):	Куансі Джон Френсіс (US), Кесаван Партхасаратхі (US), Чхун Ун-Кюн (US), Кандула Раджеш Кумар (US), Фернандес Майєла Кароліна (US), Вічітвонгса Кхамбатх (US), Бромболіч Джеффрі Скотт (US), Мрозовіч Річард Алан (US), Гласс Едвард А. (US)
(22) Дата подання заявки:	28.08.2015	(73) Володілець (володільці):	САНКОУК ТЕКНОЛОДЖІ ЕНД ДІВЕЛЕПМЕНТ ЛЛК, 1011 Warrenville Road, 6th Floor, Lisle, Illinois 60532, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	15.04.2021	(74) Представник:	Шляховецький Ілля Олександрович, реєстр. №190
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	62/043,359	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 87928 C2, 25.08.2009 WO 2012031665 A1, 15.03.2012 US 2014183023 A1, 03.07.2014 US 2012247939 A1, 04.10.2012 US 2014048402 A1, 20.02.2014 JP 2003342581 A, 03.12.2003 Richard W. Westbrook. Heat recovery cokemaking at Sun Coke // Iron and Steel Engineer. - Vol. 76. - No. 1. - 1999. - P. 25 - 28
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	28.08.2014		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.08.2017, Бюл.№ 15		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	14.04.2021, Бюл.№ 15		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2015/047533, 28.08.2015		

(54) ВДОСКОНАЛЕНІ РЕЖИМИ ГОРІННЯ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙ КОКСУВАННЯ

(57) Реферат:

Цей винахід загалом має відношення до систем та способів оптимізації режимів горіння в коксових печах, таких як горизонтальні коксові печі з рекуперацією тепла. В різних варіантах здійснення цього винаходу режим горіння принаймні частково оптимізують шляхом відповідного керування розподілом повітря в коксовій печі. В певних варіантах здійснення цього винаходу розподілом повітря керують відповідно до даних температури в коксовій печі. В конкретних варіантах здійснення цього винаходу система за цим винаходом контролює температуру склепіння коксової печі. Після того як температура склепіння досягає певного діапазону температур, потік летких речовин переносять в подовий канал для підвищення температури подового каналу протягом всього циклу коксування. Певні варіанти здійснення цього винаходу

UA 123494 C2

включають систему розподілу повітря, яка включає множину склепінних впусків для повітря, розташованих над підлогою печі.

Перехресне посилання на споріднені заявки

Ця заявка претендує на пріоритет за попередньою заявкою на патент США № 62/043,359, поданою 28 серпня 2014 року, зміст якої включений в цей опис у повному обсязі шляхом посилання.

5 Галузь техніки

Цей винахід загалом має відношення до режимів горіння в коксових печах, способів і систем оптимізації роботи та продуктивності коксових установок.

Передумови створення винаходу

10 Кокс являє собою тверде вуглецеве паливо та джерело вуглецю, використовуване для плавлення та відновлення залізної руди при виробництві сталі. В одному процесі, відомому як "процес коксування Томпсона", кокс виготовляють шляхом періодичного подання пилоподібного вугілля в піч, яку герметично закривають, та яку нагрівають до дуже високих температур протягом 24-48 год. в ретельно контрольованих атмосферних умовах. Коксові печі використовують для перетворення вугілля в металургійний кокс протягом багатьох років.

15 В процесі коксування тонкоподрібнене вугілля нагрівають в контрольованих температурних умовах для видалення з вугілля летких речовин та утворення розплавленої маси коксу, яка має заздалегідь визначену пористість та міцність. Оскільки виготовлення коксу є періодичним процесом, одночасно працює множина коксових печей.

20 Частинки вугілля або суміш частинок вугілля завантажують в гарячі печі, і вугілля нагрівають в цих печах з метою видалення летких речовин із отриманого в результаті цього процесу коксу. Горизонтальні коксові печі з рекуперацією тепла працюють при негативному тиску всередині печі, і вони звичайно споруджені з вогнетривких цегли та інших матеріалів, зі створенням всередині печі по суті герметичного середовища. В печах із негативним тиском повітря втягується в піч ззовні печі для окиснення летких речовин вугілля та відведення тепла

25 горіння всередині печі.

В деяких варіантах здійснення цього винаходу повітря надходить в піч через оснащені заслінками повітрозабірники, або отвори, в боковій стінці або дверях печі. В зоні склепіння, над шаром вугілля, повітря згоряє разом із леткими газами, що виділяються при піролізі вугілля. Однак, як показано на Фіг. 1-3, виштовхувальна сила, яка діє на холодне повітря, яке надходить

30 в камеру печі, може призвести до вигорання вугілля та зменшення продуктивності печі. Зокрема, як показано на Фіг. 1, холодне густе повітря, що надходить в піч, опускається в напрямку до поверхні гарячого вугілля. Перед тим як це повітря може нагрітися, піднятися, згоріти разом із леткими речовинами та/або розсіятися та змішатися з іншими леткими речовинами в печі, воно вступає в контакт з поверхнею шару вугілля та згоряє, створюючи

35 "гарячі ділянки", як показано на Фіг. 2. Як зображено на Фіг. 3, ці гарячі ділянки зумовлюють втрати від вигорання на поверхні шару вугілля, про що свідчать заглибини, утворені на поверхні шару вугілля. Відповідно, існує потреба в підвищенні ефективності згоряння в коксових печах.

В багатьох операціях коксування тягу в печах принаймні частково регулюють відкриванням та закриванням заслінок вертикальних газоходів. Однак в традиційних операціях коксування

40 положення заслінок вертикального газоходу змінюють в запланований час. Наприклад, для 48-ми годинного циклу заслінки вертикального газоходу зазвичай встановлюють у повністю відкрите положення, в якому вони мають перебувати приблизно протягом перших 24 год. циклу коксування. Потім заслінки переводять у перше положення часткового дроселювання, в якому вони перебувають до 32-ї години циклу коксування. Після цього заслінки переміщують в друге

45 положення більшого дроселювання, в якому вони перебувають до 40-ї години циклу коксування. Наприкінці 48-ми годинного циклу коксування заслінки вертикального газоходу є по суті закритими. Цей спосіб керування заслінками вертикального газоходу може виявитися непридатним до переналагодження. Наприклад, більш великі завантаження вугілля, маса яких перевищує 47 тонн, можуть вивільнювати в піч таку кількість летких речовин, яка є занадто

50 великою для того об'єму повітря, який потрапляє в піч при повністю відкритих заслінках вертикального газоходу. Горіння цієї суміші летких речовин та повітря протягом тривалих періодів часу може спричинити підвищення температур в печі вище максимально допустимих температур, що може пошкодити піч. Відповідно, існує потреба в збільшенні маси завантаження коксових печей без перевищення максимально допустимих температур.

55 Тепло, яке генерується в процесі коксування, звичайно перетворюють в енергію із застосуванням парогенераторів рекуперації тепла, з'єднаних з коксовою установкою. Неefективне керування режимом горіння може призвести до того, що леткі гази не будуть згоряти в печі, й спрямовуватимуться в спільний тунель. Це призводить до непродуктивних втрат тепла, яке можна було б використати в коксовій печі для процесу коксування.

60 Невідповідне керування режимом горіння також може знизити швидкість виготовлення коксу, а

також якість коксу, який виготовляється коксовою установкою. Наприклад, багато сучасних методів керування заслінками вертикальних газоходів в коксових печах обмежують діапазони температур подового каналу, які можуть підтримуватися протягом циклу коксування, що може негативно вплинути на швидкість виготовлення та якість коксу. Відповідно, існує потреба у вдосконаленні методу керування режимами горіння в коксових печах з метою оптимізації роботи та продуктивності коксових установок.

Короткий опис фігур

Варіанти здійснення цього винаходу, в тому числі варіант здійснення цього винаходу, якому віддається перевага, які не обмежують обсяг цього винаходу та не є вичерпними, описані з посиланням на прикладені фігури, при цьому подібні елементи позначені подібними позиціями на всіх різних зображеннях, якщо не зазначено інше.

На Фіг. 1 показаний частково прозорий вигляд в ізометрії відомої коксової печі з дверними впусками для повітря на протилежних кінцях коксової печі, та проілюстрований один із способів, в який повітря надходить в піч та опускається в напрямку до поверхні вугілля внаслідок взаємодії виштовхувальних сил.

На Фіг. 2 показаний частково прозорий вигляд в ізометрії відомої коксової печі та ділянок вигорання поверхні шару коксу, які утворюються через безпосередній контакт між потоками повітря та поверхнею шару вугілля.

На Фіг. 3 показаний вигляд з торця частини коксової печі та проілюстровані приклади заглибин, які утворюються на поверхні шару коксу через безпосередній контакт між потоками повітря та поверхнею шару вугілля.

На Фіг. 4 показаний вигляд в ізометрії у частковому розрізі частини горизонтальної коксової установки з рекуперацією тепла, виконаної у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 5 показаний вигляд у розрізі горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла, виконаної у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 6 показаний частково прозорий вигляд в ізометрії коксової печі зі склепінними впусками для повітря, виконаної у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 7 показаний вид з торця частини коксової печі, показаної на Фіг. 6.

На Фіг. 8 показаний вигляд зверху впуска для повітря, виконаного у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 9 наведена таблиця традиційного режиму роботи заслінок вертикальних газоходів, в якій зазначено, в яке положення мають бути встановлені заслінки вертикальних газоходів в конкретні інтервали часу протягом 48-ми годинного циклу коксування.

На Фіг. 10 наведена таблиця режиму роботи заслінок вертикальних газоходів у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу, в якій зазначено, в яке положення мають бути встановлені заслінки вертикальних газоходів при конкретних діапазонах температур склепіння коксової печі протягом 48-ми годинного циклу коксування.

На Фіг. 11 показаний вид з торця частини коксової печі, яка вміщує шар коксу, вироблений у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 12 наведене графічне порівняння максимальних температур склепіння коксової печі в залежності від часу для традиційного режиму горіння та режиму горіння у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 13 наведене графічне порівняння маси (в тоннах) завантаження, часу коксування та швидкості коксування для традиційного режиму горіння та режиму горіння у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 14 наведене графічне порівняння температур склепіння коксової печі в залежності від часу для традиційного режиму горіння та режиму горіння у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

На Фіг. 15 наведене графічне порівняння температур подового каналу коксової печі в залежності від часу для традиційного режиму горіння та режиму горіння у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу.

Докладний опис

Цей винахід загалом має відношення до систем і способів оптимізації режимів горіння для коксових печей, таких як горизонтальні коксові печі з рекуперацією тепла. В різних варіантах здійснення цього винаходу режим горіння принаймні частково оптимізують шляхом керування розподілом повітря в коксовій печі. В деяких варіантах здійснення цього винаходу розподілом повітря в коксовій печі керують відповідно до даних температури в коксовій печі. В конкретних варіантах здійснення цього винаходу система за цим винаходом контролює температуру

склепіння коксової печі. Переміщення газів між склепінням печі та подовим каналом оптимізоване для підвищення температур подового каналу протягом усього циклу коксування. Певні варіанти здійснення цього винаходу дозволяють збільшити масу завантаження коксових печей без перевищення максимально допустимих температур за рахунок переміщення та згоряння більшої кількості летких газів у подовому каналі. Деякі варіанти здійснення цього винаходу включають в себе систему розподілу повітря, яка включає в себе множину склепінних впусків для повітря, розташованих над підлогою печі. Склепінні впуски для повітря призначені для подавання повітря в камеру печі таким чином, щоб зменшувати вигорання шару вугілля.

Конкретні подробиці декількох варіантів здійснення цього винаходу описані нижче з посиланням на Фіг. 4-15. Інші подробиці, що описують загальновідомі конструкції та системи, які часто входять до складу коксового обладнання, зокрема, систем розподілу повітря, автоматичних систем керування та коксових печей, не викладені в подальшому описі, щоб уникнути надмірного ускладнення опису різних варіантів здійснення цього винаходу. Багато які з подробиць, розмірів, кутів та інших особливостей, показаних на згаданих фігурах, наведені лише для ілюстрації конкретних варіантів здійснення цього винаходу. Відповідно, інші варіанти здійснення цього винаходу можуть характеризуватися іншими подробицями, розмірами, кутами та особливостями в межах суті та обсягу цього винаходу. Таким чином, фахівцю в цій галузі має бути зрозуміло, що цей винахід може мати й інші варіанти здійснення, в яких присутні додаткові елементи, або що цей винахід може мати й інші варіанти здійснення, в яких відсутні певні особливості, розкриті та описані нижче з посиланням на Фіг. 4-15.

Як буде описано більш докладно нижче, в певних варіантах здійснення цього винаходу окремі коксові печі 100 можуть включати в себе один або більше впуск(-ів) для повітря, виконаний(-их) так, щоб уможливлувати надходження зовнішнього повітря в камеру печі негативного тиску для згоряння разом із леткими речовинами вугілля. Впуски для повітря можуть бути використані разом з одним або більше повітророзподільником(-ами) або без нього(них), для спрямовування, спричинення циркулювання та/або розподілення повітря всередині камери печі. Термін "повітря" при вживанні в цьому описі може означати навколишнє повітря, кисень, окиснювачі, азот, оксид діазоту, розріджувачі, газоподібні продукти згоряння, повітряні суміші, окиснювальні суміші, паливний газ, повторно використовуваний відхідний газ, пару, гази, що містять домішки, інертні гази, теплопоглиначі, матеріали в рідкій фазі, такі як краплини води, багатофазні матеріали, такі як краплини рідини, розбризкані в газоподібному носії, всмоктувані рідкі палива, рідкий гептан, розбризканий в потоці газоподібного носія, палива, такі як природний газ або водень, охолоджені гази, інші гази, рідини або тверді речовини, або комбінацію цих матеріалів. В різних варіантах здійснення цього винаходу впуски для повітря та/або повітророзподільники можуть діяти (наприклад, відкриватися, закриватися, змінювати схему розподілу повітря) в режимі ручного керування або під керуванням автоматичних вдосконалених систем керування. Впуски для повітря та/або повітророзподільники можуть працювати під керуванням спеціальної вдосконаленої системи керування або можуть бути керовані більш складною системою керування тягою в печі, яка здійснює регулювання впусків для повітря та/або повітророзподільників, а також заслінок вертикальних газоходів, заслінок подового каналу та/або інших шляхів розподілення повітря в системах коксових печей.

На Фіг. 4 показаний вигляд у частковому розрізі частини горизонтальної коксової установки з рекуперацією тепла, виконаної у відповідності з варіантами здійснення цього винаходу. На Фіг. 5 показаний вигляд у розрізі горизонтальної коксової печі 100 з рекуперацією тепла, виконаної у відповідності з варіантами здійснення цього винаходу. Кожна піч 100 включає в себе відкриту порожнину, визначену підлогою 102 печі, дверима 104 машинної сторони печі, дверима 106 коксової сторони печі, протилежними дверям 104 машинної сторони печі, протилежними бічними стінками 108, які простягаються вгору від підлоги 102 та між дверима 104 машинної сторони печі та дверима 106 коксової сторони печі, і склепінням 110, яке утворює верхню поверхню згаданої відкритої порожнини камери 112 печі. Керування потоком повітря та тиском всередині камери 112 печі відіграє значну роль в забезпеченні ефективності керування циклом коксування. Відповідно, яка показано на Фіг. 6 та Фіг. 7, варіанти здійснення цього винаходу включають в себе один або більше склепінний(-их) впуск(-ів) 114 для повітря, який(-і) уможливорює(-ють) надходження первинного повітря для горіння в камеру 112 печі. В деяких варіантах здійснення цього винаходу множина склепінних впусків 114 для повітря проходять наскрізь склепіння 110, забезпечуючи можливість вибіркового введення камери 112 печі у відкрите для текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем ззовні печі 100. На Фіг. 8 показаний приклад розміщеного у відводі вертикального газоходу впуска 115 для повітря, який має повітряну заслінку 116, яку можна встановити в будь-яке з декількох положень між

повністю відкритим положенням та повністю закритим положенням, варіюючи відповідним чином величину потоку повітря, що проходить крізь впуск для повітря. Інші впуски для повітря печі, в тому числі дверні впуски для повітря та склепінні впуски 114 для повітря, споряджені повітряними заслінками 116, які працюють подібним чином. Впуск 115 для повітря розташований у відводі вертикального газоходу так, щоб уможливлувати надходження повітря в спільний тунель 128, тоді як дверні впуски для повітря та склепінні впуски 114 для повітря варіюють величину потоку повітря, що надходить в камеру 112 печі. Хоча в певних варіантах здійснення цього винаходу для подавання первинного повітря для горіння в камеру 112 печі можуть бути використані виключно склепінні впуски 114 для повітря, в конкретних варіантах виконання без виходу за межі обсягу цього винаходу для підведення повітря можуть бути використані й інші види впусків для повітря, такі як дверні впуски для повітря.

Під час роботи печі леткі гази, що виділяються з вугілля, розміщеного всередині камери 112 печі, збираються під склепінням та відводяться в спадному напрямку спадними каналами 118, виконаними в одній або обох бічній(-их) стінці(-ках) 108. Спадні канали 118 для текучого середовища сполучають камеру 112 печі з подовим каналом 120, розташованим під підлогою 102 печі. Подовий канал 120 утворює обхідний канал під підлогою 102 печі. Леткі гази, що виділяються з вугілля, можна спалювати в подовому каналі 120, тим самим генеруючи тепло, що підтримує процес перетворення вугілля в кокс. Спадні канали 118 для текучого середовища сполучені з вертикальними каналами 122, виконаними в одній або обох бічній(-их) стінці(-ках) 108. Між подовим каналом 120 та атмосферою може бути передбачений впуск 124 для вторинного повітря, і цей впуск 124 для вторинного повітря може бути споряджений заслінкою 126 вторинного повітря, яку можна встановити в будь-яке з декількох положень між повністю відкритим положенням та повністю закритим положенням, варіюючи відповідним чином величину потоку вторинного повітря, що проходить в подовий канал 120. Вертикальні канали 122 для текучого середовища сполучені зі спільним тунелем 128 одним або більше вертикальним(-и) газоходом(-ами) 130. Між вертикальним газоходом 130 та атмосферою може бути передбачений впуск 132 для третинного повітря. Впуск 132 для третинного повітря може бути споряджений заслінкою 134 третинного повітря, яку можна встановити в будь-яке з декількох положень між повністю відкритим положенням та повністю закритим положенням, варіюючи відповідним чином величину потоку третинного повітря, що проходить в вертикальний газохід 130.

Кожний вертикальний газохід 130 споряджений заслінкою 136 вертикального газоходу, яку можна використовувати для керування потоком газів через вертикальні газоходи 130 та всередині печей 100. Заслінку 136 вертикального газоходу можна встановити в будь-яку кількість положень між повністю відкритим положенням та повністю закритим положенням, варіюючи відповідним чином величину тяги в печі 100. Заслінка 136 вертикального газоходу може включати в себе будь-який автоматичний або керований вручну пристрій керування потоком або блокування прохідного отвору (наприклад, будь-яку пластину, перегородку, плиту тощо). Принаймні в деяких варіантах здійснення цього винаходу заслінку 136 вертикального газоходу встановлюють в положення регулювання потоку між 0 та 2, що являє собою "закрите" положення, та 14, що являє собою "повністю відкрите" положення. Слід мати на увазі, що навіть в "закритому" положенні заслінка 136 вертикального газоходу може все ще дозволяти проходження невеликої кількості повітря через вертикальний газохід 130. Аналогічно, слід мати на увазі, що невелика частина заслінки 136 вертикального газоходу може бути встановлена принаймні частково в потоці повітря через вертикальний газохід 130, коли заслінка 136 вертикального газоходу знаходиться в "повністю відкритому" положенні. Слід зазначити, що заслінка вертикального газоходу може займати майже нескінченну кількість положень між 0 та 14. Як показано на Фіг. 9 та Фіг. 10, деякі приклади положень, в які встановлюють заслінку 136 вертикального газоходу, відповідним чином збільшуючи величину обмеження потоку, включають в себе такі положення: 12, 10, 8 та 6. В деяких варіантах здійснення цього винаходу номер положення регулювання потоку просто характеризує ступінь використання вертикального газоходу діаметром 14 дюймів (35,56 см), і кожний номер характеризує відповідну величину відкриття вертикального газоходу 130 в дюймах. В будь-якому випадку слід мати на увазі, що шкалу номерів положень регулювання потоку від 0 до 14 слід розуміти просто як вибіркові положення відповідної заслінки між її відкритим та закритим положеннями.

При вживанні в цьому описі термін "тяга" означає негативний тиск відносно атмосфери. Наприклад, тяга 0,10 дюймів водяного стовпа (24,90 Па) означає тиск 0,1 дюймів водяного стовпа (24,9 Па) нижче атмосферного тиску. Дюйм водяного стовпа являє собою одиницю вимірювання тиску, яка не входить в міжнародну систему одиниць, та зазвичай використовується для зазначення величини тяги в різних місцях в коксовій установці. В деяких

варіантах здійснення цього винаходу тяга варіює від приблизно 0,12 дюймів водяного стовпа (29,86 Па) до приблизно 0,16 дюймів водяного стовпа (39,81 Па). Якщо тяга підвищується або збільшується, то тиск падає нижче атмосферного тиску. Якщо тяга знижується, зменшується або робиться меншою чи нижчою, то тиск змінюється в бік атмосферного тиску. Керуючи тягою печі за допомогою заслінки 136 вертикального газоходу, можна керувати потоком повітря в піч 100 зі склепінних впусків 114 для повітря, а також загальним надходженням повітря в піч 100. Зазвичай, як показано на Фіг. 5, окрема піч 100 включає в себе два вертикальні газоходи 130 та дві заслінки 136 вертикального газоходу, але використання двох вертикальних газоходів та двох заслінок вертикальних газоходів не є необхідністю; система може бути виконана так, щоб використовувати тільки один або більше двох вертикальний(-их) газохід(-одів) та одну або більше двох заслінку(-ок) вертикального газоходу.

На практиці кокс виготовляють в печах 100 таким чином: спочатку завантажують вугілля в камеру 112 печі, нагрівають це вугілля в збідненому киснем середовищі, видаляють летку фракцію вугілля, і потім окиснюють леткі речовини в печі 100, отримуючи та використовуючи належним чином тепло, що виділяється в процесі цього окиснення. Леткі речовини вугілля окиснюються в печі 100 протягом тривалого циклу коксування та виділяють тепло для регенеративного підтримання процесу перетворення вугілля в кокс. Цикл коксування починається з відкривання дверей 104 машинної сторони печі та завантаження вугілля на підлогу 102 печі таким чином, щоб утворити відповідний шар вугілля. Тепло від печі (нагрітої в результаті попереднього циклу коксування) спричинює початок циклу коксування. В багатьох варіантах здійснення цього винаходу не використовують ніякого іншого палива окрім того, яке отримують в самому процесі коксування. Приблизно половина від загального потоку тепла у шар вугілля випромінюється вниз на верхню поверхню шару вугілля від світного полум'я шару вугілля та склепіння 110 печі, яке випромінює тепло. Друга половина тепла надходить у шар вугілля за рахунок теплопровідності від підлоги 102 печі, яка конвективно нагрівається внаслідок звірювання газів в подовому каналі 120. Таким чином, "хвиля" процесу коксування, під час якого відбувається пластична деформація частинок вугілля та утворення коксу високої когезійної міцності, просувається як від верхньої, так і від нижньої межі шару вугілля.

Зазвичай кожна піч 100 працює в умовах негативного тиску всередині печі, так що під час відновлювального процесу повітря втягується в піч через різницю тисків між середовищем всередині печі 100 та зовнішньою атмосферою. Первинне повітря для горіння подають в камеру 112 печі з метою часткового окиснення летких речовин вугілля, але кількість цього первинного повітря регулюють так, щоб в камері 112 печі згорала лише певна частина летких речовин, що вивільнюються з вугілля, тим самим вивільнюючи лише частку їхньої ентальпії згорання всередині камери 112 печі. В різних варіантах здійснення цього винаходу первинне повітря подають в камеру 112 печі вище шару вугілля через склепінні впуски 114 для повітря, при цьому кількість первинного повітря регулюють за допомогою повітряних заслінок 116 склепіння. В інших варіантах здійснення цього винаходу, в межах обсягу цього винаходу, для цього можуть використовуватися й інші види впусків для повітря. Наприклад, первинне повітря можна подавати в піч через впуски для повітря, оснащені заслінками повітрязабірники та/або отвори в бокових стінках або дверях печі. Незалежно від виду використовуваного впуску для повітря, впуски для повітря можуть використовуватися для підтримання бажаної робочої температури всередині камери 112 печі. Збільшення або зменшення потоку первинного повітря в камеру 112 печі шляхом використання заслінок впусків для повітря призводитиме відповідно до збільшення або зменшення ступеня згорання летких речовин в камері 112 печі і, отже, підвищення або зниження температури в камері 112 печі.

Як показано на Фіг. 6 та Фіг. 7, коксова піч 100 може бути споряджена склепінними впусками для повітря, призначеними, у відповідності з певними варіантами здійснення цього винаходу, для подавання повітря для горіння через склепіння 110 та в камеру 112 печі. В одному з варіантів здійснення цього винаходу між дверима 104 машинної сторони печі та серединою печі 100 по довжині печі розташовані три склепінні впуски 114 для повітря. Аналогічно, три склепінні впуски 114 для повітря розташовані між дверима 106 коксової сторони печі та серединою печі 100. Однак передбачено, що один або більше склепінний(-их) впуск(-ів) 114 для повітря може(-уть) бути розташований(-і) на склепінні 110 печі в різних місцях по всій довжині печі. Вибір кількості та розташування склепінних впусків для повітря залежить, принаймні частково, від конфігурації та способу використання печі 100. Кожний склепінний впуск 114 для повітря може бути споряджений повітряною заслінкою 116, яка може бути встановлена в будь-яке з декількох положень між повністю відкритим положенням та повністю закритим положенням, змінюючи відповідним чином величину потоку повітря, що надходить в камеру 112 печі. В певних варіантах здійснення цього винаходу повітряна заслінка 116 в "повністю закритому" положенні

все ще уможлиблює проходження в камеру печі невеликої кількості навколишнього повітря через склепінний впуск 114 для повітря. Відповідно, як показано на Фіг. 8, певні варіанти виконання склепінних впусків 114 для повітря, розміщеного у відводі вертикального газоходу впуска 115 для повітря або дверного впуска для повітря можуть бути споряджені кришкою 117, яка може бути знімно прикріплена до відкритої верхньої кінцевої частини конкретного впуска для повітря. Кришка 117 може по суті запобігати проходженню через відповідний впуск для повітря атмосферних опадів (таких як дощ та сніг), надлишкового навколишнього повітря та інших небажаних речовин. Передбачено, що коксова піч 100 може також включати в себе один або більше розподільувач(-ів), виконаний(-их) так, щоб скеровувати/розподіляти потік повітря в камеру 112 печі.

В різних варіантах здійснення цього винаходу склепінні впуски 114 для повітря використовують для подавання навколишнього повітря в камеру 112 печі протягом циклу коксування, що значною мірою є подібним використанню інших впусків для повітря, таких як ті, що зазвичай розташовані в дверях печі. Однак використання склепінних впусків 114 для повітря забезпечує більш рівномірний розподіл повітря по всьому склепінню печі, що підтверджено забезпеченням кращого згорання та вищої температури в подовому каналі 120 протягом більших проміжків часу. Рівномірний розподіл повітря по склепінню 110 печі зменшує ймовірність контактування повітря з поверхнею шару вугілля та утворення гарячих ділянок, які спричиняють вигорання вугілля на поверхні шару вугілля, як показано на Фіг. 3. Точніше, склепінні впуски 114 для повітря суттєво зменшують утворення таких гарячих ділянок, створюючи рівну поверхню 140 шару вугілля під час його коксування, як показано на Фіг. 11. В конкретних варіантах використання повітряні заслінки 116 кожного зі склепінних впусків 114 для повітря встановлюють в подібні положення одна відносно іншої. Відповідно, якщо одна з повітряних заслінок 116 є повністю відкритою, то в таке саме повністю відкрите положення мають бути встановлені всі повітряні заслінки 116, і якщо одна з повітряних заслінок 116 встановлена в напіввідкрите положення, то в таке саме напіввідкрите положення мають бути встановлені всі повітряні заслінки 116. Однак в конкретних варіантах здійснення цього винаходу положення повітряних заслінок 116 можна змінювати незалежно одна від іншої. В різних варіантах здійснення цього винаходу повітряні заслінки 116 склепінних впусків 114 для повітря відкривають через невеликий період часу після завантаження печі 100 або безпосередньо перед завантаженням печі 100. Перше регулювання повітряних заслінок 116 у відкрите на 3/4 положення виконують в той момент часу, коли зазвичай відбувається вигорання першого дверного отвору. Друге регулювання повітряних заслінок 116 у відкрите на 1/2 положення виконують в той момент часу, коли відбувається вигорання другого дверного отвору. Додаткові регулювання виконують відповідно до робочих умов, виявлених в коксовій печі 100.

Частково згорілі гази проходять з камери 112 печі через спадні канали 118 в подовий канал 120, де до цих частково згорілих газів додають вторинне повітря. Вторинне повітря подають через впуск 124 для вторинного повітря. Кількість вторинного повітря, що подається, регулюють заслінкою 126 вторинного повітря. При подаванні вторинного повітря частково згорілі гази більш повно згоряють в подовому каналі 120, тим самим вивільнюючи решту ентальпії згорання, яка переноситься через підлогу 102 печі, додаючи тепло в камеру 112 печі. Повністю або майже повністю згорілі відпрацьовані гази виходять з подового каналу 120 через вертикальні канали 122, і потім переміщуються в вертикальний газохід 130. Третинне повітря додають до відпрацьованих газів через впуск 132 для третинного повітря, при цьому кількість третинного повітря, що подається, регулюють заслінкою 134 третинного повітря, так що будь-яка решта незгорілих газів у відпрацьованих газах окиснюється нижче за потоком від впуска 132 для третинного повітря. Наприкінці циклу коксування вугілля спікається та коксується з утворенням коксу. Кокс переважно видаляють з печі 100 через двері 106 коксової сторони печі із застосуванням механічної виштовхувальної системи, такої як виштовхувальна штанга. І нарешті, кокс гасять (наприклад, мокрим або сухим гасінням), та сортують за крупністю перед доставкою споживачу.

Як обговорювалося вище, керування тягою в печах 100 може виконуватися автоматизованими або вдосконаленими системами керування. Вдосконалена система керування тягою, наприклад, може автоматично керувати заслінкою 136 вертикального газоходу, яку можна встановити в будь-яке з декількох положень між повністю відкритим положенням та повністю закритим положенням, варіюючи відповідним чином величину тяги в печі 100. Керування автоматичною заслінкою вертикального газоходу може виконуватися у відповідності з робочими умовами (наприклад, тиском або тягою, температурою, концентрацією кисню, швидкістю газового потоку, визначеними нижче за потоком від згаданої заслінки рівнями вуглеводнів, води, водню, діоксиду вуглецю, або відношенням вмісту води до вмісту діоксиду

вуглецю, тощо), які визначаються щонайменше одним відповідним датчиком. Автоматична система керування може включати в себе один або більше датчик(-ів), придатний(-их) до визначення відповідних робочих умов коксохімічної установки. В деяких варіантах здійснення цього винаходу датчик тяги в печі або датчик тиску в печі визначає тиск, який характеризує тягу в печі. Як показано на Фіг. 4 та Фіг. 5, датчик тяги в печі може бути розташований у склепінні 110 печі або в іншому місці в камері 112 печі. Альтернативно датчик тяги в печі може бути розташований в кожній з автоматичних заслінок 136 вертикального газоходу, в подовому каналі 120, в дверях 104 машинної сторони печі або в дверях 106 коксової сторони печі, або в спільному тунелі 128 поблизу або над коксовою піччю 100. В одному з варіантів здійснення цього винаходу датчик тяги в печі розташований у верхній частині склепіння 110 печі. Датчик тяги в печі може бути розташований урівень з виконаною з вогнетривкої цегли футерівкою склепіння 110 печі, або може виступати в камеру 112 печі від склепіння 110 печі. Датчик тяги в обвідній димовій трубі може визначати тиск, який характеризує тягу в обвідній димовій трубі 138 (наприклад, в основі обвідної димової труби 138). В деяких варіантах здійснення цього винаходу датчик тяги в обвідній димовій трубі розташований на перетині спільного тунелю 128 та відповідного перекидного каналу. Додаткові датчики тяги можуть бути розташовані в інших місцях в коксовій установці 100. Наприклад, датчик тяги в спільному тунелі може використовуватися для визначення тяги в спільному тунелі, яка характеризує тягу в декількох печах поблизу цього датчика тяги. Датчик тяги на перетині може визначати тиск, який характеризує тягу на одному з перетинів спільного тунелю 128 та одного або більше перекидного(-их) каналу(-ів).

Датчик температури в печі, який може визначати температуру в печі, може бути розташований у склепінні 110 печі або в іншому місці в камері 112 печі. Датчик температури в подовому каналі, який може визначати температуру в цьому подовому каналі, розташований в подовому каналі 120. Датчик температури в спільному тунелі, який визначає температуру в цьому спільному тунелі, розташований в спільному тунелі 128. Додаткові датчики температури або тиску можуть бути розташовані в інших місцях в коксовій установці 100.

Датчик концентрації кисню в вертикальному газоході встановлений для визначення концентрації кисню у відпрацьованих газах в вертикальному газоході 130. Датчик концентрації кисню на вході парогенератора рекуперації тепла може бути встановлений для визначення концентрації кисню у відпрацьованих газах на вході парогенератора рекуперації тепла нижче за потоком від спільного тунелю 128. Датчик концентрації кисню в головній димовій трубі може бути встановлений для визначення концентрації кисню у відпрацьованих газах в головній димовій трубі, і додаткові датчики концентрації кисню можуть бути розташовані в інших місцях в коксовій установці 100 для надання інформації стосовно відносної концентрації кисню в різних місцях в системі.

Датчик потоку може визначати швидкість потоку відпрацьованих газів. Датчики потоку можуть бути розташовані в інших місцях в коксовій установці для надання інформації щодо швидкості потоку газів в різних місцях в системі. Крім того, один або більше датчик(-ів) тяги або тиску, датчик(-ів) температури, датчик(-ів) концентрації кисню, датчик(-ів) потоку, датчик(-ів) концентрації вуглеводнів та/або інші датчики може(-уть) бути використаний(-и) в системі контролю якості повітря або інших місцях нижче за потоком від спільного тунелю 128. В деяких варіантах здійснення цього винаходу декілька датчиків або автоматичних систем під'єднані між собою для оптимізації об'єму виготовлення та якості коксу та максимізації виходу продукції. Наприклад, в деяких системах щонайменше один(-а) склепінний впуск 114 для повітря, заслінка 116 склепінного впуску для повітря, заслінка подового каналу (вторинна заслінка 126) та/або заслінка 136 вертикального газоходу можуть бути певним чином зв'язані між собою (наприклад, сполучені зі спільним контролером), та можуть бути спільно встановлені в свої відповідні положення. Таким чином, склепінні впуски 114 для повітря можна використовувати для регулювання тяги з метою керування кількістю повітря в камері 112 печі. В інших варіантах здійснення цього винаходу інші компоненти системи можуть бути керовані спільно, або ці компоненти можуть бути керовані незалежно один від іншого.

Для відкривання та закривання різних заслінок (наприклад, заслінок 136 вертикального газоходу або повітряних заслінок 116 склепіння) може бути передбачений відповідний привід. Наприклад, такий привід може являти собою лінійний привід або обертальний привід. Привід може надати можливість безступінчастого регулювання заслінок між повністю відкритим та повністю закритим положеннями. В певних варіантах здійснення цього винаходу різні заслінки можуть бути відкриті або закриті різною мірою. Привід може переміщати заслінки між цими положеннями у відповідності з робочою(-ими) умовою(-ами), яка(-і) визначається(-ються) відповідним(-и) датчиком(-ами), який(-і) включає в себе автоматична система керування тягою.

Привід може встановлювати в певне положення заслінку 136 вертикального газоходу у відповідності з командами позиціонування, отримуваними від контролера. Команди позиціонування можуть формуватися у відповідності з тягою, температурою, концентрацією кисню, визначеним нижче за потоком від згаданої заслінки рівнем вуглеводнів, або швидкістю потоку газів, які визначаються одним або більше датчиком(-ами), як описано вище; алгоритми керування включають алгоритми, які передбачають отримання вхідних сигналів від одного або більше датчика(-ів); алгоритми, які передбачають заздалегідь встановлений графік операцій; або інші алгоритми керування. Згаданий контролер може являти собою дискретний контролер, пов'язаний з однією-єдиною автоматичною заслінкою або множиною автоматичних заслінок, централізований контролер (наприклад, розподілену систему керування або програмовану логічну систему керування), або комбінацію цих двох варіантів. Відповідно, окремими склепінними впусками 114 для повітря або заслінками 116 склепінного впуска для повітря можна керувати окремо або спільно з іншими впусками 114 для повітря або заслінками 116.

Автоматична система керування тягою може, наприклад, керувати автоматичною заслінкою 136 вертикального газоходу або заслінкою 116 склепінного впуска для повітря у відповідності з тягою печі, що визначається датчиком тяги печі. Датчик тяги печі може визначати тягу в печі та видавати контролеру сигнал, який характеризує тягу в печі. Контролер може формувати команду позиціонування відповідно до цього вхідного сигналу від датчика, і привід може перевести заслінку 136 вертикального газоходу або заслінку 116 склепінного впуска для повітря в положення, зазначене у відповідній інструкції позиціонування. Таким чином, автоматичну систему керування можна використовувати для підтримання бажаної тяги в печі. Аналогічно, автоматична система керування тягою при необхідності може керувати автоматичними заслінками вертикального газоходу, заслінками впуска для повітря, заслінками парогенератора рекуперації тепла, та/або витяжними вентиляторами, з метою підтримання бажаної тяги в інших місцях в коксовій установці (наприклад, бажаної тяги на перетині спільного тунелю та перекидного каналу або бажаної тяги в спільному тунелі). При необхідності автоматичну систему керування тягою можна перевести в ручний режим, який надає можливість ручного регулювання автоматизованих заслінок вертикального газоходу, заслінок парогенератора рекуперації тепла, та/або витяжних вентиляторів. В інших варіантах здійснення цього винаходу для повного відкриття або повного закриття шляху проходження потоків може використовуватися автоматичний привід у поєднанні з ручним керуванням. Як описано вище, склепінні впуски 114 для повітря можуть бути розташовані в різних місцях по всій довжині печі 100, та для керування ними подібним чином може бути використана вдосконалена система керування.

Як зображено на Фіг. 9, раніш відомі процедури коксування передбачають, що заслінки 136 вертикального газоходу протягом 48-ми годинного циклу коксування регулюють в заздалегідь визначені моменти часу протягом всього циклу коксування. Цей спосіб позначений в цьому описі терміном "старий" режим, який не обмежений наведеними варіантами здійснення цього способу. По суті термін "старий" режим стосується тільки практики регулювання заслінки вертикального газоходу протягом циклу коксування, ґрунтуючись на заздалегідь визначених моментах часу. Як показано, загальною практикою є початок циклу коксування із заслінкою 136 вертикального газоходу в повністю відкритому положенні (положення 14). Заслінка 136 вертикального газоходу залишається в цьому положенні протягом принаймні перших 12-18 год. В певних випадках заслінку 136 вертикального газоходу залишають повністю відкритою протягом перших 24 год. Протягом періоду часу від 18-ї до 25-ї години циклу коксування заслінка 136 вертикального газоходу зазвичай встановлена в перше положення часткового обмеження тяги (положення 12). Потім протягом періоду часу від 25-ї до 30-ї години циклу коксування заслінка 136 вертикального газоходу встановлена в друге положення часткового обмеження тяги (положення 10). Протягом періоду часу від 30-ї до 35-ї години циклу коксування заслінка вертикального газоходу встановлена в третє положення часткового обмеження тяги (положення 8). Потім протягом періоду часу від 35-ї до 40-ї години циклу коксування заслінка вертикального газоходу встановлена в четверте положення часткового обмеження тяги (положення 6). І нарешті, після 40-ї години циклу коксування і до завершення процесу коксування заслінка вертикального газоходу встановлена у повністю закриті положення.

В різних варіантах здійснення цього винаходу режим горіння в коксовій печі 100 оптимізований шляхом регулювання положення заслінки вертикального газоходу відповідно до температури склепіння коксової печі 100. Цей спосіб позначений в цьому описі терміном "новий режим", який не обмежений наведеними варіантами здійснення цього способу. По суті "новий" режим просто стосується практики регулювання заслінки вертикального газоходу протягом циклу коксування, ґрунтуючись на заздалегідь визначених температурах склепіння печі. Як

зображено на Фіг. 10, 48-годинний цикл коксування починається при температурі склепіння печі приблизно 2200 °F (1204 °C) із заслінкою 136 вертикального газоходу в повністю відкритому положенні (положення 14). В деяких варіантах здійснення цього винаходу заслінку 136 вертикального газоходу залишають в цьому положенні доти, доки температура склепіння печі не досягне 2200-2300 °F (1204-1260 °C). При цій температурі заслінку 136 вертикального газоходу встановлюють в перше положення часткового обмеження тяги (положення 12). В конкретних варіантах здійснення цього винаходу після цього, при температурі склепіння печі 2400-2450 °F (1316-1343 °C), заслінку 136 вертикального газоходу встановлюють в друге положення часткового обмеження тяги (положення 10). В деяких варіантах здійснення цього винаходу заслінку 136 вертикального газоходу встановлюють в третє положення часткового обмеження тяги (положення 8), коли температура склепіння печі досягає 2500 °F (1371 °C). Після цього, при температурі склепіння печі 2550-2625 °F (1399-1441 °C), заслінку 136 вертикального газоходу встановлюють в четверте положення часткового обмеження тяги (положення 6). В конкретних варіантах здійснення цього винаходу при температурі склепіння печі 2650 °F (1454 °C) заслінку 136 вертикального газоходу встановлюють в п'яте положення часткового обмеження тяги (положення 4). І нарешті, при температурі склепіння печі приблизно 2700 °F (1482 °C) заслінку 136 вертикального газоходу переводять в повністю закриті положення аж до завершення процесу коксування.

Узгодження положення заслінки 136 вертикального газоходу з температурою склепіння печі замість регулювання її положення, ґрунтуючись на заздалегідь визначених періодах часу, дозволяє закрити заслінку 136 вертикального газоходу в більш ранній момент часу в циклі коксування. Це знижує швидкість вивільнення відповідних летких речовин та зменшує споживання кисню, що знижує максимальну температуру склепіння печі. Як зображено на Фіг. 12, "старий" режим загалом характеризується відносно високими максимальними температурами склепіння печі в діапазоні 2660-2714 °F (1460-1490 °C). "Новий" режим характеризується максимальними температурами склепіння печі в діапазоні 2588-2669 °F (1420-1465 °C). Це зниження максимальної температури склепіння печі зменшує ймовірність досягнення або перевищення піччю максимально допустимих температур, що могло би пошкодити піч. Посилений контроль температури склепіння печі дозволяє завантажувати в піч більшу кількість вугілля, що забезпечує швидкість переробки вугілля, яка є вищою за проектну швидкість переробки вугілля в коксовій печі. Зниження максимальної температури склепіння печі також дозволяє підвищити температуру подового каналу протягом всього циклу коксування, що покращує якість коксу та забезпечує можливість коксування більших завантажень вугілля протягом стандартного циклу коксування. Як зображено на Фіг. 13, випробування показали, що "старий" режим забезпечує коксування завантаження вугілля масою 45,51 тонн коротких (41,29 тонн метричних) за 41,30 год. при максимальній температурі склепіння печі приблизно 2672 °F (1467 °C). На відміну від "старого" режиму, "новий" режим забезпечує коксування завантаження вугілля масою 47,85 тонн коротких (43,41 тонн метричних) за 41,53 год. при максимальній температурі склепіння печі приблизно 2642 °F (1450 °C). Відповідно, "новий" режим надає можливість коксування більших завантажень вугілля при зниженні максимальної температури склепіння печі.

На Фіг. 14 наведені дані випробувань, які дозволяють порівняти температури склепіння коксової печі протягом циклу коксування для "старого" режиму та для "нового" режиму. Зокрема, "новий" режим демонструє нижчу температуру склепіння печі та нижчі максимальні температури. На Фіг. 15 наведені дані інших випробувань, які демонструють, що "новий" режим характеризується більш високою температурою подового каналу протягом триваліших періодів часу протягом всього циклу коксування. "Новий" режим дозволяє знизити температуру склепіння печі та підвищити температуру подового каналу, зокрема, за рахунок того, що більша кількість летких речовин втягується та згоряє в подовому каналі, що підвищує температуру подового каналу протягом циклу коксування. Підвищення температури подового каналу, забезпечуване "новим" режимом, ще більше підвищує швидкість виготовлення коксу та якість отриманого коксу.

Варіанти здійснення цього винаходу, які підвищують температуру подового каналу, характеризуються більшим накопиченням теплової енергії в конструкціях, які включає в себе коксова піч 100. Це збільшення накопичення теплової енергії забезпечує перевагу для наступних циклів коксування, скорочуючи їх фактичний час коксування. В конкретних варіантах здійснення цього винаходу час коксування скорочується через більш високі рівні початкового поглинання тепла підлогою 102 печі. Передбачено, що тривалість часу коксування становить період часу, необхідний для того, щоб мінімальна температура шару вугілля досягла приблизно 1860 °F (1016 °C). В різних варіантах здійснення цього винаходу температурні режими склепіння

та подового каналу контролюють, регулюючи відповідним чином заслінки 136 вертикального газоходу (наприклад, для забезпечення різних рівнів тяги та подавання повітря) та величину потоку повітря в камері 112 печі. Більш висока температура в подовому каналі 120 наприкінці циклу коксування зумовлює поглинання більшої кількості енергії конструкціями коксової печі, такими як підлога 102 печі, що може бути важливим фактором у прискоренні процесу коксування в наступному циклі коксування. Це не тільки скорочує час коксування – додаткове підігрівання теоретично може допомогти уникнути утворення шлаку в наступному циклі коксування.

В різних варіантах оптимізації режиму горіння за цим винаходом цикл коксування в коксовій печі 100 починається при середній температурі в подовому каналі, яка є вищою за проектну середню температуру в подовому каналі для цієї коксової печі. В деяких варіантах здійснення цього винаходу цього досягають закриттям заслінок вертикального газоходу в більш ранній момент часу в циклі коксування. Це зумовлює більш високу початкову температуру для наступного циклу коксування, що забезпечує вивільнення додаткової кількості летких речовин. В традиційних операціях коксування вивільнення додаткової кількості летких речовин призводить до підвищення температури склепіння коксової печі 100 до максимально допустимої температури. Однак в деяких варіантах здійснення цього винаходу передбачено перенесення цієї додаткової кількості летких речовин через систему розподілу газів в сусідню піч або в подовий канал 120, що дозволяє підвищити температуру в подовому каналі. Такі варіанти здійснення цього винаходу характеризуються підвищеними середніми температурами в подовому каналі та склепінні печі протягом циклу коксування, й при цьому ці температури залишаються нижчими за будь-які миттєві максимально допустимі температури. Цього досягають, принаймні частково, шляхом перенесення та використання надлишку летких речовин в холодніших частинах печі. Наприклад, надлишок летких речовин на початку циклу коксування може бути перенесений в подовий канал 120 для його нагрівання. Якщо температура в подовому каналі наближається до максимально допустимої температури, то система може перенести леткі речовини через систему розподілу газів в сусідню піч або в спільний тунель 128. В інших варіантах здійснення цього винаходу, коли об'єм летких речовин вичерпується (зазвичай приблизно в середині циклу), вертикальні газоходи можуть бути перекриті з метою мінімізації притоку повітря, який може призвести до остигання коксової печі 100. Це призводить до більш високої температури наприкінці циклу коксування, що спричинює більш високу середню температуру протягом наступного циклу. Це дозволяє системі підвищити швидкість коксування, що дозволяє збільшити масу завантажень вугілля.

Приклади

Наведені нижче приклади ілюструють кілька варіантів здійснення цього винаходу.

1. Спосіб керування режимом горіння в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла, який включає:

завантаження шару вугілля в камеру горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла; при цьому камера печі принаймні частково визначена підлогою печі, протилежними дверима печі, протилежними бічними стінками, які простягаються вгору від підлоги печі між протилежними дверима печі, та склепінням печі, розташованим над підлогою печі;

створення тяги негативного тиску в камері печі, так що повітря втягується в камеру печі через щонайменше один впуск для повітря, розташований так, щоб ввести камеру печі у придатне для проходження текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем, яке є зовнішнім відносно згаданої горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла;

ініціювання циклу коксування згаданого шару вугілля, так що леткі речовини вивільнюються із цього шару вугілля, перемішуються з повітрям і принаймні частково згорають в камері печі, генеруючи тепло всередині камери печі;

втягування під дією тяги негативного тиску летких речовин в щонайменше один подовий канал під підлогою печі; при цьому принаймні частина цих летких речовин згорає в згаданому подовому каналі, генеруючи всередині цього подового каналу тепло, яке принаймні частково переноситься через підлогу печі в шар вугілля;

відведення під дією тяги негативного тиску відпрацьованих газів із принаймні одного подового каналу;

виявлення множини змін температури в камері печі протягом циклу коксування;

зниження тяги негативного тиску шляхом виконання множини окремих операцій зменшення потоку текучого середовища, ґрунтуючись на згаданій множині змін температури в камері печі.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що відпрацьовані гази відводять під дією тяги негативного тиску зі згаданого щонайменше одного подового каналу через щонайменше один вертикальний канал, який має заслінку вертикального каналу; при цьому ця заслінка

вертикального каналу виконана з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями.

3. Спосіб за п. 2, який відрізняється тим, що тягу негативного тиску знижують шляхом виконання множини операцій зменшення потоку текучого середовища, переміщаючи заслінку вертикального каналу через множини положень все більшого обмеження потоку текучого середовища протягом згаданого циклу коксування, ґрунтуючись на згаданій множині різних температур в камері печі.

4. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2200-2300 °F (1204-1260 °C).

5. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2400-2450 °F (1316-1343 °C).

6. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2500 °F (1371 °C).

7. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2550-2625 °F (1399-1441 °C).

8. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2650 °F (1454 °C).

9. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2700 °F (1482 °C).

10. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що:
одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2200-2300 °F (1204-1260 °C);

інше зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2400-2450 °F (1316-1343 °C);

інше зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2500 °F (1371 °C);

інше зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2550-2625 °F (1399-1441 °C);

інше зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2650 °F (1454 °C); та

інше зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2700 °F (1482 °C).

11. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що згаданий щонайменше один впуск для повітря включає щонайменше один склепінний впуск для повітря, розташований у склепінні печі над підлогою печі.

12. Спосіб за п. 11, який відрізняється тим, що згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря оснащений повітряною заслінкою, виконаною з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями для варіювання рівня обмеження потоку текучого середовища через згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря.

13. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що маса згаданого шару вугілля перевищує проектну масу завантаженого шару для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла; при цьому максимальна температура склепіння, що досягається в камері печі, є нижчою за проектну максимально допустиму температуру склепіння для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

14. Спосіб за п. 13, який відрізняється тим, що маса згаданого шару вугілля є маса більшою за проектну масу завантаження вугілля для коксової печі.

15. Спосіб за п. 1, який також включає:

підвищення температури згаданого щонайменше одного подового каналу вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла зниженням тяги негативного тиску шляхом виконання множини окремих операцій зменшення потоку текучого середовища, ґрунтуючись на множині змін температури в камері печі.

16. Система керування режимом горіння в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла, яка включає в себе:

горизонтальну коксову піч з рекуперацією тепла, яка має камеру печі, принаймні частково визначену підлогою печі, протилежними дверима печі, протилежними бічними стінками, які простягаються вгору від підлоги печі між протилежними дверима печі, та склепінням печі, розташованим над підлогою печі; і щонайменше один подовий канал, розташований під

підлогою печі, який сполучається з камерою печі;

датчик температури, розташований в камері печі;

щонайменше один впуск для повітря, розташований так, щоб ввести камеру печі у придатне для проходження текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем, яке є зовнішнім відносно згаданої горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла;

щонайменше один вертикальний канал, який має заслінку вертикального каналу та сполучається із щонайменше одним подовим каналом; при цьому ця заслінка вертикального каналу виконана з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями;

при цьому тягу негативного тиску знижують шляхом виконання множини операцій зменшення потоку текучого середовища; та

контролер, функціонально з'єднаний із заслінкою вертикального каналу та придатний для переміщення заслінки вертикального каналу через множину положень все більшого обмеження потоку текучого середовища протягом циклу коксування, ґрунтуючись на множині різних температур, виявлених датчиком температури в камері печі.

17. Система за п. 16, яка відрізняється тим, що згаданий щонайменше один впуск для повітря включає щонайменше один склепінний впуск для повітря, розташований у склепінні печі над підлогою печі.

18. Система за п. 16, яка відрізняється тим, що згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря оснащений повітряною заслінкою, виконаною з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями для варіювання рівня обмеження потоку текучого середовища через згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря.

19. Система за п. 16, яка відрізняється тим, що вказаний контролер також призначений для підвищення температури згаданого щонайменше одного подового каналу вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла переміщенням заслінки вертикального каналу у такий спосіб, який знижує тягу негативного тиску шляхом виконання множини окремих операцій зменшення потоку текучого середовища, ґрунтуючись на множині змін температури в камері печі.

20. Система за п. 16, яка відрізняється тим, що:

одне із множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2200-2300 °F (1204-1260 °C);

інше із множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2400-2450 °F (1316-1343 °C);

інше із множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2500 °F (1371 °C);

інше із множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2550-2625 °F (1399-1441 °C);

інше із множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2650 °F (1454 °C); та

інше із множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі приблизно 2700 °F (1482 °C).

21. Спосіб керування режимом горіння в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла, який включає:

ініціювання циклу коксування шару вугілля в камері горизонтальної коксової печі із рекуперацією тепла;

виявлення множини змін температури в камері печі протягом циклу коксування;

зниження тяги негативного тиску в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла шляхом виконання множини окремих операцій зменшення потоку текучого середовища, ґрунтуючись на згаданій множині змін температури в камері печі.

22. Спосіб за п. 21, який відрізняється тим, що тяга негативного тиску в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла зумовлює втягування повітря в камеру печі через щонайменше один впуск для повітря, розташований так, щоб ввести камеру печі у придатне для проходження текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем, яке є зовнішнім відносно згаданої горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

23. Спосіб за п. 21, який відрізняється тим, що тягу негативного тиску знижують шляхом приведення в рух заслінки вертикального каналу, пов'язаної із щонайменше одним вертикальним каналом, що знаходиться у придатному для проходження текучого середовища сполученні з камерою печі.

24. Спосіб за п. 23, який відрізняється тим, що згадану тягу негативного тиску знижують виконанням множини операцій зменшення потоку текучого середовища шляхом переміщення

заслінки вертикального каналу через множину положень все більшого обмеження потоку текучого середовища протягом циклу коксування, ґрунтуючись на згаданій множині різних температур в камері печі.

25. Спосіб за п. 21, який також включає:

підвищення температури щонайменше одного подового каналу, який знаходиться у відкритому для текучого середовища сполученні з камерою печі, вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла зниженням тяги негативного тиску шляхом виконання множини окремих операцій зменшення потоку текучого середовища, ґрунтуючись на згаданій множині змін температури в камері печі.

26. Спосіб за п. 21, який відрізняється тим, що маса шару вугілля перевищує проектну масу завантаженого шару для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла; при цьому максимальна температура склепіння, яка досягається в камері печі протягом циклу коксування, є нижчою за проектну максимальну допустиму температуру склепіння для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

27. Спосіб за п. 26, який також включає:

підвищення температури щонайменше одного подового каналу, який знаходиться у відкритому для текучого середовища сполученні з камерою печі, вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла зниженням тяги негативного тиску шляхом виконання множини окремих операцій зменшення потоку текучого середовища, ґрунтуючись на згаданій множині змін температури в камері печі.

28. Спосіб за п. 27, який відрізняється тим, що маса шару вугілля перевищує проектну масу завантаження вугілля для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла, визначаючи швидкість переробки вугілля, яка є більшою за проектну швидкість переробки вугілля для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

Хоча цей винахід був описаний з використанням формулювань, які є характерними для певних конструкцій, матеріалів та технологічних операцій, слід розуміти, що цей винахід, визначений в прикладній формулі винаходу, не є обов'язково обмеженим конкретними описаними конструкціями, матеріалами та/або операціями. Радше, конкретні аспекти та операції описані як варіанти реалізації заявленого винаходу. Крім того, певні аспекти цього винаходу, описані стосовно конкретних варіантів здійснення цього винаходу, можуть застосовуватися в комбінації або бути відсутніми в інших варіантах здійснення цього винаходу. Крім того, хоча переваги, пов'язані з певними варіантами здійснення цього винаходу, були описані стосовно цих варіантів здійснення цього винаходу, інші варіанти здійснення цього винаходу також можуть демонструвати такі переваги, й при цьому не всі варіанти здійснення цього винаходу мають обов'язково демонструвати такі переваги, щоб знаходитися в межах обсягу цього винаходу. Відповідно, цей винахід та відповідні технічні рішення можуть охоплювати й інші варіанти здійснення цього винаходу, які явно не проілюстровані або не описані в цьому документі. Таким чином, обсяг цього винаходу обмежений тільки прикладеною формулою винаходу. Якщо не зазначено інше, всі числа або формулювання, такі як ті, що відображають розміри, фізичні характеристики тощо, які вжиті в описі цього винаходу (крім формули винаходу), слід розуміти як такі, що в усіх випадках супроводжуються терміном "приблизно". Принаймні, і не як спроба обмежити застосування принципу еквівалентів до формули винаходу, кожний числовий параметр, наведений в описі або формулі винаходу, який супроводжується терміном "приблизно", слід тлумачити принаймні з урахуванням кількості наведених значущих розрядів числа та із застосуванням звичайних методів округлення чисел. Крім того, всі діапазони, наведені в цьому документі, слід тлумачити як такі, що охоплюють та забезпечують аргументацію для тих пунктів формули винаходу, в яких наведені будь-які та всі піддіапазони або будь-які та всі окремі значення, що входять в згадані діапазони. Наприклад, наведений діапазон від 1 до 10 слід тлумачити як такий, що охоплює та забезпечує обґрунтування для тих пунктів формули винаходу, в яких наведені будь-які та всі піддіапазони або окремі значення, які знаходяться між мінімальним значенням 1 та максимальним значенням 10 та/або включно з ними, тобто всі піддіапазони, що починаються з мінімального значення 1 або більше та закінчуються максимальним значенням 10 або менше (наприклад, 5,5-10, 2,34-3,56, тощо), або будь-які значення від 1 до 10 (наприклад, 3, 5,8, 9,9994, тощо).

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб керування режимом горіння в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла, який включає:

завантаження шару вугілля в камеру горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла, при цьому камера печі принаймні частково визначена підлогою печі, протилежними дверима печі, протилежними бічними стінками, які простягаються вгору від підлоги печі між протилежними дверима печі, та склепінням печі, розташованим над підлогою печі;

5 створення тяги негативного тиску в камері печі, так що повітря втягується в камеру печі через щонайменше один впуск для повітря, розташований так, щоб ввести камеру печі у придатне для проходження текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем, яке є зовнішнім відносно згаданої горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла;

10 ініціювання циклу коксування згаданого шару вугілля, так що леткі речовини вивільнюються із цього шару вугілля, перемішуються з повітрям і принаймні частково згоряють в камері печі, генеруючи тепло всередині камери печі;

втягування під дією тяги негативного тиску летких речовин в щонайменше один подовий канал під підлогою печі, при цьому принаймні частина цих летких речовин згоряє в згаданому подовому каналі, генеруючи всередині цього подового каналу тепло, яке принаймні частково переноситься через підлогу печі в шар вугілля;

15 відведення під дією тяги негативного тиску відпрацьованих газів із принаймні одного подового каналу;

вимірювання температури всередині камери печі та виявлення множини послідовних змін температури протягом циклу коксування, доки температура не досягне пікової температури;

20 зниження тяги негативного тиску шляхом виконання множини послідовних окремих операцій зменшення потоку текучого середовища у відповідь на виявлення кожної зі згаданих множини послідовних змін температури, доки виміряна температура не досягне згаданої пікової температури, де тяга негативного тиску знижена до мінімального значення.

25 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що відпрацьовані гази відводять під дією тяги негативного тиску зі згаданого щонайменше одного подового каналу через щонайменше один вертикальний канал, який має заслінку вертикального каналу, при цьому ця заслінка вертикального каналу виконана з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями.

30 3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що тягу негативного тиску знижують шляхом виконання згаданої множини послідовних операцій зменшення потоку текучого середовища, переміщуючи заслінку вертикального каналу через множину положень все більшого обмеження потоку текучого середовища протягом згаданого циклу коксування, ґрунтуючись на згаданій множині різних температур в камері печі.

35 4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одну зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура знаходиться в діапазоні 1204-1260 °C.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одну зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура знаходиться в діапазоні 1316-1343 °C.

40 6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі 1371 °C.

7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одну зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура знаходиться в діапазоні 1398-1441 °C.

45 8. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі 1454 °C.

9. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одне зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища відповідає виявленій температурі 1482 °C.

10. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що:

50 одну зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура знаходиться в діапазоні 1204-1260 °C;

іншу зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура знаходиться в діапазоні 1316-1343 °C;

55 іншу зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура досягає 1371 °C;

іншу зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура знаходиться в діапазоні 1398-1441 °C;

іншу зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура досягає 1454 °C; та

іншу зі згаданої множини операцій зменшення потоку текучого середовища виконують, коли виміряна температура досягає 1482 °C.

11. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що згаданий щонайменше один впуск для повітря включає щонайменше один склепінний впуск для повітря, розташований у склепінні печі над підлогою печі.

12. Спосіб за п. 11, який **відрізняється** тим, що згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря оснащений повітряною заслінкою, виконаною з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями для варіювання рівня обмеження потоку текучого середовища через згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря.

13. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що максимальна температура склепіння, що досягається в камері печі, є нижчою за проектну максимальну температуру склепіння для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

14. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що маса згаданого шару вугілля є більшою за проектну масу завантаження вугілля для коксової печі.

15. Спосіб за п. 1, який також включає: підвищення температури згаданого щонайменше одного подового каналу вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

16. Система керування режимом горіння в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла, яка включає в себе:

горизонтальну коксову піч з рекуперацією тепла, яка має камеру печі, принаймні частково визначену підлогою печі, протилежними дверима печі, протилежними бічними стінками, які простягаються вгору від підлоги печі між протилежними дверима печі, та склепінням печі, розташованим над підлогою печі, і щонайменше один подовий канал, який розташований під підлогою печі і знаходиться у придатному для проходження текучого середовища сполученні з камерою печі;

датчик температури, розташований в камері печі; щонайменше один впуск для повітря, розташований так, щоб ввести камеру печі у придатне для проходження текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем, яке є зовнішнім відносно згаданої горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла, при цьому згадана камера печі функціонує із застосуванням тяги негативного тиску, із втягуванням повітря в камеру печі з навколишнього середовища через згаданий щонайменше один впуск для повітря;

щонайменше один вертикальний канал, який має заслінку вертикального каналу та знаходиться у придатному для проходження текучого середовища сполученні із щонайменше одним подовим каналом, при цьому ця заслінка вертикального каналу виконана з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями; та

контролер, функціонально з'єднаний із заслінкою вертикального каналу, виконаний з можливістю забезпечувати підвищення температури згаданого щонайменше одного подового каналу до максимальної температури, яка перевищує проектну робочу температуру подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла, шляхом переміщення заслінки вертикального каналу через множини положень все більшого обмеження потоку текучого середовища протягом циклу коксування, ґрунтуючись на множині різних значень температури, виявлених датчиком температури в камері печі, при цьому згадана тяга негативного тиску знижується після переміщення згаданої заслінки вертикального каналу через кожне зі згаданої множини положень все більшого обмеження потоку текучого середовища.

17. Система за п. 16, яка **відрізняється** тим, що згаданий щонайменше один впуск для повітря включає щонайменше один склепінний впуск для повітря, розташований у склепінні печі над підлогою печі.

18. Система за п. 17, яка **відрізняється** тим, що згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря оснащений повітряною заслінкою, виконаною з можливістю вибіркового переміщення між відкритим та закритим положеннями для варіювання рівня обмеження потоку текучого середовища через згаданий щонайменше один склепінний впуск для повітря.

19. Система за п. 16, яка **відрізняється** тим, що контролер виконаний з можливістю забезпечувати переміщення згаданої заслінки вертикального каналу в:

перше зі згаданої множини положень обмеження потоку текучого середовища, коли температура, виміряна згаданим датчиком температури, знаходиться в діапазоні 1204-1260 °C; друге положення, коли температура, виміряна згаданим датчиком температури, знаходиться в діапазоні 1316-1343 °C;

третє положення, коли температура, виміряна згаданим датчиком температури, становить 1371 °C;

четверте положення, коли температура, виміряна згаданим датчиком температури, знаходиться в діапазоні 1398-1441 °C;

п'яте положення, коли температура, виміряна згаданим датчиком температури, становить 1454 °C; та

5 шосте положення, коли температура, виміряна згаданим датчиком температури, становить 1482 °C.

20. Спосіб керування режимом горіння в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла, який включає:

10 ініціювання циклу коксування шару вугілля в камері горизонтальної коксової печі із рекуперацією тепла;

вимірювання температури всередині камери печі та виявлення множини змін температури протягом циклу коксування, доки температура не досягне пікової температури;

15 зниження тяги негативного тиску в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла шляхом виконання множини послідовних окремих операцій зменшення потоку текучого середовища у відповідь на виявлення кожної зі згаданої множини послідовних змін температури, доки виміряна температура в камері печі не досягне згаданої пікової температури - де тяга негативного тиску знижена до мінімального значення.

20 21. Спосіб за п. 20, який **відрізняється** тим, що тяга негативного тиску в горизонтальній коксовій печі з рекуперацією тепла зумовлює втягування повітря в камеру печі через щонайменше один впуск для повітря, розташований так, щоб ввести камеру печі у придатне для проходження текучого середовища сполучення з навколишнім середовищем, яке є зовнішнім відносно згаданої горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

25 22. Спосіб за п. 20, який **відрізняється** тим, що тягу негативного тиску знижують шляхом приведення в рух заслінки вертикального каналу, пов'язаної із щонайменше одним вертикальним каналом, що знаходиться у придатному для проходження текучого середовища сполученні з камерою печі.

30 23. Спосіб за п. 22, який **відрізняється** тим, що згадану тягу негативного тиску знижують виконанням згаданої множини послідовних операцій зменшення потоку текучого середовища шляхом переміщення заслінки вертикального каналу через множину положень все більшого обмеження потоку текучого середовища протягом циклу коксування, ґрунтуючись на згаданій множині різних температур в камері печі.

24. Спосіб за п. 20, який також включає:

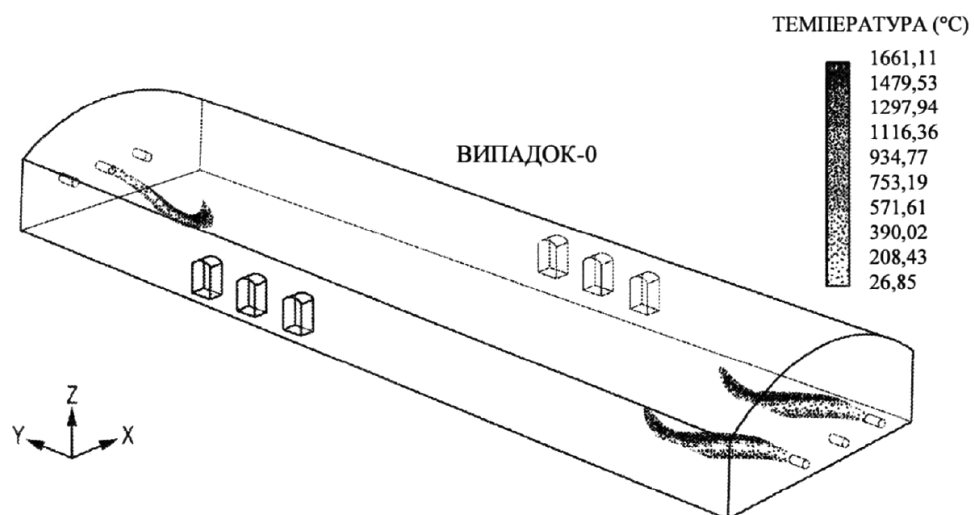
35 підвищення температури щонайменше одного подового каналу, який знаходиться у відкритому для текучого середовища сполученні з камерою печі, вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

25. Спосіб за п. 20, який **відрізняється** тим, що максимальна температура склепіння, яка досягається в камері печі, є нижчою за проектну максимальну температуру склепіння для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

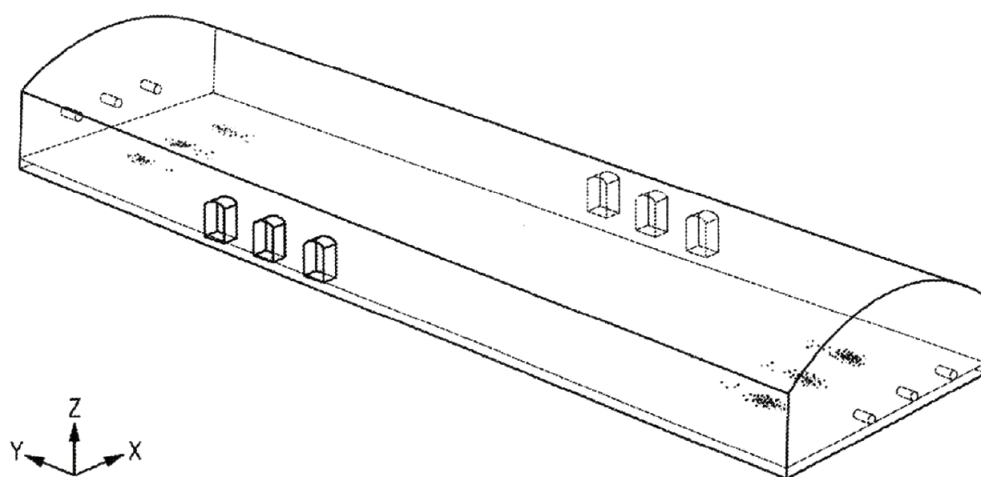
26. Спосіб за п. 25, який також включає:

40 підвищення температури щонайменше одного подового каналу, який знаходиться у відкритому для текучого середовища сполученні з камерою печі, вище проектної робочої температури подового каналу для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.

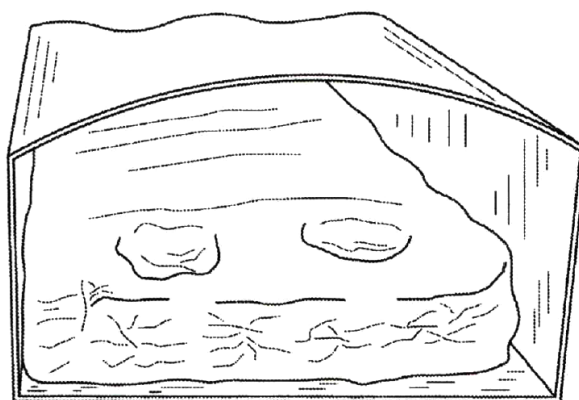
45 27. Спосіб за п. 26, який **відрізняється** тим, що маса шару вугілля перевищує проектну масу завантаження вугілля для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла, визначаючи швидкість переробки вугілля, яка є більшою за проектну швидкість переробки вугілля для горизонтальної коксової печі з рекуперацією тепла.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

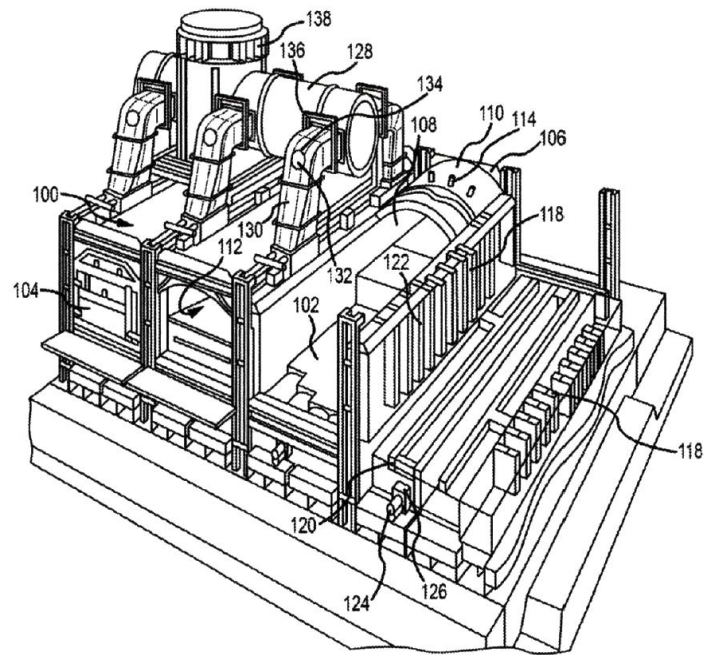


Fig. 4

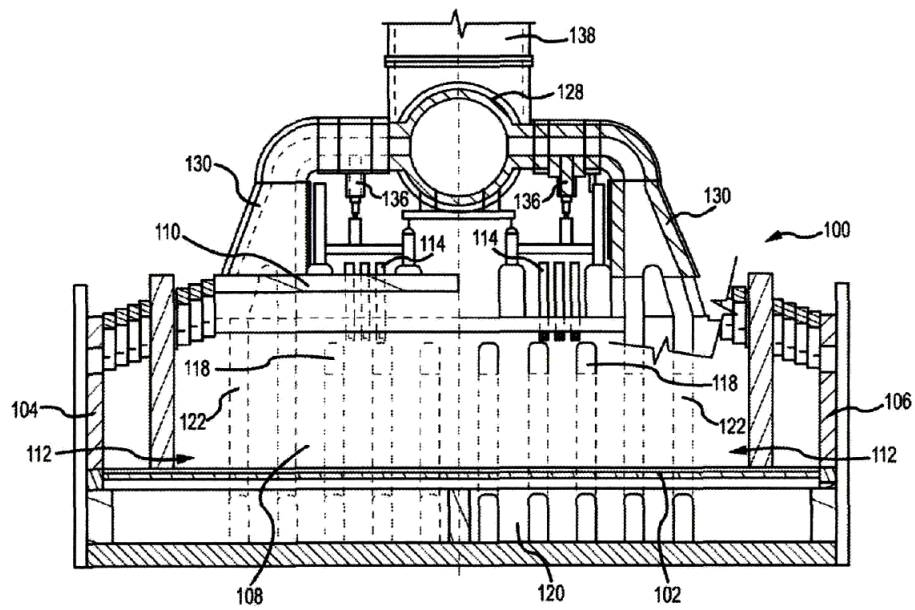


Fig. 5

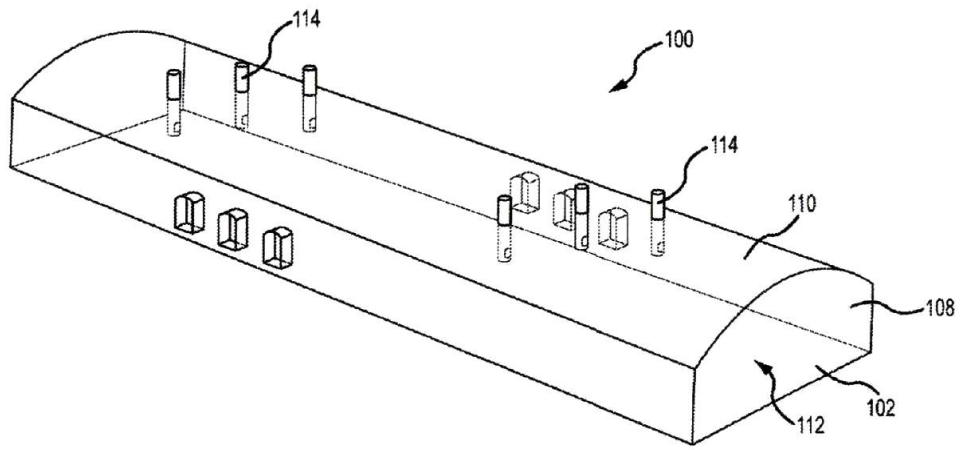


Fig. 6

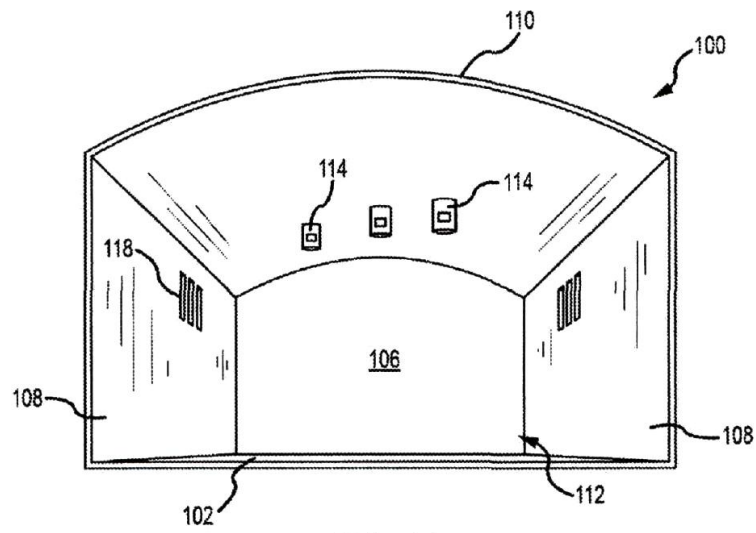


Fig. 7

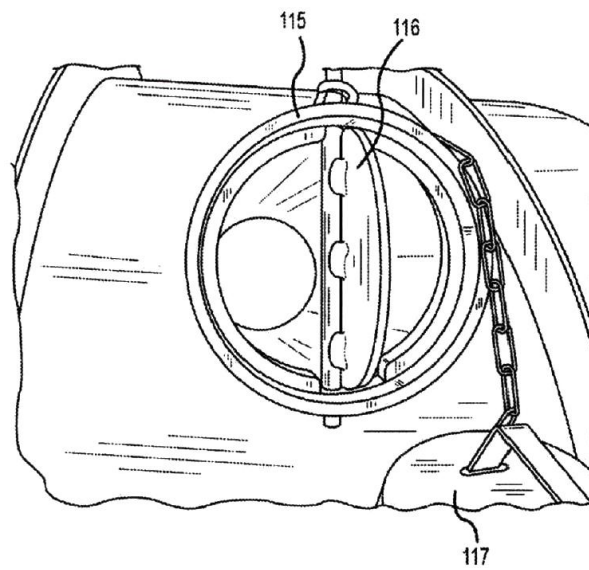


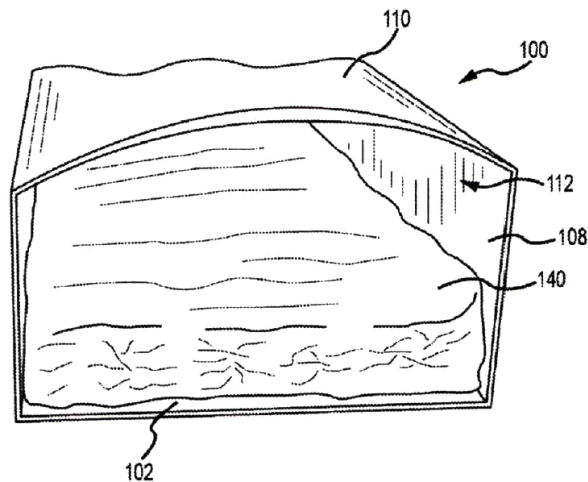
Fig. 8

ГОДИНИ	ПОЛОЖЕННЯ ЗАСЛІНОК ВЕРТИКАЛЬНОГО ГАЗОХОДУ
0 - 1	14 (Повністю відкрите положення)
1 - 5	14
5 - 8	14
8 - 12	14
12 - 18	14
18 - 25	12
25 - 30	10
30 - 35	8
35 - 40	6
> 40	2 (Повністю закрите положення)

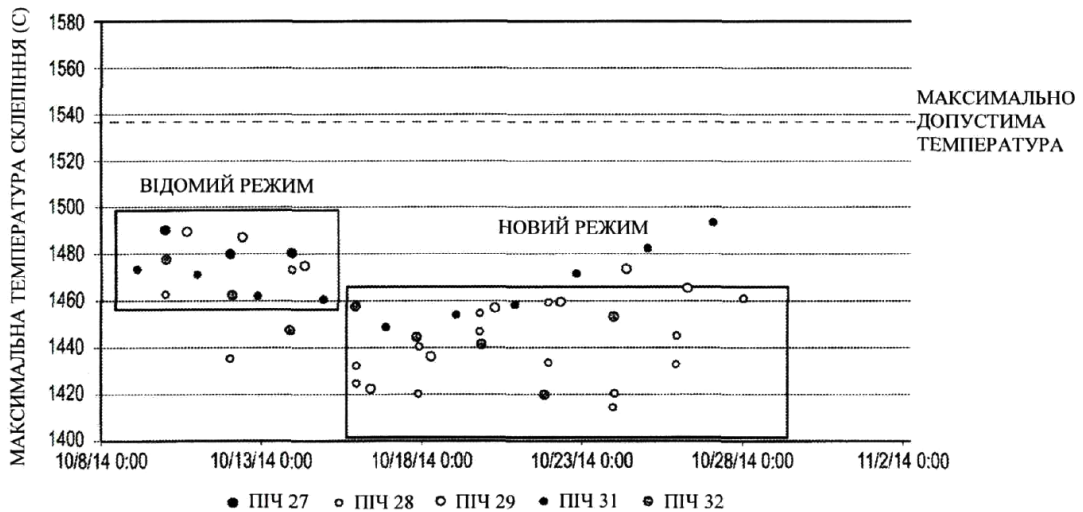
Фіг. 9

ТЕМПЕРАТУРА СКЛЕПІННЯ (°C)	ПОЛОЖЕННЯ ЗАСЛІНОК ВЕРТИКАЛЬНОГО ГАЗОХОДУ
ПОЧАТОК ЦИКЛУ - 1204	14 (Повністю відкрите положення)
1204 - 1260	12
1316 - 1343	10
1371	8
1398 - 1441	6
1454	4
1482	2 (Повністю закрите положення)

Фіг. 10



Фіг. 11



Фіг. 12

ПІЧ	ДАТА	МАСА (В МЕТРИЧНИХ ТОННАХ)	ЧАС КОКСУВАННЯ (ГОД)	ШВИДКІСТЬ КОКСУВАННЯ	
СТАРИЙ РЕЖИМ	9/10/14	41.26	44.28	0.93	→ МАКСИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА СКЛЕПІННЯ: 1467 °C
	11/10/14	41.36	47.10	0.88(1)	
	13/10/14	41.29	41.30	1.00	
	15/10/14	42.01	42.75	0.98	
НОВИЙ РЕЖИМ	17/10/14	41.35	44.70	0.93	→ МАКСИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА СКЛЕПІННЯ: 1450 °C
	19/10/14	43.08	44.83	0.96	
	21/10/14	41.52	42.05	0.99	
	23/10/14	42.08	57.22	0.74(1)	
	25/10/14	43.41	41.53	1.05	
	27/10/14	40.09	44.52	0.90	

Фіг. 13



Фіг. 14



Фіг. 15

