



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 76091

(13) C2

(51) МПК (2006)

C10B 49/00

C10B 57/00

C10K 3/00

C10J 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ПІРОЛІЗУ З ГАЗИФІКАЦІЄЮ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ЧИ СУМІШЕЙ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 2002010661

(22) 27.06.2000

(24) 17.07.2006

(86) PCT/EP00/05953, 27.06.2000

(31) 199 30 071.2

(32) 30.06.1999

(33) DE

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Крумм Вольфганг, DE, Функ Гюнтер, DE, Хамель Штефан, DE

(73) ХЕРХОФ УМВЕЛЬТТЕХНИК ГМБХ, DE

(56) US 4568362, A, 04.02.1986

WO 99 31197, A, 24.06.1999

US 4244779, A, 13.01.1981

US 4047883, A, 13.09.1977

(57) 1. Спосіб піролізу з газифікацією органічних речовин чи сумішей органічних речовин, за яким

1) органічні речовини вводять у реактор (1) сушіння і піролізу, де органічні речовини входять у контакт із матеріалом (35) псевдозрідженого шару (3) згоряння або де органічні речовини входять у контакт із матеріалом (35) псевдозрідженого шару і стінкою реактора згоряння псевдозрідженого шару (3), завдяки чому відбуваються сушіння і піроліз, при яких органічні речовини перетворюють у пару, одержувану при сушінні, і продукти піролізу, що містять піролізні гази (13) з конденсованими речовинами і твердий вуглецевий залишок;

2) твердий вуглецевий залишок чи твердий вуглецевий залишок і частини пари та піролізного газу з конденсованими речовинами і матеріалом псевдозрідженого шару направляють назад у псевдозріджений шар (3) згоряння, в якому вуглецевий залишок органічних речовин згоряє, матеріал псевдозрідженого шару нагрівають, і знову направляють у піролізний реактор (1);

3) пару, одержувану при сушінні, і піролізні гази (13), які містять конденсовані речовини, далі обробляють в додатковому теплообміннику (2) і одержують газоподібний продукт (23) з високою тепловою здатністю.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що псевдозріджений шар (3) згоряння, у якому згоряють

залишки піролізу, працює як стаціонарний псевдозріджений шар.

3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що відхідні гази (37), одержувані при згорянні, і матеріал псевдозрідженого шару (3) згоряння входять у контакт із теплообмінником (2), при цьому їх тепло використовують для реакції піролізних газів (13) з реагентом (21).

4. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що піролізні гази (13) подають у теплообмінник (2) з непрямым теплообміном.

5. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що матеріал псевдозрідженого шару (3) складається тільки із золи органічних речовин чи золи і неспалених вуглецевих залишків органічних речовин, чи золи органічних речовин і додаткового матеріалу псевдозрідженого шару, чи золи і неспалених вуглецевих залишків органічних речовин і додаткового матеріалу псевдозрідженого шару.

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який відрізняється тим, що сушіння та піроліз виконують в двох чи декількох піролізних реакторах (1), які складаються з двох чи декількох реакторів з рухомим шаром або з двох чи декількох обертових реакторів, або з обертових реакторів та реакторів з рухомим шаром.

7. Спосіб за будь-яким з пп. 1 - 6, який відрізняється тим, що в піролізні гази (13) додають реагент, такий як пара, кисень або повітря, або їх суміш.

8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що піролізні гази (13) в теплообміннику (2) з непрямым теплообміном вступають в реакцію з реагентом.

9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що піроліз виконують при температурі від 450 до 750 °C.

10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що піролізний газ (23) направляють назад до піролізного реактора (1).

11. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що реагент (21), такий як пара,

(13) C2

(11) 76091

(19) UA

кисень або їх суміш подають до піролізного реактора (1).

12. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що поверхні стінки реактора псевдозрідженого шару (3) згоряння надають геометричну форму, при якій вона щільно прилягає до однієї зі сторін піролізного реактора (1).

13. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що реакцію піролізних газів (13) із реагентом (21), що сприяє газифікації, здійснюють при температурі від 800 до 1050 °C.

14. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що реакцію піролізних газів (13) із реагентом (21), що сприяє газифікації, здійснюють в присутності каталізатора.

15. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що реакцію піролізних газів (13) із реагентом (21), що сприяє газифікації, здійснюють в нерухомому шарі матеріалу каталізатора.

16. Спосіб за будь-яким з пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що реакцію піролізних газів (13) із реагентом (21), що сприяє газифікації, здійснюють в псевдозрідженому шарі матеріалу каталізатора.

17. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що реакцію піролізних газів (13) із реагентом (21), що сприяє газифікації, здійснюють в присутності каталізатора, який додають до піролізного газу (13) з втягненням в потік.

18. Пристрій для здійснення способу піролізу та газифікації органічних речовин, зокрема для здійснення способу за будь-яким з пп. 1-17, що містить шахтний чи обертовий піролізний реактор (1), псевдозріджений шар (3) згоряння для піролізного залишку, теплообмінник (2) для піролізних газів (13), причому передбачена циркуляція матеріалу

псевдозрідженого шару між псевдозрідженим шаром (3) згоряння і піролізним реактором (1), який **відрізняється** тим, що піролізний реактор (1), який має шлюз для подання вихідного матеріалу і вхідний отвір для подання матеріалу псевдозрідженого шару з псевдозрідженого шару (3) згоряння, розташований поблизу до псевдозрідженого шару (3) згоряння, причому піролізний реактор (1) містить на нижньому кінці пристрій переносу в псевдозріджений шар згоряння, який має перелив для передавання матеріалу псевдозрідженого шару в піролізний реактор (1), а вихідні гази (37) псевдозрідженого шару (3) згоряння подаються в теплообмінник (2), який з'єднаний з піролізним реактором (1).

19. Пристрій за п. 18, який **відрізняється** тим, що виконаний з можливістю відбору матеріалу псевдозрідженого шару з псевдозрідженого шару (3) згоряння принаймні в одній точці або в декількох точках з можливістю направлення його до піролізного реактора.

20. Пристрій за пп. 18 або 19, який **відрізняється** тим, що виконаний з можливістю відбору матеріалу псевдозрідженого шару з псевдозрідженого шару (3) згоряння принаймні в одній точці або в декількох точках за допомогою одного чи декількох переливів з можливістю направлення його до піролізного реактора.

21. Пристрій за будь-яким з пп. 18-20, який **відрізняється** тим, що псевдозріджений шар додатково містить вогнетривкі речовини.

22. Пристрій за будь-яким з пп. 18-21, який **відрізняється** тим, що псевдозріджений шар сформовано з компонентів вихідного матеріалу, що не горять та не газифікуються.

Цей винахід стосується способу піролізу і газифікації органічних речовин або сумішей органічних речовин та пристрою для здійснення цього способу.

Відомі способи обробки та утилізації органічних речовин або сумішей органічних речовин за допомогою, наприклад, газифікації або піролізу. Ці способи відрізняються за використанням газом окислення або відновлення, за типом контакту між твердою речовиною і газом. Щодо твердих носіїв або газоподібних носіїв, серед іншого, відрізняють газифікатори з циркулюючим псевдозрідженим шаром, газифікатори із захопленням у потік шаром, газифікатори з обертовою пічкою та газифікатори з рухомих шаром з газоподібним носієм з протиток, з газоподібним носієм зі співпадаючими потоками, з газоподібним носієм із перехресними потоками. Більшість відомих способів газифікації непридатні для малих децентралізованих систем через необхідність великих капіталовкладень в обладнання. Малі децентралізовані системи рекомендуються, в основному, застосовувати, коли як завантажуваний матеріал використовують біомасу.

Робочі характеристики способів газифікації ві-

дповідно до принципу циркулюючого псевдозрідженого шару значною мірою залежать від відповідного розміру часток, утримуваних у псевдозрідженому шарі, які складаються із завантажуваного матеріалу, що підлягає газифікації, і також від циркулюючого інертного матеріалу. З цього випливає відповідна вимога щодо розміру часток завантажуваного матеріалу. Надзвичайно високі вимоги накладаються на підготовку палива у випадку газифікації із шаром, втягненим у потік, який допускає використання лише розпиленних часток палива.

Інші істотні недоліки відомих способів газифікації полягають у тому, що етапи процесу обробки, що складаються із сушіння, дегазації, газифікації і згоряння завантажуваного матеріалу, відбуваються в зонах, що розташовані безпосередньо одна біля одної і плавно переходять одна в одну. У результаті окремі зони в реакторі є погано визначеними і дегазація, газифікація і згоряння можуть проходити в різних точках не повністю. В інших відомих способах зроблено спробу усунути ці недоліки за допомогою поділу окремих етапів процесу обробки палива, таких, як етапи дегазації, газифікації і згоряння.

У публікації DE 19720331 A1 запропоновані

спосіб і пристрій для газифікації чи спалювання сухої, чи вологої біомаси і відходів із дрібними частками, чи фрагментарної біомаси, у якій, завдяки гарячим стінкам печі для спалювання відходів, а також, завдяки подачі гарячого газу, що відходить з печі для спалювання відходів у піч дегазації, відбувається дегазація матеріалів біологічної сировини, завдяки якій утворюються кокс і піролізний газ, при цьому кокс надходить у розпечений шар реактора газифікації, після проходження через установку для дроблення, у той час, як піролізний газ згоряє в камері спалювання реактора газифікації при подачі обмеженої кількості повітря й одержуваний газ, що відходить, послідовно проходить через розпечений шар реактора газифікації, в якому відбувається окислювання вуглецю до CO_2 при одночасному відновленні газу, що відходить, (CO_2) і пари (H_2O) з утворенням горючого бідного газу (CO , H_2). Завдяки тому, що піроліз виконується шляхом нагрівання при контакті з гарячими газами згоряння, що відходять, і, крім того, відбувається часткове згоряння піролізного газу, за допомогою способу, запропонованого в DE 19720331 A1 може вироблятися тільки газовий продукт із низькою теплотворною здатністю. Коли використовується паливо з більш високим вмістом летких компонентів і низьким виходом піролізного коксу, існує ризик недостатнього формування розпеченого шару в реакторі газифікації, який складається з піролізного коксу, через що окислювання вуглецю в CO з одночасним відновленням газу, що відходить, і пари до горючого бідного газу проходить недостатньо, що погіршує теплотворну здатність одержуваного газоподібного продукту. Крім того, відомий спосіб, описаний у патенті US 4,568,362, газифікації органічних речовин і сумішей органічних речовин, у якому органічні речовини надходять у піролізний реактор, в якому органічні речовини входять у контакт із середовищем переносу тепла, за допомогою чого відбувається швидкий піроліз, що перетворює органічні речовини у продукти піролізу, які складаються з піролізних газів з конденсованими речовинами і твердим вуглецевим залишком, і необхідна енергія нагрівання для піролізу виробляється шляхом спалювання твердого вуглецевого залишку в реакторі згоряння, і в другому теплообміннику піролізного реактора, піролізні гази, що містять смолу, піддаються таким реакціям розщеплення і реакціям за участю пари, в результаті яких виходить газ з високою теплотворною здатністю. У цих способах як піроліз, так і згоряння твердого вуглецевого залишку відбуваються у псевдозрідженому шарі. Теплообмінник для піролізних газів, що містять смолу, формується у верхній частині псевдозрідженого шару піролізу. Робота з підтримки псевдозріджених шарів вимагає великих зусиль, і реакція піролізних газів у теплообміннику є важко керованою.

У патенті DE 19755693 C1, описано спосіб газифікації органічних речовин і сумішей органічних речовин.

Завдання винаходу полягає в створенні способу піролізу і газифікації органічних речовин чи сумішей органічних речовин, а також пристрою для здійснення способу, у якому генерують газ з високою теплотворною здатністю.

Ця задача вирішується ознаками, описаними в пунктах 1 і 11 формули винаходу. Кращі варіанти втілення і додаткові розробки даного винаходу приводять до використання властивостей, описаних у залежних пунктах.

У способі піролізу і газифікації органічних речовин чи сумішей органічних речовин ця мета відповідно до винаходу, досягається тим, що піроліз виконується в реакторі з рухливим шаром чи обертовому реакторі, у якому, у разі потреби, до піролізних газів додають речовину, що сприяє газифікації, наприклад, пару і/чи кисень, і їх подають у теплообмінник, у якій піролізні гази реагують із речовиною, що сприяє газифікації. Твердий вуглецевий залишок і, у разі потреби, частина піролізного газу самостійно надходять до реактора згоряння з псевдозрідженим шаром разом з матеріалом псевдозрідженого шару і згоряють у ньому. При цьому в ньому відбувається нагрівання матеріалу псевдозрідженого шару. Гази згоряння, що відходять, і матеріал псевдозрідженого шару входять у контакт в теплообміннику так, що для реакції піролізних газів із речовиною, що сприяє газифікації, може використовуватися його тепловий вміст. Матеріал псевдозрідженого шару, що відбирається з реактора згоряння із псевдозрідженим шаром і складається з золи, незгорілого коксу і, /не обов'язково/ з вогнетривкого матеріалу псевдозрідженого шару, що додатково подається, повертається в піролізний реактор, як середовище переносу тепла, що передає тепло у завантажуваний матеріал для виконання піролізу, що відбувається при контакті з матеріалом псевдозрідженого шару і, у разі потреби, додатково через гарячу стінку реактора згоряння із псевдозрідженим шаром.

Гарячий матеріал псевдозрідженого шару, що подається у піролізний реактор із псевдозрідженим шаром згоряння, викликає швидке висихання і піроліз завантажуваного матеріалу при контакті з ним. Для використання як реактор може використовуватися шахтна піч, у якій суміш завантажуваного матеріалу і матеріалу псевдозрідженого шару мігрує з верхньої частини в нижню частину через шахту печі. Для забезпечення переносу твердих речовин через шахтну піч може бути встановлене нерухоме обладнання, конвеєрні чи спіралі змішувачі, відповідно до відомого рівня техніки. Піролізний реактор може, наприклад, також бути сконструйований як обертовий реактор, завдяки чому досягається добре перемішування завантажуваного матеріалу і гарячого матеріалу псевдозрідженого шару і, у той же самий час, досягається перенос твердої речовини. Пара, що виходить із завантажуваного матеріалу під час сушіння, і піролізні гази виходять з піролізного реактора і надходять у наступну теплообмінник. Суміш залишкового твердого вуглецевого піролізного залишку і матеріалу псевдозрідженого шару переноситься в псевдозріджений шар згоряння за допомогою звичайних компонентів, таких як гвинтові конвеєри і/чи зубчасті колеса с похилою трубою. У пристрої відповідно до цього винаходу, бажано використовувати гвинтовий пристрій.

Завдяки тому, що піроліз, переважно, виконується в шахтній печі, подача псевдозріджуючого середовища, необхідна для псевдозрідженого ша-

ру піролізу, може бути виключена. Таким чином, існує можливість виконувати повний піроліз без подачі газу чи, на відміну від піролізу у псевдозрідженому шарі, в якому необхідно подавати мінімальну кількість газу для утворення псевдозрідженого шару, додається будь-яка необхідна невелика кількість, наприклад, одержуваного газоподібного продукту чи речовини, що сприяє газифікації, такої, як пара, чи кисень повітря. При цьому існує можливість додавати газ чи речовину, що сприяє газифікації, в піролізний реактор у вигляді технічної адаптації способу для відповідного застосовуваного матеріалу. У способі відповідно до цього винаходу, піроліз, переважно, виконується в піролізному реакторі у відсутності повітря і газу. Інша перевага проведення піролізу на окремому етапі процесу складається в ефекті подрібнювання, що відбувається під час піролізу, що дозволяє використовувати матеріал з більш великими частинками, ніж звичайно використовуються в реакторах із псевдозрідженим шаром, завдяки процесам тління і дегазації. Як альтернатива, існує можливість установки подрібнювального пристрою такого, як валкова дробарка, перед пристроєм подачі твердого вуглецевого піролізного залишку і матеріалу псевдозрідженого шару в псевдозріджений шар згоряння, що може додатково знизити вимоги до розміру часток використовуваного матеріалу. Енергія, необхідна для подрібнювання піролізного коксу, буде при цьому істотно нижчою, ніж енергія, необхідна для подрібнювання, наприклад, такої біомаси, як деревина.

Вуглецевий твердий піролізний залишок самостійно згоряє з повітрям у псевдозрідженому шарі, у результаті чого утворюється матеріал псевдозрідженого шару такий, як зола, і завдяки вивільненню енергії, додатково нагріває вже існуючий матеріал псевдозрідженого шару. Псевдозріджений шар згоряння може бути розроблений і може працювати відповідно до відомого рівня технології псевдозрідженого шару. Додатки повітря можуть, переважно, виконуватися ступінчасто відповідно до емісії псевдозрідженого шару згоряння. Реактор згоряння розроблений як стаціонарний реактор із псевдозрідженим шаром, тобто кількість газу псевдозрідженого середовища повинна бути достатньою, з одного боку, для перевищення мінімальної швидкості утворення псевдозрідженого шару для твердих речовин і, з іншого боку, не повинна перевищувати швидкості, необхідної для одержання продукту. Виходячи з висоти псевдозрідженого шару, що складає приблизно від 2,5м до 3м, необхідно використовувати стаціонарне устаткування для запобігання формуванню пульсуючого псевдозрідженого шару і супровідних пульсацій тиску, що його супроводжують. Матеріал псевдозрідженого шару, що нагрівається в процесі згоряння, у кінці подається в піролізний реактор. Матеріал псевдозрідженого шару складається із золи, що залишається після згоряння твердого вуглецевого залишку. Якщо в псевдозрідженому шарі згоряння відбувається неповне згоряння піролізного коксу, матеріал псевдозрідженого шару, що направляється в процес, як середовище переносу тепла, складається із золи завантажувального матеріалу і не згорілого вуглецевого піролізного залишку.

Оскільки тверді вуглецеві залишки органічних речовин і сумішей органічних речовин, як правило, швидко перетворюються в псевдозріджений шар згоряння, і частково можуть мати лише невелику частину матеріалу, що не може газифікуватися чи згоряти, необхідно додатково додавати додатковий матеріал для того, щоб формувати псевдорозріджений шар. Додатковий матеріал не потрібно додавати, якщо використовувані матеріали містять велику кількість матеріалу, що не може бути газифікований чи не може згоряти, який придатний для створення псевдозрідженого шару. Усі вогнетривкі матеріали такі, як пісок із діаметром зерен менш 1,5мм, придатні як матеріал, що додають для формування псевдозрідженого шару. Видалення гарячого матеріалу псевдозрідженого шару і перенос у піролізний реактор, переважно, виконується за допомогою одного чи більшої кількості переливів, що встановлені в стінці реактора чи виходять через стінку реактора в псевдорозріджений шар. Цей спосіб має перевагу, яка полягає в тому, що, крім переносу гарячого матеріалу псевдорозрідженого шару в піролізний реактор, може бути просто встановлена висота псевдорозрідженого шару згоряння. Видалення матеріалу псевдорозрідженого шару також може виконуватися за допомогою інших відомих конвеєрів, таких, як гвинтовий конвеєр; однак це призводить до підвищення технічних витрат.

Цей винахід базується на основній ідеї структурування способу в легко здійснювані етапи обробки. Окремі етапи обробки і їхня взаємодія можуть бути, відповідно, ідеально розроблені у вигляді технічної конструкції з урахуванням спеціальних властивостей завантажувального матеріалу і передбачуваної якості одержуваного газоподібного продукту.

Додаткові переваги цього винаходу представлені на кресленнях, описаних нижче, на яких зображені приклади переважних варіантів втілення дійсного винаходу. На кресленнях показано:

Фіг.1 - потоки маси й потоки енергії етапу піролізу теплообмінника і псевдорозрідженого шару згоряння за способом відповідно до винаходу;

Фіг.2 - схематичне зображення варіанту втілення способу відповідно до винаходу;

Фіг.3 - схематичне представлення варіанту втілення пристрою відповідно до винаходу.

Як видно на Фіг.1, завантажуваний матеріал 10 і матеріал 35 псевдорозрідженого шару подаються, як середовище передачі тепла, на етап 1 піролізу. Потік тепла, що переноситься з матеріалом 35, утворюється від температури псевдорозрідженого шару згоряння через стан і потік маси матеріалу 35 псевдорозрідженого шару і потоку 10 завантажувального матеріалу, а також, завдяки необхідній температурі піролізу. Крім того, подається речовина, що сприяє газифікації 11 і потік 34 тепла, що передається з псевдорозрідженого шару 3 згоряння. Після етапу 1 піролізу виходять піролізний газ 13, що направляють у теплообмінник 2, піролізний газ 15, що направляють у реактор згоряння (у псевдорозріджений шар 3 згоряння), суміш матеріалу псевдорозрідженого шару і твердого вуглецевого залишку 14 піролізу і потік 12 втрат тепла.

Суміш матеріалу псевдорозрідженого шару і

твердого вуглецевого піролізного залишку 14 направляють у псевдозріджений шар 3 згоряння разом із піролізним газом 15 і повітрям 31. Матеріал 35 псевдозрідженого шару, що нагрівається при згорянні, направляється назад у піролізний реактор 1. З псевдозрідженого шару згоряння також виходить гарячий газ, що відходить, 37. Частина тепла 36, що міститься в газі, що відходить, передається в теплообмінник 2. Крім того, з реактора 3 згоряння виходить потік 33 втрат тепла і матеріал 32 псевдозрідженого шару, що повинен видалятися для регулювання загального вмісту з твердих речовин при стаціонарній роботі.

Піролізний газ 13, що подається у теплообмінник 2, перетворюється разом із речовиною, що сприяє газифікації, 21 в одержуваний газоподібний продукт 23 за допомогою тепла що подається 36 у присутності каталізатора, з теплообмінника 2 виходять газовий продукт 23 і потік 22 втрат тепла.

Варіант втілення

У нижчеподаному прикладі описана переважне здійснення способу і пристрою, відповідно до цього винаходу. Переважний спосіб, відповідно до Фіг.2, і кращий пристрій, відповідно до Фіг.3, застосовуються для піролізу і газифікації 900кг деревини в годину. Деревина, використовувана як приклад, в основному, складається з 52,3 відсотків за вагою вуглецю, 5,9 відсотків за вагою водню і 41,8 відсотка за вагою палива, по відношенню до горючої речовини вільної від води і золи, і, крім того, містить частину золи, що складає 0,51 відсотків за вагою відносно сирого завантажуваного матеріалу. Теплотворна здатність деревини складає $H_u=17,2\text{Мдж/кг}$ для стану, вільному від води;

теплова потужність газифікації, таким чином, складає 3,92МВт.

У переважному варіанті втілення способу газифікації деревини, зображеному на Фіг.2, деревину 10 піддають подрібнюванню і/або сушінню на підготовчому етапі 4, у залежності від стану завантажуваного матеріалу до того, як він надійде на етап 1 піролізу. Деревина після підготовчого етапу 4 містить воду в кількості 8,9 відсотків за вагою.

Піроліз виконують при температурі 580°C. Матеріал 35 псевдозрідженого шару, що вводиться в піролізний реактор 1, має температуру 900°C, при цьому подається 4,1 кратна кількість матеріалу псевдозрідженого шару, тобто 3,7 тон на годину, що повинен циркулювати для нагрівання завантажуваного матеріалу до температури піролізу 580°C. При піролізі деревини остаточно залишається 20,3 відсотки за вагою (відносно сирого палива) твердих піролізних залишків, що мають теплотворну здатність $H_u=30\text{Мдж/кг}$. Продукт, що залишається, після сушіння і піролізу виводять з піролізного реактора 1 у вигляді газу 13 і подають у теплообмінник 2. Суміш твердого піролізного залишку і матеріалу 14 псевдозрідженого шару подають у псевдозріджений шар 3 згоряння і спалюють там з повітрям 31. Потік, що містить тепло, який надходить до псевдозрідженого шару згоряння разом із твердим піролізним залишком деревини містить 1,52МВт. У цьому прикладі надлишки енергії, що виносяться потоком 37 топкового газу, залишаються в матеріалі 3 псевдозрідженого шару згоряння після видалення втрат 33 тепла, що ви-

лучаються матеріалом 32 псевдозрідженого шару, матеріалу 35 псевдозрідженого шару і кількості 36 енергії, переданої в теплообмінник 2. З цієї причини потік перегрітої пари генерується з потоку 70 води, що подається на обробку 7, при обліку ефективності згоряння в елементі 8 передачі тепла. Якщо потік 21 пари, що надходить у теплообмінник 2, відбирати з потоку перегрітої пари, генерованого на етапі 8, залишається потік 71 перегрітої пари з потужністю 0,45МВт, напругу якого знімають через турбіну 9.

При подачі речовини, що сприяє газифікації, у вигляді пари 21, піролізні гази 13 подають у теплообмінник 2, який складається з елемента передачі тепла, що оснащений каталізатором для поліпшення розщеплення смоли. Каталізатор може застосовуватися у вигляді твердого шару, псевдозрідженого шару або ж частинки каталізатору можуть додаватися безпосередньо у потік піролізних газів 13 і переміщатися в ньому. Енергія, необхідна для реакції піролізного газу 13 з парою 21, виділяється в теплообмінник 2 через потік 36 гарячого топкового газу з псевдозрідженого шару 3 згоряння, при цьому відбувається реакція при температурі від 850°C до 900°C в залежності від керування роботою псевдозрідженого шару 3 згоряння. Повітря чи кисень також можуть бути підмішані до речовини, що сприяє газифікації у вигляді пари 21 для додаткового підвищення температури шляхом часткового згоряння піролізного газу. Одержуваний газоподібний продукт 23 має теплотворну здатність $9,87\text{Мдж/м}^3$ (H_u) і складається з наступних компонентів газу: 48,7 об'ємних відсотків H_u ; 36,1 об'ємних відсотків 3; 0,1 об'ємних відсотків CH_4 ; 6,1 об'ємних відсотків CO_2 ; 9 об'ємних відсотків H_2O . Одержуваний газоподібний продукт 23, власне кажучи, не містить пилу і погашений на підготовчому етапі 5. Ефективність холодного газу, тобто хімічна енергія завантажуваного матеріалу стосовно змісту хімічної енергії одержуваного газоподібного продукту, складає 80,8%.

На Фіг.3 схематично зображено переважний варіант втілення пристрою для піролізу і дегазації відповідно до запропонованого винаходу. Деревину 10 подають у піролізний реактор 1 через газонепроникний пристрій подачі, у даному прикладі зображений як зубчасте колесо. Сушіння і піроліз завантажуваного матеріалу відбуваються в контакт з гарячим матеріалом 35 псевдозрідженого шару, що подається через перетік з псевдозрідженого шару 3 згоряння. Одержуваний піролізний газ 13 надходить у теплообмінник 2 при додаванні пари 21, причому конструкція зазначеного теплообмінника представлена тут для прикладу у вигляді трубчастого елемента теплопередачі. Після перетворення піролізного газу 13 парою 21, одержуваний газоподібний продукт 23 охолоджують і очищають на підготовчому етапі 5. Для запобігання небажаного обміну газами між піролізним реактором 1 і псевдозрідженим шаром 3 згоряння, продуктивності вентилятора лінії 50 одержуваного газоподібного продукту і вентилятора лінії 60 топкового газу повинні бути узгоджені. Внаслідок того, що перелив з псевдозрідженого шару 3 згоряння в піролізний реактор 1 сконструйований таким чином, що він постійно наповнений матеріа-

лом 35 псевдозрідженого шару, у комбінації з зазначеними вентиляторами, обмін газом між обома реакторами запобігається за допомогою простого засобу. Для переносу суміші твердих залишків піролізу і циркулюючого матеріалу 14 псевдозрідженого шару в псевдозріджений шар 3 згоряння переважно використовують гвинтовий елемент. Гвинтовий елемент повинен мати таку конструкцію, щоб втрата тиску через проходи гвинта, заповнені матеріалом, була більшою, ніж через псевдозріджений шар 3 настільки, щоб потік повітря 31, що подається у псевдозріджений шар 3 згоряння, не проходив по обхідному каналу через піролізний реактор 1. Потік 71 пари 1, тиск якого знімають, наприклад, за допомогою турбіни 9, виробляється з потоку води з використанням тепла потоку 37 топкового газу через елемент 8 передачі тепла. Частина потоку 71 пари може використовуватися як пара 21 теплообмінника 2. Газ, що відходить, 60 подають на очищення 6 топкового газу.

Список номерів посилань:

- 1 піролізний реактор
- 10 завантажуваний матеріал
- 11 речовина, що сприяє газифікації
- 12 втрата тепла
- 13 піролізний газ

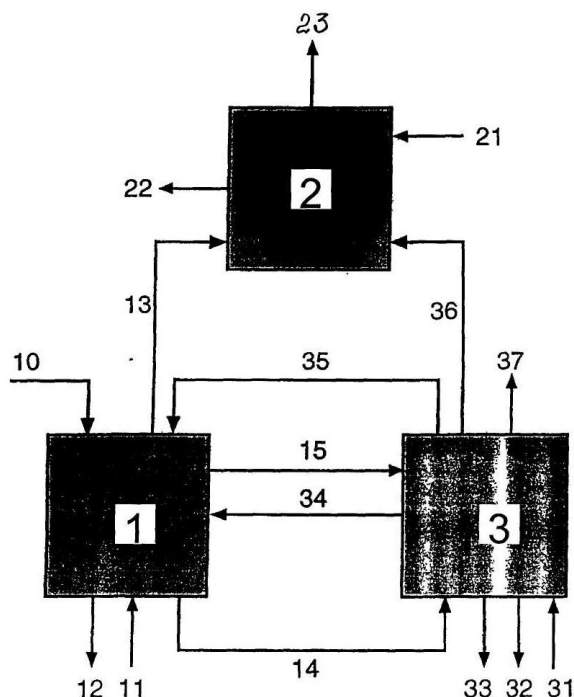


Fig. 1

14 суміш твердого піролізного залишку і матеріалу псевдозрідженого шару

- 15 піролізний газ
- 2 теплообмінник
- 21 речовина, що сприяє газифікації
- 22 втрата тепла
- 23 одержуваний газоподібний продукт
- 3 згоряння
- 31 повітря
- 32 матеріал псевдозрідженого шару
- 33 втрата тепла
- 34 потік тепла
- 35 матеріал псевдозрідженого шару
- 36 потік тепла
- 37 газ згоряння, що відходить
- 4 етап попередньої обробки
- 5 очищення газу
- 50 очищений газоподібний продукт
- 6 очищення топкового газу
- 60 газ, що відходить
- 7 обробка води
- 70 вода
- 71 пара
- 8 елемент передачі тепла
- 9 турбіна.

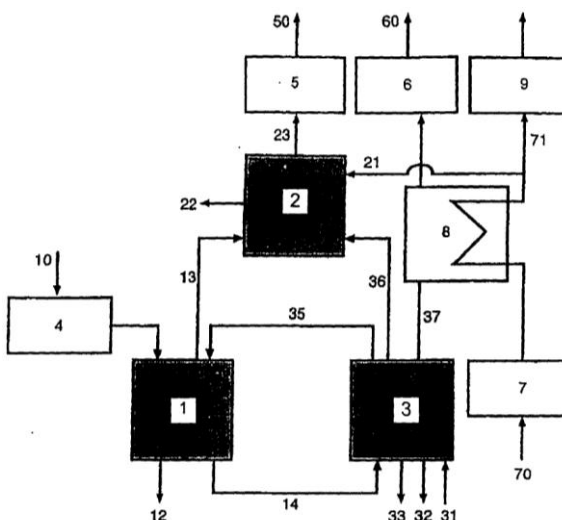
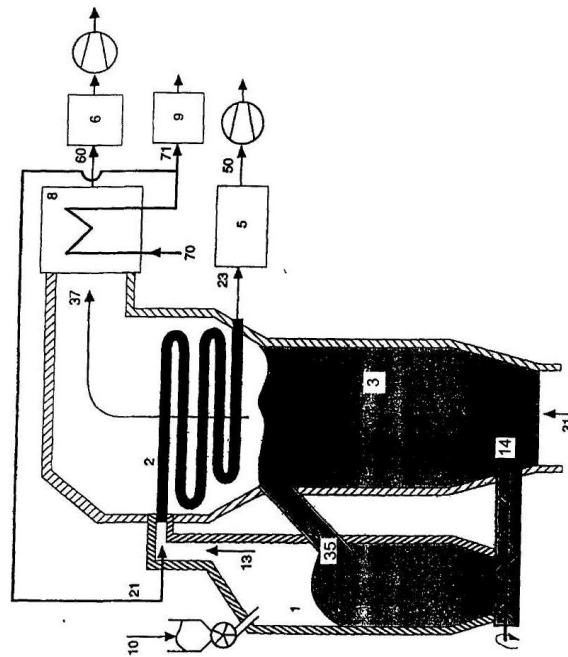


Fig. 2



Фіг. 3