



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122211** (13) **C2**  
(51) МПК (2020.01)  
**C10J 3/00**

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

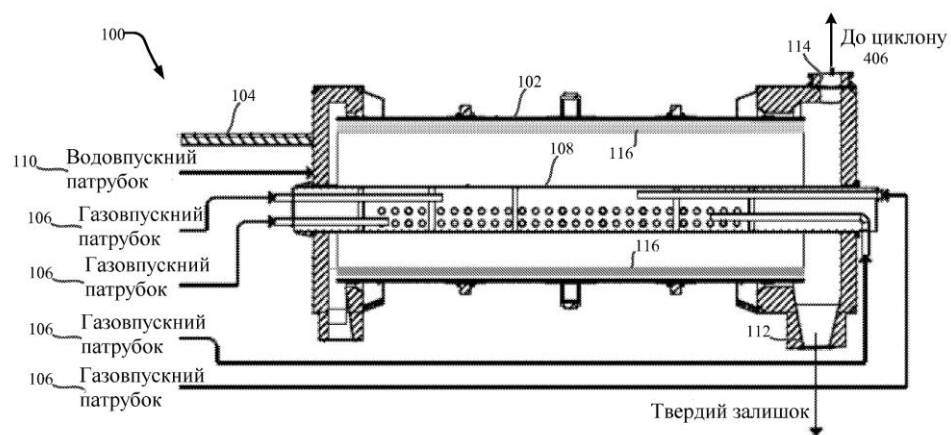
<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2017 01740</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Ремат Аміралі Г. (US)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>21.08.2015</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці):	<b>СІМПЛ ЕПРОЧ СІСТЕМЗ, ІНК.,</b> 904 S. Roselle Road #314, Schaumburg, IL 60193, United States of America (US)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	<b>13.10.2020</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Шпакович Тетяна Іванівна, реєстр. №240</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>62/040,943</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EP 0568997 A1, 10.11.1993 US 2014202079 A1, 24.07.2014 US 4273314 A, 16.06.1981 US 5423891 A, 13.06.1995 US 5562443 A, 08.10.1996 US 3182980 A, 11.05.1965
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>22.08.2014</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заяву:	<b>US</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заяву:	<b>10.08.2017, Бюл.№ 15</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію:	<b>12.10.2020, Бюл.№ 19</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/US2015/046257, 21.08.2015</b>		

**(54) ПРИСТРІЙ, СИСТЕМА ТА СПОСІБ ПЕРЕТВОРЕННЯ РІЗНИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ НА ЕНЕРГІЮ****(57) Реферат:**

Пристрій, система та спосіб переробки відходів, що містять вуглеводні. Система та спосіб включають використання пристрою для газифікації, що містить реактор з барабанною піччю та газорозподільник. Реактор з барабанною піччю та газорозподільник виконані з можливістю створення кількох реакційних середовищ у пристрої для газифікації. Кожне з реакційних середовищ має унікальні температурні умови реакції, що відповідають різним фізичним і хімічним властивостям утримуючих відходів, що містять вуглеводні, які надходять на переробку з різних джерел.

**UA 122211 C2**

ФІГ. 1



ПЕРЕХРЕСНІ ПОСИЛАННЯ НА СПОРІДНЕНІ ЗАЯВКИ

[0001] У цій заявці заявлений пріоритет за попередньою патентною заявкою США № 62/040,943, включеною до цього документа у повному обсязі шляхом посилання.

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

5 [0002] Ця заявка стосується в цілому переробки відходів і їхніх потоків, зокрема, до перетворення різних промислових відходів на енергію.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

10 [0003] Виробничі процеси, що застосовуються зараз, приводять до утворення шкідливих для навколишнього середовища відходів. Ці відходи мають тверду, рідку та газоподібну форму, різними шляхами проникають у ґрунт і забруднюють підземні води. Вони також попадають у водні потоки, що впадають у ріки, та забруднюють їх. Вивезені на смітник відходи, як правило, розкладаються з виділенням найнебезпечніших парникових газів, таких як метан.

15 [0004] Іноді відходи спалюють із метою зменшення кількості відходів, що утворюються внаслідок виробничих процесів. Спалювання відходів використовується для одержання з них енергії. Проте, процеси спалювання мають різні недоліки. Наприклад, у результаті спалювання цих відходів утворюються та викидаються в атмосферу ще більш токсичні гази, такі як діоксини та фурани. Крім того, спалювання відходів повністю виключає виробництво з відходів газоподібного палива як джерела енергії, оскільки внаслідок спалювання вуглеводні, що містяться у відходах, не зберігаються в горючій формі.

20 [0005] Для одержання енергії також застосовується газифікація. Однак, оскільки в процесах виробництва та переробки утворюються різні за фізико-хімічними властивостями відходи, добре відомі способи газифікації, такі як газифікація із псевдозрідженим шаром, газифікація з рухливим шаром і газифікація в потоці, зіштовхуються з рядом проблем. Для ефективного використання кожного з цих способів необхідно суворо дотримуватись вимог, пов'язаних з  
25 фізико-хімічними властивостями відходів, що переробляються. Це є проблемою, оскільки на різних стадіях процесів виробництва та переробки утворюються відходи, що часто мають різні фізико-хімічні властивості.

СУТЬ ВІНАХОДУ

30 [0006] Цей винахід у цілому забезпечує вдосконалені пристрій для газифікації, систему та спосіб переробки відходів, що містять вуглеводні та надходять з різних джерел. У результаті винахід забезпечує один пристрій, систему або спосіб для обробки речовин, які містять вуглеводні та які отримують на різних стадіях виробничого процесу. Таким чином, запропоноване рішення сприяє охороні навколишнього середовища.

35 [0007] Система та спосіб передбачають використання пристрою для газифікації, що містить реактор з барабанною піччю та газорозподільник. Реактор з барабанною піччю та газорозподільник виконані з можливістю створення кількох реакційних середовищ у пристрої для газифікації. Кожне з реакційних середовищ має унікальні умови щодо температури та тиску, за яких виконується переробка різних компонентів відходів, що містять вуглеводні.

40 [0008] Газифікація являє собою процес, у якому матеріали/відходи, що містять вуглеводні, перетворюються на горючу суміш газів, яка містить монооксид вуглецю, водень, метан, водяну пару та діоксид вуглецю. Ця горюча суміш газів може служити безпосереднім джерелом енергії для процесів виробництва та переробки або може використовуватись як паливо для вироблення пари та/або електроенергії для технологічних цілей. Відповідно до цього винаходу для перетворення горючої суміші газів на енергію використовується описаний у цьому документі  
45 удосконалений спосіб газифікації, що дозволяє повністю використати всі відходи, що містять вуглеводні, які утворюються в процесі виробництва та переробки. У такий спосіб вдається зменшити забруднення навколишнього середовища та значно підвищити економічну ефективність виробництва.

50 [0009] Додаткові ознаки цього винаходу будуть очевидними для фахівців у даній галузі техніки при розгляді наступного докладного опису та ілюстрацій варіантів здійснення винаходу.

КОРОТКИЙ ОПИС ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

[0010] Варіанти реалізації пристроїв, систем і способів зображені на графічних матеріалах, що додаються та призначені для їхньої ілюстрації, але не обмеження можливих варіантів зображеними. На кресленнях для однакових або аналогічних компонентів визначені подібні  
55 номери позицій, і:

[0011] На ФІГ. 1 наведений вид збоку в поперечному перерізі пристрою/газифікатора для переробки відходів, що містять вуглеводні, відповідно до цього винаходу;

[0012] На ФІГ. 2А наведений вид у перспективі газорозподільника пристрою/газифікатора відповідно до цього винаходу;

[0013] На ФІГ. 2В наведений вид з торця газорозподільника пристрою/газифікатора відповідно до цього винаходу;

[0014] На ФІГ. 3А-3Д наведені види з торця в поперечному перерізі пристрою/газифікатора, що ілюструють вплив різних швидкостей обертання барабанної печі реактора пристрою/газифікатора відповідно до цього винаходу;

[0015] На ФІГ. 4 наведена блок-схема системи, що ілюструє компоненти системи для переробки відходів, що містять вуглеводні, відповідно до цього винаходу;

[0016] На ФІГ. 5 наведена блок-схема процесу, що ілюструє способи переробки відходів, що містять вуглеводні, відповідно до цього винаходу;

[0017] На ФІГ. 6 наведена блок-схема системи, що ілюструє приклад використання цього винаходу для перетворення промислових відходів на газоподібне паливо;

[0018] На ФІГ. 7 наведена ілюстрація використання цього винаходу для перетворення іншого типу промислових відходів на газоподібне паливо; і

[0019] На ФІГ. 8 наведена ілюстрація використання цього винаходу для перетворення ще одного типу промислових відходів на газоподібне паливо.

#### ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

[0020] Наведений у цьому документі докладний опис аспектів цього винаходу містить посилання на графічні матеріали, що додаються, і на яких наведені різні варіанти реалізації винаходу як ілюстрації. Хоча зазначені різні варіанти здійснення описані досить докладно, щоб дати можливість фахівцям у цій галузі реалізувати винахід на практиці, слід розуміти, що можлива реалізація інших варіантів здійснення, внесення логічних і механічних змін без відступу від суті та обсягу винаходу. Таким чином, наведений у цьому документі докладний опис служить тільки для ілюстрації, а не обмеження винаходу. Наприклад, етапи, зазначені для кожного зі способів або процесів, можна виконувати в будь-якому порядку, не обмежуючись зазначеним в описі. Крім того, посилання на один варіант реалізації винаходу може містити кілька варіантів здійснення, а посилання на кілька компонентів можуть містити варіант реалізації винаходу.

[0021] Цей винахід у цілому стосується вдосконаленого пристрою для газифікації, системи та способу переробки відходів, що містять вуглеводні. Система та спосіб передбачають використання пристрою для газифікації, що містить реактор з барабанною піччю та газорозподільник. Реактор з барабанною піччю та газорозподільник виконані з можливістю створення кількох реакційних середовищ у пристрої для газифікації. Кожне з реакційних середовищ має унікальні умови щодо температури та тиску, за яких виконується переробка різних компонентів відходів, що містять вуглеводні. Це забезпечує перевагу, яка полягає в можливості переробки відходів, що містять вуглеводні, надходять із різних джерел і мають досить різні фізико-хімічні властивості.

[0022] Розглянемо ФІГ. 1, де зображений пристрій (наприклад, газифікатор) 100 для проведення фізичних і хімічних газо-твердотільних реакцій. Пристрій 100 містить реактор з барабанною піччю 102, в якому відбувається перша стадія газо-твердотільних реакцій у пристрої 100. Реактор з барабанною піччю 102 призначений для забезпечення оптимальної газо-твердотільної взаємодії відходів, що містять і не містять вуглеводні, з газами. Таким чином, реактор з барабанною піччю 102 може містити засоби 104 (наприклад, стрічковий або шнековий живильники) для введення твердих і рідких вуглеводнів у реактор з барабанною піччю 102, газопускні патрубки 106 для введення газу в реактор з барабанною піччю 102 з використанням газорозподільника 108, засоби 110 для подачі води в реактор з барабанною піччю 102, засоби 112 для видалення твердих речовин з реактора з барабанною піччю 102 і засоби 114 для видалення газу з реактора з барабанною піччю 102. Тверді речовини/золу видаляють із пристрою 100 зі швидкістю, що відповідає наявній у відходах, які надходять, негорючої фракції. Внутрішня поверхня реактора з барабанною піччю 102 може бути облицьована вогнетривом 116 таким чином, щоб реактор з барабанною піччю 102 міг працювати при температурі до близько 2200 °F (1204,4 °C).

[0023] Газорозподільник 108 (збільшений вид наведений на ФІГ. 2А и 2В) може бути розділений на чотири або більшу кількість зон. Кількість зон у газорозподільнику 108 може залежати від довжини пристрою 100 і/або реактора з барабанною піччю 102. Відповідно до необмежуваних, ілюстративних прикладів газорозподільник 108 може мати всього 2 зони або навіть 8 зон. Однак фахівцеві в цій галузі техніки буде зрозуміло, що газорозподільник може мати іншу кількість зон, не виходячи при цьому за рамки обсягу цього винаходу. Наприклад, у кожен відповідну зону газорозподільника 108 газ надходить із одного газопускного патрубка 106. Однак фахівцеві в цій галузі техніки буде зрозуміло, що в кожен зону газ може надходити кількома газопускними патрубками 106. У кожен зону може надходити газ по одному або

кільком газовпускним патрубкам 106 із складом і кількістю, що відрізняються від газових композицій, що надходять в інші зони газорозподільника 108.

[0024] Газорозподільник 108 може являти собою трубчасту конструкцію, що має круглий або майже круглий поперечний переріз (як зображено на ФІГ. 2В). Крім того, газорозподільник 108 може мати нерухому конструкцію, що підтримується з торців 202 або поруч із ними реактором з барабанною піччю 102. Підтримка реактора з барабанною піччю 102 може забезпечуватися з використанням нерухомих кришок. Кожна зона газорозподільника 108 містить газовипускні отвори 204, через які газ із газовпускних патрубків 106 вводиться в пристрій 100. Зони газорозподільника 108 можуть містити однакову кількість отворів для газу, або кожна зона може містити унікальну кількість отворів для газу, відмінну від інших зон. Кількість отворів для газу в кожній зоні може залежати від максимальної кількості газу, що буде вводиться в цю зону, і тиску подачі газу. Отвори для газу розташовані по довжині окружності близько 180° трубчастої частини 206 газорозподільника.

[0025] Рухливу накладку 210 установлюють на трубчастій частині 206 газорозподільника 108. Як зображено на кресленнях, рухлива накладка 208 являє собою напівсферичну конструкцію, що охоплює близько 180° по окружності трубчастої частини 206. Таким чином, накладка 208 може бути виконана з можливістю закриття всіх або по суті всіх газовипускних отворів 204, перебуваючи в одній орієнтації. Однак фахівцеві в цій галузі техніки повинне бути зрозуміло, що можливо використання накладки 208, що закриває більше або менше 180° трубчастої частини 206, менше, ніж по суті всі газовипускні отвори 204, і має будь-яку форму, що забезпечує відповідність трубчастої частини 206, не виходячи за рамки суті та обсягу цього винаходу. Рухлива накладка 208 виконана з можливістю обертання навколо трубчастої частини 206 для спрямування потоку газу через газовипускні отвори 204 у заданих діапазонах. Наприклад, рухлива накладка 208 може переміщатися з можливістю закриття меншої кількості газовипускних отворів 204, якщо потрібний менший тиск, і більшої їхньої кількості газовипускних отворів 204, якщо потрібний більший тиск. Матеріал газорозподільника 108 і накладної труби 208 може вибиратись таким чином, щоб витримувати температуру до близько 2200 °F (1204,4 °C).

[0026] Відходи, що містять вуглеводні, можуть подаватися в реактор з барабанною піччю 102 з використанням транспортера для твердих речовин 104, такого як, наприклад, шнековий живильник. Шнековий живильник 104 використовує обертовий гвинт із лопатями для переміщення відходів, що містять вуглеводні, у реактор з барабанною піччю 102.

[0027] Воду можна вводити в реактор з барабанною піччю 102 через водовпускний патрубок 110. Вода може вводиться в кількості від близько 25 % мас. до близько 30 % мас. від відходів, що містять вуглеводні, по сухій речовині. Крім того, відходи, що містять вуглеводні, можуть бути в газоподібному, твердому та/або рідкому стані. Газу, що вводять у газорозподільник 108, можуть містити та/або не містити кисень. Газу можуть подаватися в реактор з барабанною піччю 102 у різних кількостях і з різним складом по довжині реактора з барабанною піччю 102 таким чином, що дозволяє газам контактувати з відходами, що містять вуглеводні, вздовж стінки реактора з барабанною піччю 102.

[0028] Розподіл газів по довжині реактора з барабанною піччю 102 може досягатися за рахунок різної довжини газовпускних патрубків 106 у реакторі з барабанною піччю 102. Наприклад, як зображено на ФІГ. 1, кожний газовпускний патрубок 106 може мати довжину, відмінну від довжини інших газовпускних патрубків 106. Однак фахівцеві в цій галузі техніки буде очевидно, що два або більше газовпускних патрубків 106 можуть мати однакову або по суті однакову довжину, не виходячи при цьому за рамки обсягу цього винаходу.

[0029] Контакт твердих та рідких відходів, що містять вуглеводні, з газами може привести до фізичних взаємодій і хімічних реакцій, що змінюють хімічний склад газоподібного палива, одержуваного із зазначених відходів. Крім того, контакт твердих та рідких відходів, що містять вуглеводні, з газами може також привести до термохімічних перетворень, у результаті яких тверді речовини переходять у газоподібний стан. Ці взаємодії та перетворення приводять до утворення газоподібного палива. Пристрій 100 згідно з цим винаходом виконаний з можливістю здійснення зазначених вище взаємодій і перетворень, а також може бути виконаний з можливістю видалення вологи та летких сполук із відходів, що містять вуглеводні, для видалення та руйнування органічних забруднювачів у неорганічних матеріалах, у т.ч. ґрунту, а також виробництва біовугілля з біомаси без необхідності фізичної зміни пристрою 100. Пристрій 100 може бути виконаний з можливістю одночасного здійснення лише частини зазначених вище операцій, і в цьому випадку перехід від однієї конфігурації до іншої для виконання різних операцій можуть бути автоматичним і миттєвим.

[0030] Пристрій 100 працює незалежно від типу відходів, що містять вуглеводні, таким чином дозволяючи переробляти в пристрої 100 відходи, що містять вуглеводні, з різним складом та різними фізичними властивостями без необхідності в будь-яких значних змінах у пристрої 100. Пристрій 100 також працює незалежно від розмірів відходів, які містять вуглеводні і які вводять у нього, таким чином дозволяючи переробляти в пристрої 100 відходи, що містять вуглеводні, з різними характеристиками розмірів без необхідності в будь-яких значних змінах у пристрої 100. Наприклад, пристрій 100 може переробляти відходи, що містять вуглеводні, в діапазоні від близько 0,1 дюйма (0,254 см) до близько 6 дюймів (15,24 см), переважно від близько 0,1 дюйма (0,254 см) до близько 2 дюймів (5,08 см). Наприклад, пристрій 100 може бути виконаний з можливістю проходження через пристрій 100 газу, маса якого в 40 разів перевищує масу відходів, що містять вуглеводні, які подаються в реактор з барабанною піччю 102 і переробляються у ньому. В іншому прикладі пристрій 100 може бути виконаний з можливістю проходження через пристрій 100 газу, маса якого в 20 разів перевищує масу відходів, що містять вуглеводні, які подають в реактор з барабанною піччю 102 і переробляють у ньому. Пристрій 100 може виконувати операції з переробки в діапазоні температур, у т.ч. від близько 100 °F (37,8 °C) до близько 3000 °F (1648,9 °C), переважно від близько 100 °F (37,8 °C) до близько 2200 °F (1204,4 °C). Пристрій 100 також може виконувати операції з переробки в діапазоні значень тиску, включаючи тиск у пристрої 100, що становить від близько -1 (-249,1 Па) дюйма водяного стовпа до близько 100 дюймів водяного стовпа (24,91 кПа).

[0031] Розглянемо ФІГ. 3А-3D для опису робочих умов усередині реактора з барабанною піччю 102. Хоча реактор з барабанною піччю 102 зображений з обертанням проти годинникової стрілки, обертання реактора з барабанною піччю 102 не обмежене лише напрямком проти годинникової стрілки. Після введення відходів, що містять вуглеводні, 302 у реактор з барабанною піччю 102 через впускні засоби 104 (наприклад, описані вище з посиланням на ФІГ. 1) інерційні сили, спричинені обертанням реактора з барабанною піччю 102, переміщують тверді речовини, що містяться у відходах, які містять вуглеводні, 302, до зовнішньої стінки 304 реактора з барабанною піччю 102. Реактор з барабанною піччю 102 може обертатися перед введенням відходів, що містять вуглеводні, 302 або може починати обертання лише після введення в нього відходів, що містять вуглеводні, 302. Ступінь покриття площі поверхні зовнішньої стінки 304 реактора з барабанною піччю 102 відходами, що містять вуглеводні, 302 залежить від швидкості обертання реактора з барабанною піччю 102. У нерухомому стані (зображеному на ФІГ. 3А) тверді речовини відходів, що містять вуглеводні, 302 осідають на дні реактора з барабанною піччю 102. При збільшенні швидкості обертання реактора з барабанною піччю 102 (на ФІГ. 3В проілюстрована низька, на ФІГ. 3С - середня, а на ФІГ. 3D - висока швидкість обертання) тверді речовини у відходах, що містять вуглеводні, 302 стають більш розподіленими уздовж зовнішньої стінки 304, таким чином покриваючи більшу площу поверхні зовнішньої стінки 304. Відносне розташування газорозподільника 108 і накладної труби 208 можна змінювати, щоб скорегувати або змінити траєкторії газовипускних отворів 204 відносно внутрішньої частини реактора з барабанною піччю 102 (як це зображено, наприклад, для газорозподільника 108 і накладної труби 208 на ФІГ. 3, 4, 3D). Газорозподільник 108 і накладна труба 208 можуть бути виконані з можливістю забезпечення максимального контакту між газами, що надходять із газовипускних отворів 204, і відходами, що містять вуглеводні, 302.

[0032] Як зазначено в даному описі, вологі відходи, що містять вуглеводні, можуть бути висушені в пристрої 100, а саме всередині реактора з барабанною піччю 102. У той час як вологі відходи, що містять вуглеводні, перебувають у реакторі з барабанною піччю 102, гарячі гази вводяться в реактор з барабанною піччю 102 через газовипускні отвори 204. Гарячі гази можуть мати температуру від близько 300 °F (148,9 °C) до близько 1000 °F (537,8 °C). Перед введенням у реактор з барабанною піччю 102 вологі відходи, що містять вуглеводні можуть мати кімнатну температуру. Переважне сушіння вологих відходів, що містять вуглеводні, досягається, коли гарячі гази рівномірно розподілені по чотирьох зонах газорозподільника 108. При контакті вологих відходів, що містять вуглеводні, з гарячими газами тепло передається від газів до відходів, що містять вуглеводні, (наприклад, твердих речовин), у результаті чого відходи, що містять вуглеводні, нагріваються до температури в діапазоні від близько 150 °F (65,6 °C) до близько 250 °F (121,1 °C), а волога з відходів, що містять вуглеводні, (наприклад, твердих речовин) випаровується та перетворюється на пару. Пару випускають із реактора з барабанною піччю 102 разом з іншими гарячими газами та направляють у циклон 400 (докладно описаний нижче).

[0033] Загальні реакції або схематичні реакції, що протікають у процесі сушіння вологих відходів, що містять вуглеводні:

Матеріал, що містить вуглеводні + Вода + Гарячий газ → Матеріал, що містить вуглеводні + Пара + Охолоджений газ

[0034] Висушені відходи, що містять вуглеводні, вивантажують із реактора з барабанною піччю 102 у вигляді золи, використовуючи засоби 112 для видалення твердих речовин з реактора з барабанною піччю 102.

[0035] Пристрій 100 виконаний з можливістю здійснення піролізу відходів, що містять вуглеводні, шляхом нагрівання твердих вуглеводнів до температури в діапазоні від близько 800 °F (426,7 °C) до близько 1000 °F (537,8 °C), при цьому леткі речовини, що присутні у відходах, які містять вуглеводні, випаровуються. Леткі речовини містять в основному високомолекулярні вуглеводні, низькомолекулярні вуглеводні, горючі гази, включаючи монооксид вуглецю та водень, і негорючі гази, включаючи діоксид вуглецю, азот і воду. При використанні пристрою 100 для піролізу відходів, що містять вуглеводні, останні вводять у реактор з барабанною піччю 102, де вони контактують із гарячими газами, що надходять у реактор з барабанною піччю 102 через газорозподільник 108.

[0036] Загальні реакції або схематичні реакції, що протікають у процесі піролізу відходів, що містять вуглеводні:

Відходи, що містять вуглеводні + Гарячі гази → Вуглеводні + CO+H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O

Вуглеводні → Рідкі вуглеводні + Газоподібні вуглеводні

[0037] Випарювання відходів, що містять вуглеводні, також може відбуватися з використанням описаної далі методики. Відходи, що містять вуглеводні, частково спалюють із метою одержання необхідного тепла для підвищення температури відходів, що містять вуглеводні, до рівня від близько 800 °F (426,7 °C) до близько 1000 °F (537,8 °C). Перед введенням відходів, що містять вуглеводні, реактор з барабанною піччю 102 нагрівають до температури вище температури запалення відходів, що містять вуглеводні. Кисень-вмісні гази, що використовуються для запалення відходів, що містять вуглеводні, вводять у реактор з барабанною піччю 102 через газорозподільник 108. Відходи, що містять вуглеводні, з температурою на рівні кімнатної вводять у попередньо нагрітий реактор з барабанною піччю 102. Введення відходів, що містять вуглеводні, які мають кімнатну температуру, у реактор з барабанною піччю 102 може відбуватися до, під час або після введення кисень-вмісних газів у реактор з барабанною піччю 102. При використанні цього способу добрі результати піролізу відходів, що містять вуглеводні, досягаються, коли кисень-вмісні гази рівномірно розподілені по чотирьох зонах газорозподільника 108. При контакті твердих відходів, що містять вуглеводні, з кисень-вмісними газами в реакторі з барабанною піччю 102 відходи, що містять вуглеводні, частково спалюють. Теплота згоряння спричинює підвищення температури відходів, що містять вуглеводні, до рівня від близько 800 °F (426,7 °C) до близько 1000 °F (537,8 °C), при якій леткі речовини, що містяться у відходах, що містять вуглеводні, випаровуються та переходять у газову фазу. Загальні реакції або схематичні реакції, що протікають в описаному процесі піролізу:

Відходи, що містять вуглеводні + Повітря → Вуглеводні + CO+H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+N<sub>2</sub>

Вуглеводні → Рідкі вуглеводні + Газоподібні вуглеводні

[0038] Відповідно до зазначеної вище методики твердий залишок, який вивантажують з реактора з барабанною піччю 102, містить неорганічні компоненти відходів, що містять вуглеводні, а також зв'язаний вуглець, присутній у відходах, що містять вуглеводні. Цей твердий залишок має властивості повного згоряння й тому вважається твердим паливом високого класу. Якщо при реалізації даного способу піролізу використовуються відходи, що містять вуглеводні, які являють собою біомасу, твердий залишок, що вивантажують з реактора з барабанною піччю 102, є біовугіллям.

[0039] Якщо пристрій 100 призначений для здійснення газифікації відходів, що містять вуглеводні, з метою виробництва чистого газоподібного палива для комунального використання, відходи, що містять вуглеводні, піддають взаємодії з кисень-вмісними газами (тобто повітрям) і водою (тобто парою) за підвищеної температури для перетворення матеріалу, що містить вуглеводні, на суміш горючих і негорючих газів. Паливна газова суміш може містити монооксид вуглецю, водень, метан, етан, діоксид вуглецю, водяну пару та азот. Крім того, паливна газова суміш може мати теплоту згоряння у діапазоні від близько 80 (84,4 кДж) до близько 320 БТО (337,6 кДж) на кубічний фут (0,028 куб. м) незалежно від складу відходів, що містять вуглеводні, які надходять на переробку/газифікацію з різних джерел. У цьому випадку відходи, що містять вуглеводні, кімнатної температури вводять у реактор з піччю 102, попередньо нагрітий до температури вище температури запалення відходів, що містять вуглеводні. Кисень-вмісні гази використовуються для запалення відходів, що містять вуглеводні, і вводяться в реактор з барабанною піччю 102 через газорозподільник 108. Переважно газифікацію проводять при вмісті води у відходах, що містять вуглеводні, від близько 20 % до

близько 50 %. Якщо відходи, що містять вуглеводні, не мають достатнього вмісту води перед введенням у реактор з барабанною піччю 102, воду вводять у відходи, що містять вуглеводні, в реакторі з барабанною піччю 102. В альтернативному варіанті замість води в відходи, що містять вуглеводні, в реакторі з барабанною піччю 102 може вводиться пара.

[0040] При надходженні в попередньо нагрітий реактор з барабанною піччю 102 невелика кількість летких речовин з відходів, що містять вуглеводні, миттєво випаровується. Завдяки тому, що реактор з барабанною піччю 102 попередньо нагрітий до температури запалення летких речовин, вони миттєво запалюються при контакті з повітрям або будь-яким іншим кисень-вмісним газом. Відповідно до даного способу газифікації кількість кисень-вмісних газів, яку вводять по довжині реактора з барабанною піччю 102, набагато менше, ніж потрібно для повного спалювання відходів, що містять вуглеводні. Кількість кисень-вмісних газів може бути в діапазоні від близько 30 % об. до близько 70 % об. від кількості, необхідної для повного згоряння відходів, що містять вуглеводні. Хімічний склад відходів, що містять вуглеводні, кількість вологи, що міститься в них, і проектна температура реакції газифікації визначають кількість кисень-вмісних газів.

[0041] У процесі газифікації по довжині реактора з барабанною піччю 102 створюються чотири окремі зони газо-твердотільних реакцій, і відповідна температура в кожній із зазначених зон досягається за рахунок часткового згоряння летких речовин, які випарилися з відходів, що містять вуглеводні, і реакцій газифікації між водяною парою та відходами, що містять вуглеводні. Чотири зони утворюються в результаті регулювання частки загального об'єму кисень-вмісних газів, що надходить у реактор з барабанною піччю 102.

[0042] Відходи виробництва та переробки істотно розрізняються за своїми фізичними і хімічними властивостями. Щоб мати можливість переробки кожного виду цих відходів окремо або в поєднанні, необхідно забезпечити підходящі умови реакції в реакторі з барабанною піччю 102, що відповідають особливостям відходів. Фізичні властивості відходів, що містять вуглеводні, як правило, стосуються розміру, щільності та вмісту в них вологи. Фізичні властивості визначають необхідність у витримуванні відходів протягом певного часу в реакторі з барабанною піччю 102, щоб вони могли повністю прореагувати із газоподібними реагентами в межах реактора з барабанною піччю 102. Забезпечувана цим винаходом можливість підвищення локальних температур у зонах реактора з барабанною піччю 102 прискорює реакції в реакторі з барабанною піччю 102. Таким чином, пристрій 100 згідно з цим винаходом може працювати з відходами, що містять вуглеводні, з різними фізичними властивостями.

[0043] Хімічні властивості відходів, що містять вуглеводні, характеризуються їхнім елементним складом і леткістю, обумовленими кількістю зв'язаного вуглецю та летких вуглецевих сполук у відходах. Елементний склад визначає кількість кисень-вмісних газів, а також кількість води, необхідну для повної газифікації відходів. Леткість визначає те, де реакційні гази вводяться для ефективної газифікації відходів. Наприклад, суміш пластмасових відходів і деревного вугілля містить майже 50 % летких вуглецевих сполук і 50 % зв'язаного вуглецю, а текстильні відходи містять в основному леткі вуглецеві сполуки. Для ефективної газифікації суміші пластмас і деревного вугілля необхідно поступове введення кисень-вмісних газів по довжині реактора з барабанною піччю 102. Поступове введення газів-реагентів необхідне тому, що леткі вуглецеві сполуки мають тенденцію негайно вступати в реакцію з газами-реагентами, а зв'язаний вуглець вимагає більше часу контакту з газами-реагентами для протікання реакцій газифікації. Реактор з барабанною піччю 102 згідно з цим винаходом виконаний з можливістю введення газів-реагентів відповідно до особливостей відходів по довжині реактора з барабанною піччю 102 через зональний газорозподільник 108. Для ефективної газифікації текстильних відходів необхідно вводити більшу частину необхідних кисень-вмісних газів і води в зону поруч із місцем подачі відходів у реактор з барабанною піччю 102. Таким чином, у цьому випадку всі кисень-вмісні гази можуть надходити в першу зону газорозподільника 108.

[0044] Далі наведений опис прикладу використання цього винаходу для газифікації відходів, що містять вуглеводні, які містять майже рівні частини летких вуглецевих сполук і зв'язаного вуглецю. Оскільки наведений нижче опис є лише прикладом застосування, він не повинен розглядатися як обмежувачий. Фахівцеві в цій галузі техніки буде зрозуміло, що цей винахід передбачає безліч умов реакції в реакторі з барабанною піччю 102, що відповідають всім типам газо-твердотільних реакцій, необхідних для ефективної газифікації різних відходів, що містять вуглеводні.

[0045] У наступному прикладі відходи, що містять близько рівні частини летких вуглецевих сполук і зв'язаного вуглецю, переробляються в першій зоні, що може розташовуватися ближче всього до місця введення в реактор з барабанною піччю 102 матеріалу, що містить вуглеводні,



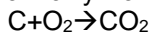
температуру підтримують на рівні нижче, ніж близько 800 °F (426,7 °C), так що волога, яка міститься в матеріалі, до складу якого входять вуглеводні, випаровується першою, після чого частково випаровуються леткі речовини. У першій зоні вводять від близько 10 % до близько 25 % кисень-вмісних газів. У першій зоні зазначені нижче реакції описують взаємодію між газом (газами) і твердими відходами, що містять вуглеводні:

Матеріал, що містить вуглеводні + Гарячі гази → Леткі речовини + Пара

Леткі речовини + Повітря → CO<sub>2</sub>+CO+H<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O + Вуглеводні

[0046] У другій зоні вводять від близько 10 % до близько 25 % кисень-вмісних газів для подальшого спалювання леткої речовини, що продовжує випаровуватися. У другій зоні температурі дають збільшитись до рівня від близько 1000 °F (537,8 °C) до близько 1200 °F (648,9 °C). Друга зона виконана таким чином, щоб забезпечити повне випаровування летких речовин з матеріалу, що містить вуглеводні.

[0047] У третій зоні вводять ще від близько 25 % до близько 40 % кисень-вмісних газів і направляють їх до матеріалу, що містить вуглеводні, який до цього часу вже позбавлений летких речовин, але містить зв'язаний вуглець і неорганічні компоненти відходів, що містять вуглеводні. Конфігурація третьої зони дозволяє здійснити повне спалювання зв'язаного вуглецю. У третій зоні температурі дають підвищитись до рівня від близько 1800 °F (982,2 °C) до близько 2000 °F (1093,3 °C), щоб прискорити згоряння зв'язаного вуглецю. Важкі вуглеводні та горючі гази, що присутні всередині реактора з барабанною піччю 102 у третій зоні, також частково згоряють із кисень-вмісним газом. Водяна пара, присутня у газі всередині реактора з барабанною піччю 102 у третій зоні, також вступає в реакцію зі зв'язаним вуглецем, а також з великими молекулами вуглеводнів, що наявні в летких речовинах, що випарилися, в результаті чого ці молекули розпадаються на дрібніші молекули вуглеводнів і горючі гази, що містять в основному монооксид вуглецю та водень. У третій зоні протікають такі основні реакції:



[0048] У четвертій і наступній зонах (якщо такі є) підтримують умови, аналогічні умовам у третій зоні щодо температури та кількості кисень-вмісних газів, які вводяться.

[0049] Наприклад, якщо відходи, що містять вуглеводні, замінити відходами, що складаються майже повністю з летких вуглецевих сполук, 100 % кисень-вмісних газів слід вводити в першій зоні газорозподільника 108, і всі реакції газифікації будуть протікати в першій зоні.

[0050] Не всі компоненти пристрою 100 необхідні для переробки, отже, тільки відповідні компоненти пристрою 100 можуть використовуватись залежно від функцій переробки, виконуваних пристроєм 100. Незадіяні компоненти пристрою 100, які не використовуються для здійснення конкретних функцій переробки, можуть просто байпасуватись без негативного впливу на ефективність тієї або іншої функції переробки.

[0051] Розглянемо ФІГ. 4, де зображена система 400 для переробки відходів, що містять вуглеводні. Відходи, що містять вуглеводні, направляються зі сховища 402 (наприклад, бункера) у газифікатор (наприклад, пристрій 100) з використанням конвеєрних засобів (наприклад, шнекового живильника) 404. Відходи, що містять вуглеводні, можуть перероблятися за допомогою газифікатора/пристрою 100 з використанням описаних у цьому документі функціональних можливостей.

[0052] Гази, що вводять у газифікатор/пристрій 100, гази, що утворюються в результаті реакції газів, які вводять, з відходами, що містять вуглеводні, і утворену золу, що прореагувала, які іншим способом не утилізуються газифікатором/пристроєм 100, направляються до циклона 406. Крім того, тверді речовини/зола надходять у циклон 406 зі швидкістю, що відповідає присутній у відходах, що містять вуглеводні, негорючій фракції. Ці гази та зола можуть мати температуру близько 1800 °F (982,2 °C). У циклоні 406 принаймні частина золи, що надійшла, відокремлюється від газів, і золу виводять із системи. Гази, що залишилися у циклоні 406, можуть бути охолоджені двома способами, перш ніж вони будуть використовуватись як джерело енергії. Один зі способів охолодження передбачає прямий контакт із водою в гасителі 408. В альтернативному способі охолодження газу використовуються засоби непрямого контакту газу з водою в теплообміннику відходів (скор. WHE від англ. Waste Heat Exchanger) 414.

[0053] При виході з гасителя 408 або з WHE 414 газ додатково очищають для додаткового видалення золи з використанням циклона 410 або фільтра 416, а далі газ використовується, наприклад, у пальнику 412. Як приклад, до складу системи 400 входить зрівнювальний резервуар 418, призначений для зменшення коливань у виробництві паливного газу при

газифікації відходів, що містять вуглеводні, у результаті змін фізико-хімічних властивостей сировини.

[0054] Наприклад, гази можуть мати температуру близько 1800 °F (982,2 °C) на вході гасителя 408 і температуру близько 350 °F (176,7 °C) на виході з гасителя 408. Гази можуть мати по суті постійну температуру при їхньому переміщенні між гасителем 408 і пальником 412, а також між WHE 414 і пальником 412. Наприклад, постійна температура може становити близько 350 °F (176,7 °C).

[0055] Температура газів може становити близько 1800 °F (982,2 °C) на вході в WHE 414 і близько 350 °F (176,7 °C) на виході з WHE 414. У фільтр 416 може вводиться вапно для видалення з нього забруднювачів.

[0056] Тепер розглянемо ФІГ. 5, що ілюструє спосіб 500 переробки відходів, що містять вуглеводні, відповідно до цього винаходу. На етапі 502 відходи, що містять вуглеводні, піддають реакції з кисень-вмісними газами та водою в умовах принаймні трьох різних реакційних середовищ. Це може здійснюватись за допомогою пристрою/газифікатора 100. Вміст води у відходах, що містять вуглеводні, може становити від близько 20 % до близько 50 %. Кисень-вмісні гази використовуються у всіх або майже у всіх описаних нижче реакційних середовищах. Загальна реакція може включати газифікацію відходів, що містять вуглеводні. У першому реакційному середовищі відходи, що містять вуглеводні, кімнатної температури надходять у пристрій, при цьому принаймні частина летких речовин з відходів, що містять вуглеводні, миттєво випаровується внаслідок того, що пристрій попередньо нагрітий до температури вище температури запалення/температури спалаху відходів, що містять вуглеводні. У другому реакційному середовищі температуру пристрою підтримують на рівні нижче, ніж близько 800 °F (426,7 °C), у результаті чого волога, що міститься у відходах, що містять вуглеводні, випаровується першою, а за нею випаровуються леткі речовини. У третьому реакційному середовищі температуру пристрою підтримують на рівні від близько 1000 °F (537,8 °C) до близько 1200 °F (648,9 °C), у результаті чого леткі речовини повністю випаровуються з відходів, що містять вуглеводні. Це приводить до того, що у відходах, які містять вуглеводні, залишається зв'язаний вуглець і неорганічні сполуки. У четвертому реакційному середовищі температуру пристрою підтримують на рівні від близько 1800 °F (982,2 °C) до близько 2000 °F (1093,3 °C), у результаті чого відбувається згоряння зв'язаного вуглецю у відходах, що містять вуглеводні. Умови четвертого реакційного середовища також забезпечують часткове згоряння важких вуглеводневих горючих газів, а також реакцію водяної пари з вуглеводнями з утворенням дрібніших молекул вуглеводнів і горючих газів (наприклад, монооксиду вуглецю та водню). П'ята та подальші реакційні середовища (якщо такі є) мають умови, що відповідають четвертому реакційному середовищу.

[0057] На етапі 504 тверді залишки, що утворюються при газифікації відходів, що містять вуглеводні, відокремлюють від газів, які утворюються в результаті газифікації відходів, що містять вуглеводні. Це може виконуватись з використанням циклона 406. На етапі 506 газоподібні відходи, що містять вуглеводні, гасять з використанням прямого контакту з водою. Гасіння газоподібних відходів, що містять вуглеводні, може здійснюватись з використанням гасителя 408. На етапі 508 додаткову кількість твердих відходів відокремлюють від газів, що пройшли гасіння й утворилися в результаті газифікації відходів, що містять вуглеводні. Це може виконуватись з використанням циклона гасителя 410. На етапі 510 відділені гази спалюють. Спалювання зазначених газів може відбуватися в пальнику 412.

[0058] На етапі 512 теплову енергію гарячих газів, що утворюються в результаті газифікації відходів, що містять вуглеводні, відводять із використанням непрямих засобів. Для цього може використовуватись WHE 414. На етапі 514 додаткову кількість твердої золи відокремлюють від відходів, що містять вуглеводні. Для цього можуть використовуватись фільтри 416. На етапі 516 гази, що утворилися при газифікації відходів, що містять вуглеводні, спалюють. Це один із прикладів використання паливних газів, які одержують при газифікації відходів, що містять вуглеводні. Для цього може використовуватись пальник 412. Альтернативні варіанти використання газів включають заміну ними палива в технологічних процесах, бойлерах для отримання пари та газових двигунах для генерування електроенергії.

[0059] Розглянемо ФІГ. 6, де проілюстрована система 600 для перетворення промислових відходів на газоподібне паливо. Використовуваними промисловими відходами з різних джерел може бути сполучення різних відходів типового хімічного заводу. Приклади компонентів різних промислових відходів, які можуть перероблятися за допомогою системи 600, наведені в Таблиці 1. Система 600 ілюструє те, як цей винахід може використовуватись для отримання з 15 тон/день відходів, які надходять з різних джерел, енергії у вигляді пари та придатного для використання паливного газу.

Таблиця 1

Можливий склад відходів типового хімічного заводу.

Джерело відходів (технологічна лінія)	Приблизна кількість (тон на рік)	Фізичний стан відходів	Склад відходів
Органічні залишки	200	Напівтверді	Просочені мастилом, консистентним змащенням, різний вміст вуглеводнів у діапазоні від 10 до 100 %
Біоосад	800	Тверді гранули та порошок	
Кокс VCM (зі вмістом летких вуглецевих сполук)	25	Тверді гранули/грудки, що легко дробляться	C 80 %, H 1,4 %, O 12,96 %, P 0,03 %, S 0,17 %
Крекінг-кокс	40	Тверді гранули/ грудки, що легко дробляться	
Відпрацьована смола	100	Тверді гранули	LOI при 800 °C, включаючи LOD від 91,4 % до 99,8 %, волога при 105 °C від 19 % до 47,7 %, вміст золи від 8,6 % до 0,2 %
Відпрацьований вуглець	40	Тверді гранули	
Обпалені полімери, PSF- стоки, гранули та дрібні частки зі стоків від обробки PP	35	Тверді речовини, напівтвердий бруд, гранули, дрібні частки	100 % горючі
Піна Rhupox	180	Напівтверді	100 % горючі
PTWM (Опція)	2000	Тверді	~ 78 % терефталева кислота, 100 % горючі
Суспензія TiO <sub>2</sub>	3	Напівтверді	~80 % гліколю
Результати розпаду в обладнанні Dowtherm	20	Рідина/густа рідина	C 56 %, H 3,9 %, N 0,08 %, O 37 %, P відсутній, S 0,12 %
Додаткові установки SBR/PBR (гумові відходи)	65	Липкі кульки (окремі та у шматках різного розміру)	
Скрап-фільтр, рукавні фільтри та фільтр-картридж	4	Тверді трубчасті, квадратні, прямокутні	
Старі записи	4	Папір розмірів від A4 до A3	
Відходи Thermocole	2	Різна форма	
Офісне сміття, що не направляється на вторинну переробку	10	Папір, використані чашки тощо	
Відходи FRP	4	Тверді (форма кришки двигуна тощо)	
Поліетиленовий пил	20		100 % горючі
Садові відходи	1560		Листя, гілки, стовбури, трава тощо
Загальна кількість відходів у рік (тон)	5112		
Швидкість утворення відходів, тон/день (при 90 % доступності)	15		

[0060] На ФІГ. 7 проілюстроване практичне застосування цього винаходу для одержання з 15 тон на день відходів, що надходять з різних джерел, іншого типу енергії у вигляді пари та придатного для використання паливного газу.

5 [0061] Відмітними характеристиками різних типів відходів на ФІГ. 6, 7 і 8 є значення їхньої теплоти згоряння, які відрізняють їх з точки зору їхніх хімічних властивостей. Гази можуть подаватися в WHE 414, наприклад, зі швидкістю близько 2110 кг/год., близько 2756 кг/год. або близько 3212 кг/год. Гази можуть подаватися в гаситель 408, наприклад, зі швидкістю близько 1385 кг/год. або близько 1400 кг/год. Гази можуть подаватися в циклон 410, наприклад, зі швидкістю близько 1720 кг/год., близько 1820 кг/год. або близько 1920 кг/год. Гази можуть подаватися в пальник 412, наприклад, зі швидкістю близько 1720 кг/год., близько 1820 кг/год. або близько 1920 кг/год. Гази можуть подаватися в циклон 406, наприклад, зі швидкістю близько 2100 кг/год., близько 2756 кг/год. або близько 3212 кг/год. Зола може виводитися із системи зі швидкістю, наприклад, близько 9,65 кг/год., близько 6,80 кг/год. або близько 3,88 кг/год. Незважаючи на розходження в хімічних властивостях теплота згоряння палива, одержуваного в результаті термохімічного перетворення в пристрої відповідно до цього винаходу, залишається майже незмінною.

20 [0062] Наведені вище принципи цього винаходу призначені для ілюстрації. Вони були обрані, щоб пояснити принципи та застосування винаходу, і не повинні тлумачитися як вичерпні або обмежуючі будь-яким чином винахід. Численні модифікації та вдосконалення цього винаходу будуть очевидні фахівцям у цій галузі. Крім того, фахівцям у цій галузі техніки буде зрозуміло, що винахід може здійснюватись на практиці без деяких або певних конкретних деталей і етапів, розкритих у цьому описі.

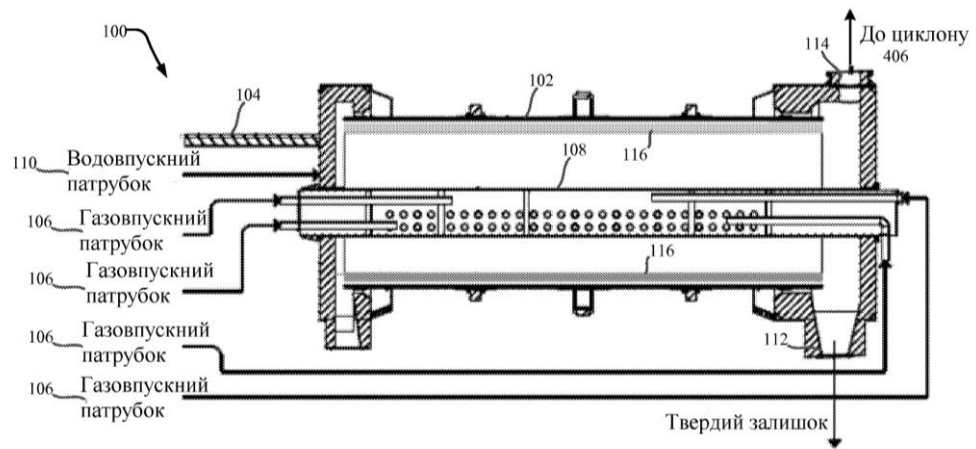
25 [0063] Опис і креслення, відповідно, слід розглядати в ілюстративному, а не обмежувальному сенсі. Слід розуміти, що до них можна внести різні модифікації та зміни, не виходячи за межі суті та обсягу винаходу, викладених у формулі винаходу.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 1. Система для газифікації відходів, що містять вуглеводні з різних джерел походження, яка включає:  
барабанну піч, виконану з можливістю термохімічного перетворення відходів з різними фізичними та хімічними властивостями на горючі паливні газу, причому барабанна піч має принаймні дві реакційні зони, а довжина і діаметр барабанної печі забезпечують необхідний час перебування в ній відходів для газифікації;  
35 живильник, який пов'язаний з барабанною піччю;  
газорозподільник, який по суті включений у барабанну піч, причому газорозподільник виконаний з можливістю введення реакційних газів у барабанну піч по її довжині;  
перший циклон, який пов'язаний з барабанною піччю, де перший циклон виконаний з  
40 можливістю відділення вуглецевої золи від незольних вуглецевих матеріалів;  
гаситель або теплообмінник відходів, який пов'язаний з першим циклоном;  
другий циклон, який пов'язаний з гасителем;  
пальник, який пов'язаний з гасителем, де пальник виконаний з можливістю спалювання незольних вуглецевих матеріалів;  
45 причому газорозподільник виконаний з можливістю введення різної кількості реакційних газів по довжині барабанної печі для створення реакційних зон, причому реакційні зони створюються відповідно до хімічних властивостей відходів;  
причому газорозподільник включає від близько 2 до близько 8 реакційних зон, та виконаний з  
50 можливістю введення реакційних газів у барабанну піч в однакових або різних кількостях;  
причому газорозподільник має перфорацію уздовж від близько 90° до близько 180° його радіального обводу, гаситель пов'язаний з циклоном і пальником, причому зазначений гаситель виконаний з можливістю забезпечення контакту вуглецевих матеріалів з водою для зменшення температури вуглецевих матеріалів до приблизно 350 °F (176,7 °C).  
2. Система за п. 1, у якій принаймні дві реакційні зони мають по суті однакову довжину.  
55 3. Система за п. 1, у якій барабанна піч виконана з можливістю контролювання розташування у ній твердих речовин за рахунок швидкості її обертання.  
4. Система за п. 1, у якій теплообмінник відходів пов'язаний з першим циклоном і піччю, причому теплообмінник відходів виконаний з можливістю забезпечення непрямого контакту вуглецевих матеріалів з циркулюючою рідиною при приблизно 350 °F (176,7 °C), спричиняючи  
60 зниження температури вуглецевих матеріалів до приблизно 200 °F (93,3 °C).

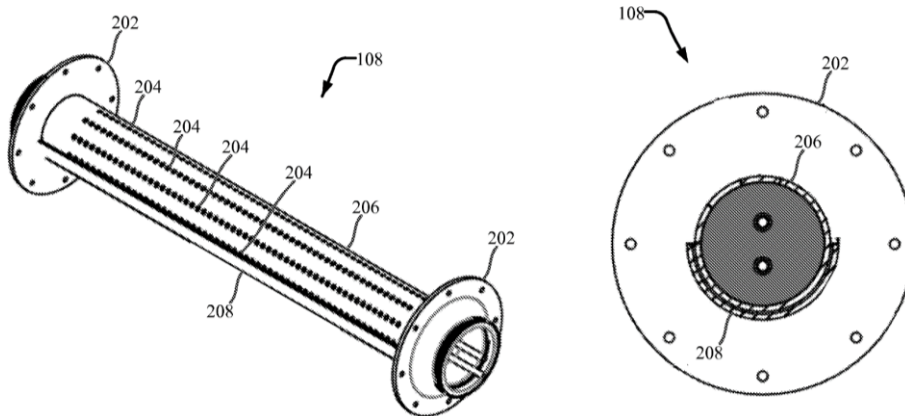
5. Система за п. 1, яка виконана з можливістю здійснення принаймні одного із зазначених процесів: сушіння вологих твердих речовин, піролізу відходів, що містять вуглеводні з різних джерел, і спалювання відходів, що містять вуглеводні з різних джерел.
- 5 6. Система за п. 1, яка виконана з можливістю термохімічного перетворення відходів на горючу паливну газову суміш, що містить монооксид вуглецю, водень, метан, етан, діоксид вуглецю, водяну пару та азот, де питома теплота згоряння горючої паливної газової суміші становить від  
10 близько 80 (84,4 кДж) до близько 320 (337,6 кДж) БТО на кубічний фут (0,0283 куб. м) незалежно від складу відходів.
7. Система за п. 1, яка виконана з можливістю введення води у барабанну піч у кількості, що становить від близько 25 мас. % до близько 30 мас. % від кількості відходів, у перерахунку на  
10 суху речовину.
8. Система за п. 1, у якій теплообмінник відходів включає фільтр.
9. Система за п. 1, у якій температура у першій реакційній зоні печі становить між приблизно температурою спалаху горіння відходів, що містять вуглеводні, до приблизно 800 °F (426,7 °C).
- 15 10. Система за п. 9, у якій температура у другій реакційній зоні печі становить нижче ніж приблизно 800 °F (426,7 °C).
11. Система за п. 10, у якій температура у третій реакційній зоні печі становить від приблизно 1000 °F (537,8 °C) до приблизно 1200 °F (648,9 °C).
12. Система за п. 11, у якій температура у четвертій реакційній зоні печі становить від  
20 приблизно 1800 °F (982,2 °C) до приблизно 2000 °F (1093,3 °C).
13. Система за п. 12, у якій барабанна піч виконана з можливістю забезпечення температури відходів, які виходять з барабанної печі, на рівні приблизно 2000 °F (1093,3 °C).
14. Спосіб отримання горючих паливних газів, у якому:  
25 забезпечують відходи, що містять вуглеводні з різних джерел походження, які мають різні фізичні та хімічні властивості;  
переміщують живильником зазначені відходи до газифікатора, який виконаний з можливістю термохімічного перетворення зазначених відходів на горючі паливні гази;  
спалюють відходи у газифікаторі при температурі від приблизно 1000 °F (537,8 °C) до  
30 приблизно 1200 °F (648,9 °C);  
розділяють матеріали, що виходять з газифікатора за допомогою пов'язаного з газифікатором циклона, де циклон виконаний з можливістю відділення вуглецевого газу від неуглецевих  
зольних матеріалів та вуглецевого матеріалу;  
охолоджують горючі паливні гази з циклона за допомогою гасителя або теплообмінника  
35 відходів;  
охолоджують вуглецеві матеріали;  
вилучають неуглецеві зольні матеріали; і  
спалюють вуглецеві матеріали забезпечуючи додаткову кількість горючих паливних газів;  
причому зазначений газифікатор має принаймні чотири реакційні зони;  
причому газифікатор включає барабанну піч, довжина і діаметр якої забезпечують необхідний  
40 час перебування в ній відходів для їх газифікації.
15. Спосіб за п. 14, у якому живильник являє собою шнековий живильник.
16. Спосіб за п. 14, у якому газифікатор має першу реакційну зону з температурою, що становить від приблизно температури спалаху горіння відходів, що містять вуглеводні, до  
45 приблизно 800 °F (426,7 °C).
17. Спосіб за п. 16, у якому газифікатор має другу реакційну зону з температурою, нижчою ніж приблизно 800 °F (426,7 °C).
18. Спосіб за п. 17, у якому газифікатор має третю реакційну зону з температурою від приблизно 1000 °F (537,8 °C) до приблизно 1200 °F (648,9 °C).
19. Спосіб за п. 18, у якому газифікатор має четверту реакційну зону з температурою від  
50 приблизно 1800 °F (982,2 °C) до приблизно 2000 °F (1093,3 °C).

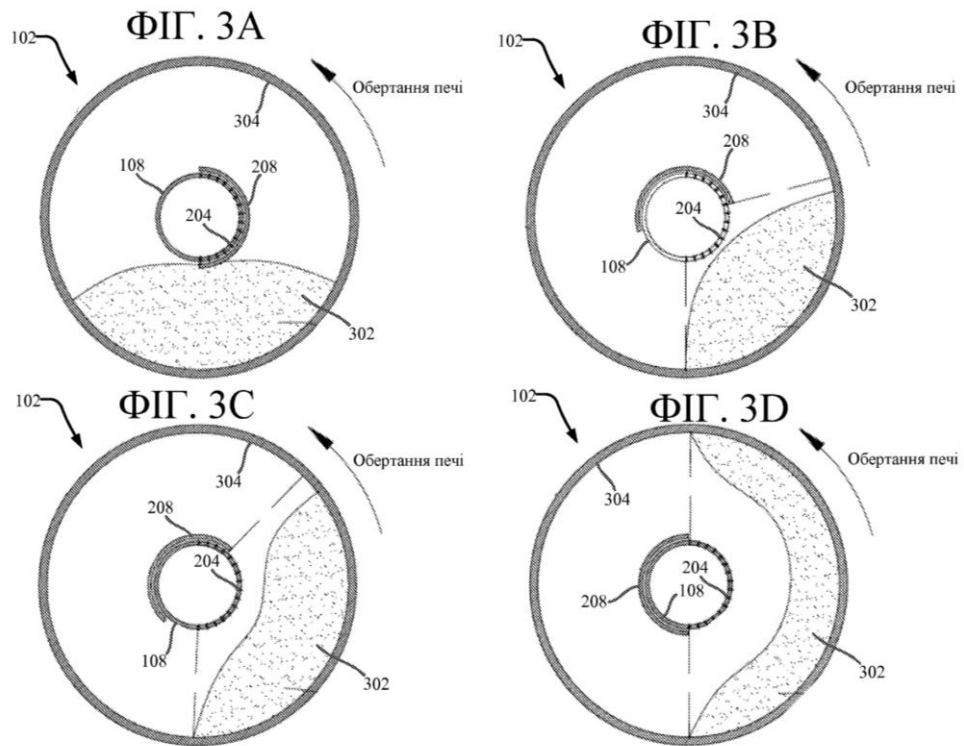
ФІГ. 1



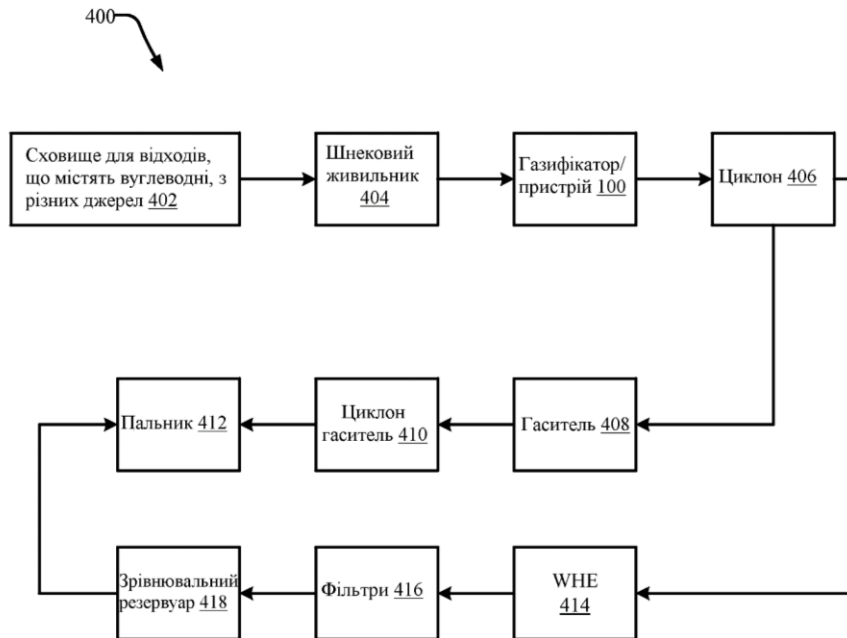
ФІГ. 2А

ФІГ. 2В





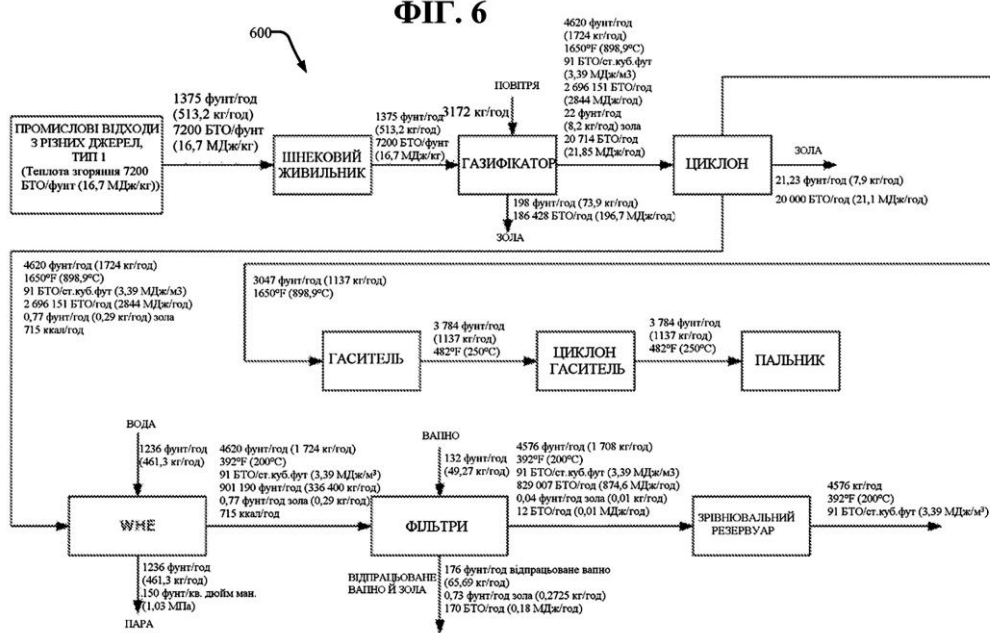
ФІГ. 4



**ΦΙΓ. 5**

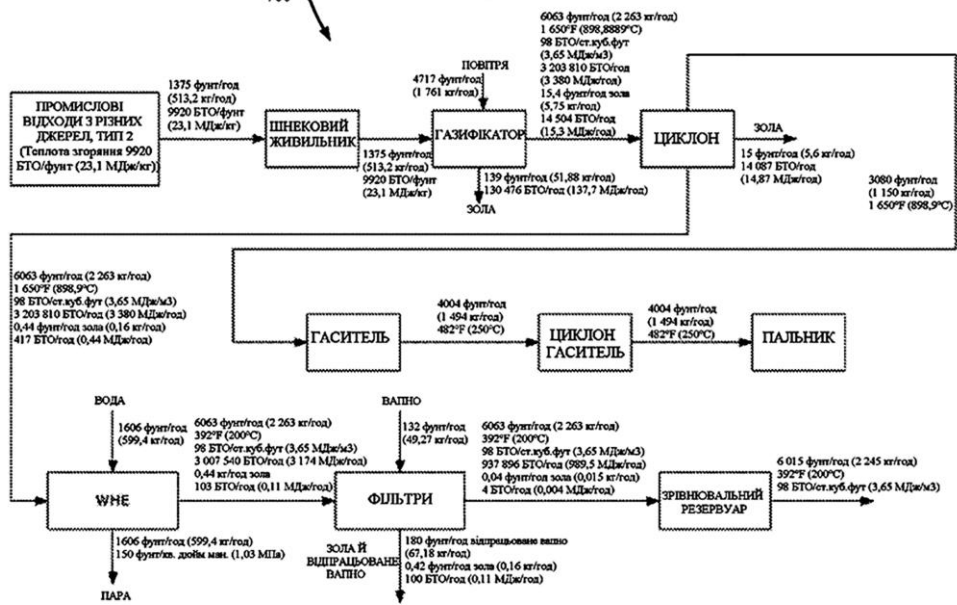


**FIG. 6**

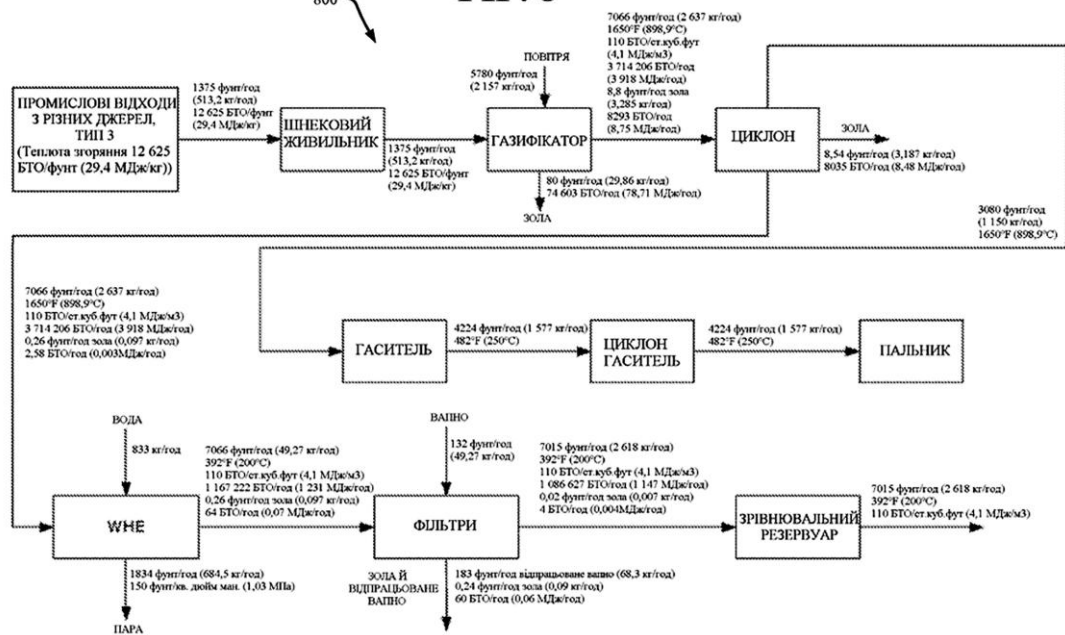




**ΦΙΓ. 7**



**FIG. 8**



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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