



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115295** (13) **C2**
(51) МПК (2017.01)
F27B 7/32 (2006.01)
F23K 3/02 (2006.01)
F23C 1/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2017 00697	(72) Винахідник(и):	Горкун Деніс Сергєєвіч (RU), Ільченко Дмитро Володимирович (UA), Чередніченко Андрій Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	25.01.2017	(73) Власник(и):	Горкун Деніс Сергєєвіч, ул. Гагарина, 12, кв. 80, г. Сургут, 628408, Россия (RU), Ільченко Дмитро Володимирович, вул. Олійникова, 16, кв. 16, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50027 (UA), Чередніченко Андрій Анатолійович, вул. Косіора, 83, кв. 75, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50065 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.10.2017	(74) Представник:	Зайцева Алевтина Дмитріївна, реєстр. №112
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2017, Бюл.№ 8	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 96909 C2, 12.12.2011 WO 2014056804 A1, 17.04.2014 EP 0987508 A1, 22.03.2000 US 8172567 B2, 08.05.2012 DE 102004013883 A1, 06.10.2005
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.10.2017, Бюл.№ 19		

(54) СПОСІБ ВИПАЛУ СИРОВИНИ В ОБЕРТОВІЙ ПЕЧІ

(57) Реферат:

Спосіб випалу сировини в обертовій печі включає операції подачі сировини в обертову піч, формування в обертовій печі факела полум'я заданої довжини, форми і температури за допомогою пальника, в який подають рідке або газоподібне паливо, подачу в обертову піч подрібненого альтернативного твердого палива в потоці стисненого повітря і підтримання факела полум'я на рівні заданої довжини і температури. На подрібнене альтернативне паливо, яке подається в обертову піч в потоці стисненого повітря, впливають факелом полум'я основного пальника. Факел полум'я і потік стисненого повітря з подрібненим альтернативним паливом орієнтують один щодо одного з можливістю охоплення факелом полум'я згаданого потоку стисненого повітря по всьому об'єму. Витрату альтернативного твердого палива поетапно збільшують прямо пропорційно зменшенню витрати рідкого або газоподібного палива до досягнення гранично допустимої величини заміщення останнього альтернативним твердим паливом. Підтримку факела полум'я на рівні заданої довжини і температури здійснюють шляхом зміни кількості подачі згаданих палив в функції відхилення факела полум'я від заданої довжини і температури. Як альтернативне тверде паливо використовують подрібнені тверді відходи сільськогосподарської, деревообробної, легкої та важкої промисловості. Забезпечується технологічність і підвищення ефективності.

UA 115295 C2

Винахід належить до технологічних процесів, призначених для випалу сировини в печі, що обертається, і може бути використаний в різних областях промисловості, зокрема в металургійній, будівельній та хімічній.

Відома обертова обпалювальна піч на альтернативних паливах WO2010032149, A1, МПК C04B 7/44, F23K 3/00, опубл. 25.03.2010, в якій реалізується спосіб випалу вихідних матеріалів, таких як суміш цементної сировини, вапняк або інші мінераловмісні вихідні матеріали, яка включає операції подачі вихідної сировини в обертову піч, формування в обертовій печі факела полум'я заданої довжини, форми і температури за допомогою пальника, в яку подають рідке або газоподібне паливо, подачу в обертову піч подрібненого альтернативного твердого палива в потоці стисненого повітря і підтримку факела полум'я на рівні заданої довжини і температури.

На відміну від заявленого винаходу, в наведеному способі, вихідні матеріали і вторинне, тобто альтернативне тверде паливо, нагріваються газами, утвореними при згоранні первинного палива в обертовій обпалювальній печі, так що вторинне паливо конвертується в гази і тверду речовину у вигляді залишкових продуктів згорання. Вторинне паливо в процесі конверсії в гази і тверду речовину утримується окремо від введених вихідних матеріалів, при цьому вторинне паливо вводиться і проходить конверсію в області обертової обпалювальної печі, що знаходиться в напрямку протяжності цієї печі до холодильника клінкеру перед місцем, де в обертову обпалювальну піч вводяться вихідні матеріали.

Найбільш близьким аналогом заявленого винаходу за сукупністю ознак і очікуваним технічним результатом є спосіб і пристрій для поліпшення згорання допоміжного палива в обертовій печі, і спосіб модернізації обертової печі з вузлом пальника за міжнародною публікацією WO2014056804, A1, МПК F27B 7/32, опубл. 17.04.2014, який включає операції подачі вихідної сировини в обертову піч, формування в обертовій печі факела полум'я заданої довжини і температури за допомогою пальника, в яку подають рідке або газоподібне паливо, подачу в обертову піч подрібненого альтернативного твердого палива в потоці стисненого повітря і підтримання факела полум'я на рівні заданої довжини і температури.

На відміну від заявленого винаходу в наведеному способі обертова піч має вузол пальника, що включає в себе основний пальник для основного палива і безліч каналів для подачі різних середовищ, зокрема, для подачі газоподібного кисню, потік якого подають з можливістю зштовхування з першим потоком подачі допоміжного, тобто альтернативного твердого палива, а газоподібний кисень або рідину подають в кількості, що забезпечує утворення в обертовій печі в цілому стехіометричного співвідношення кисень-паливо.

Загальним недоліком наведених відомих способів за документами рівня техніки, зазначеними вище, є те, що всі види альтернативного твердого палива, в якості якого можуть бути використані подрібнені відходи рослинного походження, такі як відходи маслянистих культур, відходи деревообробки, садові відходи, кухонні відходи, паперові дрібниці, біомаса, осад стічних вод, м'ясні і кісткові відходи, фулерова земля, а також відходи виробництва, крупнокускове вугілля, автомобільні покрішки, шпали, меблі, дорожнє покриття і т.п., як правило, подаються стисненим повітрям і для забезпечення його повного згорання часто потрібно вживати додаткових заходів, спрямованих на запобігання або зменшення викидів забруднюючих речовин. Наприклад, тверде пиловидне паливо з підвищеним вмістом золи для випалювання вапна застосовувати не рекомендується, так як зола, осідаючи на поверхні шматків вапняку, при високих температурах утворює легкоплавкі з'єднання, в результаті чого в печі утворюються настили, у вигляді міцних кільцеподібних утворень, які порушують нормальну роботу печі.

Використання ж подрібнених відходів фракції більшої, ніж пилоподібною, вимагає додаткових засобів спрямованих на створення умов, які забезпечують ефективний процес згорання твердого палива в потоці стисненого повітря. У наведеному патенті для поліпшення згорання допоміжного палива використовують ряд каналів, по яких за допомогою фурми в обертову піч подають кисень, що призводить до значного ускладнення способу, прискореного зносу футеровки печі, і робить його нетехнологічним і менш ефективним.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалити спосіб випалу сировини в обертовій печі, шляхом введення нових операцій і умов їх виконання, спростити спосіб, і за рахунок цього забезпечити його технологічність і підвищити ефективність.

Задача вирішена тим, що в способі випалу сировини в обертовій печі, який включає операції подачі сировини в обертову піч, формування в обертовій печі факела полум'я заданої довжини, форми і температури за допомогою пальника, в який подають рідке або газоподібне паливо, подачу в обертову піч подрібненого альтернативного твердого палива в потоці стисненого повітря і підтримання факела полум'я на рівні заданої довжини, форми і температури, згідно з винаходом, на подрібнене альтернативне паливо, що подається в обертову піч в потоці

стисненого повітря, впливають факелом полум'я основного пальника, при цьому факел полум'я і потік стисненого повітря з подрібненим альтернативним паливом орієнтують один щодо одного, з можливістю охоплення факелом полум'я згаданого потоку стисненого повітря по всьому об'єму, витрату альтернативного твердого палива поетапно збільшують прямо пропорційно зменшенню витрати рідкого або газоподібного палива до досягнення гранично допустимої величини заміщення останнього альтернативним твердим паливом, підтримку факела полум'я на рівні заданої довжини і температури здійснюють шляхом зміни кількості подачі згаданих палив в функції відхилення факела полум'я від заданої довжини і температури, а в якості альтернативного твердого палива використовують подрібнені тверді відходи сільськогосподарської, деревообробної, легкої та важкої промисловості.

Згідно з винаходом, як подрібнене альтернативне тверде паливо використовують відходи переробки олійних культур.

Згідно з винаходом, як відходи переробки олійних культур використовують лузгу соняшнику.

Згідно з винаходом, як подрібнене альтернативне тверде паливо використовують відходи деревообробки, садові відходи, кухонні відходи, паперові відходи, біомасу, осад стічних вод, м'ясні і кісткові відходи, фулерову землю, відходи виробництва, крупнокускове вугілля, зношені автомобільні покришки, шпали, меблі, дорожнє покриття і т.п.

Згідно з винаходом, альтернативне тверде паливо подрібнюють до фракції (0,5-2) мм.

Згідно з винаходом, вологість подрібненого альтернативного твердого палива взята не більше 10 %.

Згідно з винаходом, насипна щільність подрібненого альтернативного твердого палива взята не менше 180 кг/м³.

Вплив на подрібнене альтернативне паливо, що подається в обертову піч, в потоці стисненого повітря факелом полум'я основного пальника, при якому факел полум'я і потік стисненого повітря з подрібненим альтернативним паливом орієнтують один щодо одного з можливістю охоплення факелом полум'я згаданого потоку стисненого повітря по всьому об'єму, дозволило поліпшити процес згорання альтернативного палива, який супроводжується підвищеною тепловіддачею, зменшенням виділень шкідливих речовин, і за рахунок цього спростити спосіб і підвищити його ефективність.

Поетапне збільшення витрати альтернативного твердого палива прямо пропорційне зменшенню витрати рідкого або газоподібного палива до досягнення гранично допустимої величини заміщення останнього альтернативним твердим паливом, підтримку факела полум'я на рівні заданої довжини, форми і температури, шляхом зміни кількості подачі згаданих палив в функції відхилення факела полум'я від заданої довжини і температури, де як альтернативне тверде паливо використовують подрібнені тверді відходи сільськогосподарської, деревообробної, легкої та важкої промисловості, що дозволило оптимізувати умови і режим процесу випалу сировини в обертовій печі, значно спростити спосіб, забезпечити його технологічність і підвищити ефективність способу. Крім того, використання як альтернативного твердого палива лушпиння соняшнику зумовило меншу гігроскопічність порівняно з іншими видами твердого палива, швидке займання завдяки високому вмісту летких речовин і підвищену тепловіддачу.

Обертова піч – це тепловий агрегат безперервної дії. Це означає, що протягом всього міжремонтного періоду (що становить кілька місяців) в неї нескінченним потоком подається сировина, що рухається уздовж неї завдяки обертанню і деякого нахилу печі назустріч потоку продуктів згорання палива, поступово нагріваючись до потрібної температури, і у вигляді готової продукції вивантажується таким же нескінченним потоком з протилежного кінця печі в охолоджувач. Обертові печі для виробництва вапна та цементу практично завжди працюють в стаціонарному режимі. Це означає, що з протягом усього міжремонтного періоду всі основні параметри роботи печі є постійними величинами, і в їх числі витрата сировини, продуктивність та витрати палива. Наприклад, обертова піч діаметром 3,6 м, завдовжки 75 м для виробництва вапна має наступні стандартні параметри роботи: витрата вапняку - 26 т/рік; продуктивність по вапну - 13,5 т/рік; витрата природного газу - 2900 м³/рік. На таких параметрах піч може працювати безперервно, зупиняючись через кожні 3 місяці на 8-добовий ППР (планово-попереджувальний ремонт).

Перехід печі на роботу з частковим заміщенням основного палива альтернативним здійснюється без її зупинки в 3 послідовні етапи:

витрата основного палива знижується на задану величину;

відразу після цього в піч подається заздалегідь розраховану кількість альтернативного палива в повному обсязі;

після теплотехнічного контролю якості спалювання палива, перевірки якості вивантажувального вапна та внесення необхідних корективів процес переходу вважається завершеним.

Всі перераховані операції проводяться при працюючій на повному ході обертової печі. При цьому займання потоку стисненого повітря з альтернативним паливом і формування факела відбувається наступним чином. Оскільки пристрій для його подачі розташований над основним пальником, що піднімається вгору і має температуру близько 1600 °C продукти згорання основного палива практично миттєво нагрівають потік стисненого повітря з альтернативним паливом до температури виділення летких і займання їх, і найбільш дрібних частинок твердого палива. Дрібні частинки твердого палива починають вигоряти при відносно низькій температурі і більшому початковому вмісті кисню в суміші, і початок вигорання для них лімітується швидкістю хімічної реакції окислення і протікає в кінетичній області (нижче 800 °C). Частинки великих розмірів спалахують дещо пізніше і вигоряють при більш високій температурі, в основному в перехідній і кінетичній областях. Формування загального факела починається в безпосередній близькості від пальників і являє собою процес інтенсивної взаємної дифузії обох паливних струменів завдяки їх високій турбулентності і різниці в щільності. Довжина, форма і температура факела залежать, в першу чергу, від правильного налаштування газодинамічного режиму роботи печі. В загальному випадку довжина частини факела, що світиться, повинна приблизно дорівнювати довжині зони випалу, тобто 20-30 метрів. Тому, в обертових печах для випалу вапняку застосовують, як правило, пальники дифузійного типу, що забезпечують достатні відстані для дальності і турбулентності паливного струменя і розтягнутий у часі і довжині печі процесі змішування палива з окислювачем (вторинним повітрям). Фізико-хімічні характеристики окремих видів твердого палива, і зокрема, подрібненого лушпиння соняшнику, дозволяють розширити межі регулювання перерахованих параметрів факела в порівнянні з газоподібним паливом. В першу чергу до них відносяться:

- набагато нижча температура займання завдяки високому вмісту летючих;
- високий вміст вуглецю, що дозволяє підвищити випромінюючу здатність факела і продуктів горіння і тим самим збільшити тепловий ККД печі.

Більш ніж 3-річний період експлуатації комплексу заміщення природного газу біопаливом на двох обертових печах для випалу вапняку дозволив досягнути стійкого рівня заміщення понад 80 % і визначити основні вимоги до підготовки використаного як альтернативного палива подрібненого лушпиння соняшнику.

Приклад виконання способу.

Попередньо в обертову піч подають вихідну сировину, зокрема підготовлений вапняк. Далі пускають у хід пальник, в який подають газоподібне паливо, зокрема природний газ. Шляхом регулювання кількості подачі газу на виході пальника формують факел полум'я заданої довжини, форми і температури. Потім в обертову піч в потоці стисненого повітря подають подрібнене альтернативне тверде паливо. Подачу альтернативного твердого палива в потоці стисненого повітря здійснюють поетапно з заміщенням природного газу, починаючи від 5 % до 80 %. При цьому витрату альтернативного твердого палива поетапно збільшують прямо пропорційно зменшенню витрати рідкого або газоподібного палива до досягнення гранично допустимої величини заміщення останнього альтернативним твердим паливом.

На вказаний потік з альтернативним паливом впливають факелом полум'я основного пальника. В результаті чого альтернативне паливо запалюється і згорає, утворюючи високу температуру, що сприяє випалу сировини. При цьому факел полум'я і потік стисненого повітря з подрібненим альтернативним паливом орієнтують один щодо одного з можливістю охоплення факелом полум'я згаданого потоку стисненого повітря по всьому об'єму, що дозволило забезпечити режим повного згорання твердого палива і зменшити виділення шкідливих речовин таких як сірка, вуглеводи і т. п.

Витрату альтернативного твердого палива поетапно збільшують прямо пропорційно зменшенню витрати рідкого або газоподібного палива до досягнення гранично допустимої величини заміщення останнього альтернативним твердим паливом. Підтримка факела полум'я на рівні заданої довжини і температури здійснюють шляхом зміни кількості подачі згаданих палив в функції відхилення факела полум'я від заданої довжини і температури.

Як альтернативне тверде паливо використовують подрібнені тверді відходи сільськогосподарської, деревообробної, легкої та важкої промисловості. Як подрібнене альтернативне тверде паливо використовують відходи переробки олійних культур.

Як відходи переробки олійних культур використовують лузгу соняшнику. Як подрібнене альтернативне тверде паливо використовують відходи деревообробки, садові відходи, кухонні відходи, паперові відходи, біомасу, осад стічних вод, м'ясні і кісткові відходи, фулерову землю,

відходи виробництва, крупнокускове вугілля, зношені автомобільні покришки, шпали, меблі, дорожнє покриття і т. п. Альтернативне тверде паливо використовують подрібненим до фракції (0,5-2) мм, і вологістю не більше 10 % і з насипною щільністю подрібненого альтернативного твердого палива не менше 180 кг/м³.

5 Зазначені граничні значення властивостей використаного альтернативного палива були встановлені експериментально. Відхилення від граничних значень в більшу сторону ускладнює процес подачі альтернативного палива в потоці стисненого повітря, а також процес його згорання при впливі на нього факелом полум'я заданої довжини і температури, що негативно відбивається на ефективності заявленого способу випалу.

10 В результаті змішування продуктів горіння двох видів палива спостерігаються відхилення параметрів факела полум'я від заданих. Стабілізацію параметрів факела полум'я, на рівні заданої довжини, форми і температури здійснюють шляхом зміни кількості подачі згаданих палив в функції відхилення параметрів факела полум'я від заданих. Для чого в процесі роботи вимірюють температуру, і при відхиленні від заданих параметрів додають або зменшують кількість вторинного палива.

15 Наведений спосіб випробування в промислових умовах. Результати досліджень підтвердили технічний результат заявленого способу випалу сировини в обертовій печі.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 20 1. Спосіб випалу сировини в обертовій печі, що включає операції подачі сировини в обертову піч, формування в обертовій печі факела полум'я заданої довжини, форми і температури за допомогою пальника, в який подають рідке або газоподібне паливо, подачу в обертову піч подрібненого альтернативного твердого палива в потоці стисненого повітря і підтримання
- 25 факела полум'я на рівні заданої довжини і температури, який **відрізняється** тим, що на подрібнене альтернативне паливо, яке подається в обертову піч в потоці стисненого повітря, впливають факелом полум'я основного пальника, при цьому факел полум'я і потік стисненого повітря з подрібненим альтернативним паливом орієнтують один щодо одного з можливістю охоплення факелом полум'я згаданого потоку стисненого повітря по всьому об'єму, а витрату альтернативного твердого палива поетапно збільшують прямо пропорційно зменшенню витрати
- 30 рідкого або газоподібного палива до досягнення гранично допустимої величини заміщення останнього альтернативним твердим паливом, підтримку факела полум'я на рівні заданої довжини і температури здійснюють шляхом зміни кількості подачі згаданих палив в функції відхилення факела полум'я від заданої довжини і температури, а як альтернативне тверде паливо використовують подрібнені тверді відходи сільськогосподарської, деревообробної, легкої та важкої промисловості.
- 35 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як подрібнене альтернативне тверде паливо використовують відходи переробки олійних культур.
- 40 3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що як відходи переробки олійних культур використовують лузгу соняшнику.
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як подрібнене альтернативне тверде паливо використовують відходи деревообробки, садові відходи, кухонні відходи, паперові відходи, біомасу, осад стічних вод, м'ясні і кісткові відходи, фулерову землю, відходи виробництва, крупнокускове вугілля, зношені автомобільні покришки, шпали, меблі, дорожнє покриття і т. п.
- 45 5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що альтернативне тверде паливо подрібнюють до фракції (0,5-2) мм.
6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вологість подрібненого альтернативного твердого палива взята не більше 10 %.
- 50 7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що насипна щільність подрібненого альтернативного твердого палива взята не менше 180 кг/м³.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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