



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119630** (13) **C2**

(51) МПК (2019.01)

B01D 3/16 (2006.01)

B01D 3/00

B01J 19/30 (2006.01)

C12P 7/06 (2006.01)

C07C 31/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2018 12292</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.02.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.07.2019</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 62/478,619, 15/898,744</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 30.03.2017, 19.02.2018</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: US, US</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.01.2019, Бюл.№ 2</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2019, Бюл.№ 13</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/US2018/018675, 20.02.2018</p>	<p>(72) Винахідник(и): Гемрік Едвард Брайан (US)</p> <p>(73) Власник(и): Гемрік Едвард Брайан, 16850 Collins Ave Ste 112-711, Sunny Isles Beach, Florida 33160, United States of America (US)</p> <p>(74) Представник: Кукшина Тетяна Архипівна, реєстр. №88</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 76688 C2, 01.08.2006 US 7297236 B1, 20.11.2007 US 9499839 B2, 22.11.2016 WO 2011/137150 A1, 03.11.2011 US 2007/007201 A1, 11.01.2007 UA 16233 U, 17.07.2006 UA 33208 A, 15.02.2001</p>
---	--

(54) СПОСІБ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ЕТАНОЛУ З ФЕРМЕНТОВАНОЇ БІОМАСИ

(57) Реферат:

Винахід стосується способу та пристрою для виділення етанолу з ферментованої біомаси. Спосіб передбачає надання збагаченої етанолом ферментованої біомаси та набивання її як насадки у вертикальну дистиляційну колону, додавання в нижню частину колони води та нагрівання колони для кип'ятіння води і отримання пари, охолодження верхньої частини дистиляційної колони для конденсації пари і отримання, таким чином, рідини з високим вмістом етанолу, та повторне введення рідини з високим вмістом етанолу у верхню частину вказаної вертикальної дистиляційної колони. При цьому нагрівання нижньої частини колони для кип'ятіння води і отримання пари та повторне введення рідини з високим вмістом етанолу у верхню частину колони виконують одночасно. Пристрій для виділення етанолу містить вертикальну дистиляційну колону, що містить збагачену етанолом ферментовану біомасу як насадку для дистиляції, резервуар для води, нагрівальний та охолоджувальний засоби, а також засіб для повторного введення охолодженої рідини в верхню частину дистиляційної колони.

UA 119630 C2

Дані про пріоритет

[0001] Дана міжнародна заявка на патент заявляє пріоритет попередньої заявки № 62/478619 на патент США, поданої 30 березня 2017 р., і заявки № 15/898744 на патент США, поданої 19 лютого 2018 р., кожна з яких включена в даний документ за допомогою посилання.

5 Галузь, якої стосується винахід

[0001] Даний винахід стосується процесів і пристрою для виділення етанолу з ферментованої біомаси.

Передумови винаходу

10 [0002] Існує багато придатних способів отримання біомаси з високим вмістом етанолу з біомаси, що ферментується. Це зазвичай називають "твердофазною ферментацією".

[0003] У патенті США № 4490469 описаний спосіб отримання етанолу за допомогою ферментації. У даному патенті описане подрібнення або перетворення на пульпу біомаси до розміру частинки пульпи менше 10 мм, необов'язково зацукровування пульпи за допомогою кислоти або ферментів, змішування дріжджової суспензії з пульпою, очікування завершення ферментації та потім виділення етанолу за допомогою вичавлювання або видавлювання рідини з пульпи для отримання рідини з високим вмістом етанолу.

15 [0004] У патенті США № 9428772 описані способи і системи для отримання продуктів ферментації з субстратів з високим вмістом вуглеводів. У даному патенті вказують на введення гідролітичних каталізаторів й організмів ферментації в лігноцелюлозну біомасу з використанням вакуумних циклів, очікування завершення ферментації і виділення етанолу за допомогою упарювання у вакуумі.

20 [0005] У патенті США № 9499839 описані способи ферментації сільськогосподарських культур з високим вмістом вуглеводів. У даному патенті вказують на введення організмів ферментації в біомасу з високим вмістом цукру, видалення надлишкової рідини з біомаси, очікування завершення ферментації і виділення етанолу за допомогою упарювання у вакуумі або за допомогою подрібнення.

25 [0006] У патенті США № 9631209 описані способи ферментації стебел рослин родини Роасеае. У даному патенті вказують на подрібнення стебел між валками при зануренні у воду, яка містить дріжджі, видалення надлишкової рідини зі стебел, очікування завершення ферментації та виділення етанолу за допомогою упарювання у вакуумі або за допомогою подрібнення.

30 [0007] Усі ці і багато інших способів твердофазної ферментації для отримання етанолу мають недолік, який полягає в тому, що подрібнення, вичавлювання або видавлювання загалом вивільняє з біомаси тільки приблизно 50 % етанолу, а упарювання у вакуумі не дуже ефективно, оскільки отриманий етанол зазвичай містить тільки від приблизно 30 % до приблизно 40 % спирту за об'ємом (ABV).

35 [0008] Хоча існує багато країн, у яких є надійний ринок для харчового етанолу з ABV від 30 % до 40 % (наприклад, кашаса в Бразилії, самогон в Індії, байцзю в Китаї і горілка в Росії), існує ще більш крупний ринок для використання етанолу в генераторах, двигунах внутрішнього згорання та приготуванні їжі.

40 [0009] Спеціалістам у даній галузі техніки буде зрозуміло, що етанол з ABV 75 % є мінімальною концентрацією, необхідною для розтоплювання котла. Етанол з ABV 85 % зазвичай є мінімальною концентрацією, необхідною для запуску генератора або двигуна внутрішнього згорання. Для системи упорскування палива потрібно щонайменше 92,5 % ABV і переважно 96 % ABV етанолу. Хоча етанол з 50 % ABV запалюється, етанол з ABV від 60 % до 65 % є мінімальною концентрацією, необхідною для підтримки стабільного полум'я для приготування їжі, а етанол з 80 % ABV необхідний для отримання надійного полум'я для приготування їжі.

45 [0010] У найбільш широко використовуваних способах отримання концентрацій етанолу вище 80 % ABV застосовуються дистиляційні колони. При цьому зазвичай починають з рідини, що містить від 5 об. % до 40 об. % етанолу, кип'ятять її при атмосферному тиску або зниженому тиску і застосовують дистиляційну колону для отримання більш високих концентрацій етанолу.

50 [0011] Спеціалістам у даній галузі техніки відомо, що існує два типи дистиляційних колон, а саме, які застосовують тарілки і застосовують набиття колони, і два типи робочих режимів дистиляційних колон (порційний і безперервний).

Короткий опис винаходу

55 [0012] У деяких варіантах наданий спосіб виділення етанолу з ферментованої біомаси, при цьому спосіб включає стадії:

(а) надання ферментованої біомаси з високим вмістом етанолу;

(b) набивання ферментованої біомаси з високим вмістом етанолу у вертикальну дистиляційну колону;

(c) додавання води в нижню частину вертикальної дистиляційної колони;

5 (d) нагрівання нижньої частини вертикальної дистиляційної колони для кип'ятіння води з отриманням, таким чином, пари із нижньої частини;

(e) охолодження верхньої частини вертикальної дистиляційної колони для конденсації пари з верхньої частини з отриманням, таким чином, рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу; і

10 (f) повторного введення фракції рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу у верхню частину вертикальної дистиляційної колони, при цьому стадії з (d) по (f) виконують одночасно.

15 [0013] У деяких варіантах здійснення ферментовану біомасу з високим вмістом етанолу вибирають із групи, яка складається з ферментованих трісок м'якої деревини, ферментованих стебел рослин родини Rosaceae, ферментованого цукрового буряка, ферментованої картоплі, ферментованої солодкої картоплі, ферментованих бульбаків касави та їхніх комбінацій.

[0014] У певних варіантах здійснення вертикальна дистиляційна колона являє собою металевий барабан або металевий ящик. У певних варіантах здійснення вертикальна дистиляційна колона являє собою трубу із гофрованого HDPE з металевою нижньою частиною у вертикальній орієнтації.

20 [0015] У деяких варіантах здійснення стадія (c) включає безперервне або переривчасте введення зовнішньої води у вертикальну дистиляційну колону.

[0016] У деяких варіантах здійснення тепло подають на стадії (d) із застосуванням способу, вибраного з групи, яка складається з теплової енергії, індукційного нагрівання, пари та їхніх комбінацій.

25 [0017] У деяких варіантах здійснення охолодження на стадії (e) застосовують із застосуванням способу, вибраного з охолодження повітрям, охолодження водою або їхньої комбінації.

[0018] У деяких варіантах здійснення стадію (f) виконують із використанням дефлегматора.

[0019] Стадії з (d) по (f) можуть бути виконані, наприклад, під тиском менше 100 кПа.

30 [0020] У деяких варіантах здійснення стадію (c) виконують одночасно зі стадіями з (d) по (f).

[0021] Інші варіанти даного винаходу надають пристрій для виділення продукту ферментації (наприклад, етанолу) із ферментованої біомаси, при цьому пристрій містить:

(a) вертикальну дистиляційну колону, яка містить ферментовану біомасу як дистиляційне набиття, причому ферментована біомаса містить продукт ферментації;

35 (b) резервуар для води, або (i) який міститься у вертикальній дистиляційній колоні, або (ii) фізично ізольований від вертикальної дистиляційної колони, але що знаходиться з нею у зв'язку за плинним середовищем;

(c) нагрівальний засіб у нижній частині вертикальної дистиляційної колони;

(d) охолоджувальний засіб у верхній частині вертикальної дистиляційної колони; і

40 (e) засіб для зрошування для повторного введення охолодженої рідини у верхню частину вертикальної дистиляційної колони.

45 [0022] У певних варіантах здійснення вертикальна дистиляційна колона являє собою металевий барабан або металевий ящик. У певних варіантах здійснення вертикальна дистиляційна колона являє собою трубу із гофрованого HDPE з металевою нижньою частиною у вертикальній орієнтації.

[0023] У деяких варіантах здійснення резервуар для води міститься у вертикальній дистиляційній колоні, в нижній частині вертикальної дистиляційної колони або біля неї. Пристрій може додатково містити засіб для введення зовнішньої води у вертикальну дистиляційну колону. У певних варіантах здійснення резервуар для води фізично ізольований від вертикальної дистиляційної колони.

[0024] Нагрівальний засіб може бути вибраний із групи, яка складається з теплової енергії, індукційного нагрівання, пари та їхніх комбінацій.

[0025] Охолоджувальний засіб може бути вибраний із охолодження повітрям, охолодження водою або їхньої комбінації.

55 [0026] У деяких варіантах здійснення пристрою засіб для зрошування являє собою дефлегматор.

Короткий опис графічних матеріалів

[0027] Незалежно від будь-яких інших форм, які можуть попадати в рамки обсягу даного винаходу, на фіг. 1 показане ілюстративне зображення пристрою, який реалізує спосіб згідно з даним винаходом, у деяких варіантах здійснення.

60

Докладний опис варіантів здійснення винаходу

[0028] Способи, процеси і системи за даним винаходом будуть докладно описані з посиланням на різні необмежувальні варіанти здійснення та фігуру(-и).

5 [0029] Даний опис дозволить фахівцеві у даній галузі техніки виготовляти і застосовувати даний винахід, і в ньому описані декілька варіантів здійснення, адаптацій, варіантів, альтернатив і шляхів застосування даного винаходу. Ці та інші варіанти здійснення, ознаки та переваги даного винаходу стануть більш очевидними для фахівців у даній галузі техніки при розгляді з посиланням на наступний докладний опис даного винаходу.

10 [0030] Використовувані в даному описі та формулі винаходу, що додається, форми однини включають форми множини, якщо контекст явно не вказує на інше. Якщо не передбачено інше, то всі технічні та наукові терміни, використовувані в даному документі, мають те ж саме значення, яке є зазвичай зрозумілим фахівцеві в галузі техніки, до якої відноситься даний винахід.

15 [0031] Якщо не вказано інше, то всі числа, які виражають параметри, умови, результати тощо, використовувані в даному описі та формулі винаходу, слід розуміти як модифіковані у всіх випадках терміном "приблизно". Відповідно, якщо не вказано інше, то числа, наведені в наступному описі та формулі винаходу, що додається, являють собою наближені значення, які можуть змінюватися в залежності від конкретних алгоритмів і розрахунків.

20 [0032] Термін "що містить", який є синонімом терміну "що включає", "містить в собі" або "що характеризується", є таким, що включає або не обмежує і не виключає додаткових неперелічених елементів або стадій способу. "Що містить" є терміном галузі техніки, що використовується у формулюванні пункту формули винаходу, який означає, що названі елементи пункту формули є необхідними, але інші елементи пункту формули можуть бути додані і все ще утворюють конструктивний елемент у межах обсягу пункту формули винаходу.

25 [0033] Використовувана у даному документі фраза "складається з" виключає будь-який елемент, стадію або інгредієнт, не позначені у пункті формули винаходу. Якщо фраза "складається з" (або її варіації) з'являється у відмітній частині пункту формули винаходу, а не відразу після обмежувальної частини, то вона обмежує тільки елемент, викладений у даній відмітній частині; при цьому інші елементи у цілому не виключаються з пункту формули винаходу. Використовувана у даному документі фраза "що фактично складається з" обмежує обсяг пункту формули винаходу вказаними елементами або стадіями способу, до яких додаються ще ті, які не чинять істотного впливу на основну і нову характеристику(-и) заявленого об'єкта винаходу.

35 [0034] Що стосується термінів "що містить", "що складається з" і "фактично складається з", коли один із цих трьох термінів використовується в даному документі, об'єкт даного винаходу, що розкривається і заявляється, може включати застосування будь-якого з двох інших термінів. Таким чином, у деяких варіантах здійснення, якщо інше не вказано в явному вигляді, будь-яке використання виразу "що містить" може бути замінено на "що складається з" або, альтернативно, "що фактично складається з".

40 [0035] Даний винахід ґрунтується на технічному рішенні проблеми, яка полягає у тому, що роздрібнення, вичавлювання або видавлювання загалом вивільняє з ферментованої біомаси тільки 50 % етанолу, а упарювання у вакуумі не є дуже ефективним, оскільки вироблений етанол зазвичай містить тільки від приблизно 30 % до приблизно 40 % спирту за об'ємом (ABV).

45 [0036] Даний винахід ґрунтується щонайменше частково на технічному підході, який передбачає використання самої ферментованої біомаси як матеріалу набиття в дистиляційній колоні.

[0037] Принципи даного винаходу, у деяких варіантах, продемонстровані у прикладах, наведених у даному документі. Варто зазначити, що хоча описано багато варіантів здійснення, що стосуються етанолу, даний винахід не обмежений етанолом як продуктом ферментації, який міститься у ферментованій біомасі. В інших варіантах здійснення можуть бути отримані різні спирти, органічні кислоти, вуглеводні та інші сполуки.

[0038] Даний винахід надає спосіб виділення етанолу з ферментованої біомаси, при цьому спосіб включає стадії:

- 55 (a) надання ферментованої біомаси з високим вмістом етанолу;
(b) набивання ферментованої біомаси з високим вмістом етанолу у вертикальну колону;
(c) додавання води в нижню частину вертикальної колони;
(d) нагрівання (наприклад, із застосуванням тепла або за придатних температур) нижньої частини вертикальної колони для кип'ятіння води з отриманням пари із нижньої частини;

(e) охолодження (наприклад, із застосуванням охолодження або за придатних температур) верхньої частини вертикальної колони для конденсації пари з верхньої частини й отримання рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу; і

5 (f) повторного введення фракції рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу у вертикальну колону, переважно у верхній частині вертикальної колони або біля неї, при цьому стадії з (d) по (f) переважно виконують одночасно.

[0039] Спеціалістам у даній галузі техніки буде зрозуміло, що цей спосіб подібний до дистиляційної колони з набиттям, за винятком того, що (a) матеріал набиття являє собою або включає ферментовану біомасу та (b) воду або водний розчин у нижній частині дистиляційної колони використовують для передачі тепла у ферментовану біомасу в нижній частині дистиляційної колони.

[0040] Ферментована біомаса з високим вмістом етанолу використовується як матеріал набиття в дистиляційній колоні, і невелика кількість води в нижній частині колони може бути використана для ефективної передачі тепла в біомасу в нижній частині колони. Набиття з ферментованої біомаси має високе відношення площі поверхні до об'єму, і тому є ефективним матеріалом набиття. У міру того як пара конденсується на біомасі, тепло розподіляється в біомасу, приводячи до утворення пари етанолу/води, і ця пара потім витісняється з біомаси через апопласт або волокна біомаси. Ця пара етанолу/води з консистенції (об'ємної фази) біомаси підвищує концентрацію етанолу на поверхні частинок біомаси. Оскільки етанол є більш легким, ніж вода, краплі, які містять більш низькі концентрації етанолу, стікають униз з біомаси, а пара, яка містить більш високі концентрації етанолу, піднімається вгору з біомаси. Це приводить до утворення більш високої концентрації етанолу у верхній частині колони, порівняно з початковою у ферментованій біомасі.

[0041] Розподілення тепла в біомасу займає деякий час. Це описано в главі 5 Lienhard IV, J. H., and V. Lienhard, A Heat Transfer Textbook, 4th Ed., Cambridge Massachusetts (2017), що включено в даний документ за допомогою посилання і називається в даному документі як "Leinhard". На фіг. 5.8 (для циліндрів, наприклад, стебел) і на фіг. 5.9 (для сфер, наприклад, бульбаків і трісок деревини) в Leinhard показаний простий спосіб обчислення того, скільки часу потрібно центру біомаси для нагрівання до точки кипіння етанолу в біомасі. Наприклад, після закінчення однієї години (так само, як у прикладі 5.2 у Leinhard) число Фур'є (Fo) ферментованого цукрового буряка діаметром 0,1 м (4 дюйма) становить 0,208. Ферментована цукровий буряк із вмістом цукру 18 % за вагою має вміст етанолу приблизно 10 % ABV, точка кипіння якого становить приблизно 94°C (яка на фіг. 5.9 є безрозмірною температурою, яка становить приблизно 0,05). Для пари (1000 Вт м⁻² К⁻¹), що конденсується, число Біо (Bi) цього цукрового буряка становить приблизно 83, і тому 1/Bi становить приблизно 0,012. У верхньому лівому куті фіг. 5.9 в Leinhard показано, що пара, яка конденсується, нагріває центр цього цукрового буряка до приблизно 94°C приблизно за 1,5 години.

[0042] У деяких варіантах здійснення ферментовану біомасу вибирають із групи, яка складається з ферментованих трісок м'якої деревини, ферментованих стебел рослин родини Poaceae, (наприклад, цукрової тростини та солодкого сорго), ферментованого цукрового буряка, ферментованої картоплі, ферментованої солодкої картоплі, ферментованих бульбаків касави та їхніх комбінацій. Це найбільш часто вирощувані сільськогосподарські культури з високим вмістом вуглеводів, але цей список не є вичерпним, і принципи даного винаходу можуть застосовуватися до іншої сировини для біомаси. Геометрична форма ферментованої біомаси може варіюватися, наприклад, вона може являти собою сферу, стрижні, трубки, волокна, пластини, мати, тріски, хаотичні орієнтації або їхню комбінацію. За необхідності ферментовану біомасу вдавлюють у вибрані геометричні форми набиття дистиляційної колони, але це ніяким чином не є обов'язковим.

[0043] Ферментовану біомасу, зазвичай, отримують за допомогою твердофазної ферментації початкової біомаси із використанням одного або декількох придатних мікроорганізмів, щоб щонайменше частково ферментувати цукри або цукрові полімери, збережені в біомасі, у продукти ферментації. Твердофазна ферментація являє собою спосіб обробки, при якому мікроорганізми ферментують цукри в продукти (такі як етанол) за контрольованих умов на вологих твердих частинках із вологістю, достатньою для підтримування 50 росту мікроорганізмів та/або метаболізму. У деяких варіантах здійснення застосовуються способи, розкриті в патенті США № 9428772, патенті США № 9499839 та/або патенті США № 9631209, які включені в даний документ за допомогою посилання. Спеціалістам у даній галузі техніки буде зрозуміло, що існує багато способів і придатних організмів для твердофазної ферментації біомаси з високим вмістом вуглеводів в етанол або інші продукти ферментації.

[0044] Також ферментована біомаса може бути отримана за допомогою ферментації біомаси, яка може відрізнятися від твердофазної ферментації. Наприклад, може застосовуватися занурена ферментація/рідка ферментація біомаси, при якій ферментовану біомасу потім вивільняють (наприклад, за допомогою фільтрації або центрифугування) для використання в даному винаході. Це є менш практичним, оскільки продукти ферментації також містяться у рідкій фазі, але все ж це залишається у межах обсягу даного документа. Продукти ферментації в рідкій фазі можуть бути вивільнені окремо та/або при необхідності можуть бути подані в дистиляційну колону, як запропоновано в даному документі, у розбавленому вигляді, для очищення із використанням відновленої ферментованої біомаси як набиття дистиляції.

[0045] Ферментована біомаса може містити різні концентрації етанолу, як наприклад, приблизно або щонайменше приблизно 0,1, 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ваг. % або більше на основі загальної ваги ферментованої біомаси з усіма компонентами, включаючи всі тверді частинки і воду.

[0046] У даному винаході можуть бути використані багато типів дистиляційних колон. Найпростіше – це використовувати контейнер із металевим дном, такий як барабан об'ємом 204 л (55 галонів) або великий металевий ящик, або трубу великого діаметра (>0,5 м) з гофрованого HDPE, яка стоїть на торці з металевою пробкою на дні. Труба з гофрованого HDPE може бути переважною в тому, що вона є недорогою в перерахунку на одиницю об'єму, вона є ізольованою і може підтримувати вакуумметричний тиск.

[0047] У деяких варіантах здійснення вертикальна колона являє собою металевий барабан. У деяких варіантах здійснення вертикальна колона являє собою металевий ящик. У деяких переважних варіантах здійснення вертикальна колона являє собою трубу з гофрованого поліетилену високої щільності (HDPE) з металевою нижньою частиною у вертикальній орієнтації.

[0048] На стадії (с) воду можуть додавати за допомогою безперервного або переривчастого введення зовнішньої води у вертикальну дистиляційну колону. Наприклад, зовнішню воду можуть накачувати насосом у вертикальну колону. У деяких варіантах здійснення додатну кількість води початково розміщують у нижній частині дистиляційної колони, а додаткова вода може знадобитися або не знадобитися під час роботи дистиляційної колони. У певних варіантах здійснення у ферментованій біомасі міститься достатня кількість води, так що немає необхідності початково або безперервно вводити додаткову (зовнішню) воду в нижню частину колони. Іншими словами, коли у ферментованій біомасі міститься достатня кількість води, під час роботи частина цієї води дифундує з частинок біомаси і капає в нижню частину колони. Воду як і раніше додають у нижню частину вертикальної колони (стадія (с)), але це вода, яка початково міститься у ферментованій біомасі. Можливі і комбінації. Наприклад, початкова кількість води може бути розміщена в колоні для запуску. Під час роботи ця вода випаровується, але може бути замінена, частково або повністю, водою, отриманою із ферментованої біомаси. Якщо цього все ж таки не достатньо, то зовнішня вода може вводитися безперервно або періодично в дистиляційну колону. У деяких варіантах здійснення стадію (с) виконують одночасно зі стадіями з (d) по (f).

[0049] У міру того як рідина з верхньої частини видаляється з верхньої частини колони, може знадобитися додавання рідкої води в нижню частину колони, щоб забезпечити передачу тепла у ферментовану біомасу, коли початковий вміст води ферментованої біомаси стає недостатнім. У протилежному випадку нижня частина колони може пересохнути і передача тепла буде відбуватися тільки за допомогою теплопровідності, що значно менш ефективно, ніж кип'ятіння води в нижній частині колони.

[0050] У деяких варіантах здійснення в нижню частину колони вводять достатню кількість води, так що нижня частина ніколи не пересихає під час дистиляції. Цю воду можна вводити початково в колону та/або періодично вводити під час дистиляції. На практиці рівень води, який становить приблизно 5 % висоти колони, зазвичай є достатнім, оскільки вода також виштовхується з біомаси разом з етанолом, і ця вода переміщується вниз по колоні, у той час як етанол переміщується вгору по колоні. У різних варіантах здійснення застосовується рівень води, який становить приблизно 1 %, 2 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % або 25 % висоти колони. Переважно кількість води в нижній частині колони є достатньою для покриття зовнішньої сторони біомаси при конденсації.

[0051] У переважних варіантах здійснення тепло подають на колону із застосуванням способу, вибраного з групи, яка складається з теплової енергії, індукційного нагрівання, пари та їхніх комбінацій.

[0052] Енергія становить основну частину затрат при дистиляції, і спеціалістам у даній галузі техніки буде зрозуміла необхідність вибору оптимального співвідношення при використанні

різних типів із теплової енергії, індукційного нагрівання та пари. Якщо використовується індукційне нагрівання, нижня частина дистиляційної колони переважно являє собою чорний метал і переважно марку стали, яка не відноситься до нержавіючої сталі.

5 [0053] У переважних варіантах здійснення охолодження застосовують із застосуванням способу, вибраного з охолодження повітрям, охолодження водою або їх комбінації. У різних варіантах здійснення охолодження може застосовуватися загалом із використанням охолодження газом, охолодження рідиною або спільного охолодження газом/рідиною. Спеціалістам у даній галузі техніки відомі рідкі охолоджувачі, які відрізняються від води.

10 [0054] Охолодження конденсатора повітрям потребує більшої площі, ніж охолодження водою, але холодне повітря часто більш економічне. Спеціалістам у даній галузі техніки буде зрозуміла необхідність вибору оптимального співвідношення при використанні різних типів охолодження конденсатора.

15 [0055] У переважних варіантах здійснення стадію (f) виконують із використанням дефлегматора. Дефлегматор являє собою пристрій, призначений для часткової конденсації багатоконпонентного потоку пари. Потік пари протікає вертикально вгору, а конденсат (конденсована пара) стікає назад униз під дією сили тяжіння. Дефлегматори забезпечують хороший засіб для поєднання зрошування з рівномірним перерозподілом зрошування у верхню частину колони. Один переважний варіант здійснення, який є простим і недорогим, являє собою охолоджувану повітрям плоску металеву пластину з отворами, призначену для виходу пари з
20 дистиляційної колони.

[0056] У деяких варіантах здійснення на стадії (f) рідина з верхньої частини з високим вмістом етанолу повторно вводиться у верхню частину вертикальної дистиляційної колони. Альтернативно або додатково на стадії (f) рідина з верхньої частини з високим вмістом етанолу може повторно вводиться біля верхньої частини вертикальної дистиляційної колони, а не у
25 верхній частині, як наприклад, на рівні приблизно 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % або 95 % висоти вертикальної дистиляційної колони (100 % висоти є верхньою частиною самої вертикальної дистиляційної колони, але не включають дефлегматор або інші пристрої над колоною або нижче за потоком відносно верхньої частини колони).

[0057] Фракція рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу, яка може бути
30 повторно введена у вертикальну дистиляційну колону, може змінюватися в широкому діапазоні, наприклад, мати вагове співвідношення від приблизно 0,01 до приблизно 0,99. У різних варіантах здійснення вагове співвідношення становить приблизно 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 або 0,95. Під час роботи вагове співвідношення (фракція, повторно вводиться в колону) може змінюватися внаслідок змін температури або тиску, змін концентрації,
35 по мірі того як етанол вивільняється із ферментованої біомаси, або випадковим чином.

[0058] Зазвичай рідину з верхньої частини з високим вмістом етанолу повторно вводять у
40 вертикальну дистиляційну колону по суті безперервним чином, так само як етанол дистилюється із ферментованої біомаси по суті безперервно. Однак зміни у часі та просторі можуть відбуватися під час дистиляції, через явища термодинаміки, переносу маси та переносу тепла. У певних варіантах здійснення рідина з верхньої частини з високим вмістом етанолу повторно вводять у вертикальну дистиляційну колону навмисне переривчастим чином, наприклад, коли схема керування використовується для відстеження локальних концентрацій етанолу.

[0059] У переважних варіантах здійснення стадії з (d) по (f) виконують при абсолютному
45 тиску, меншому, ніж приблизно 100 кПа (атмосферний тиск), такому як приблизно або менше, ніж приблизно 90 кПа, 80 кПа, 70 кПа, 60 кПа, 50 кПа, 40 кПа, 30 кПа, 20 кПа або 10 кПа.

[0060] У деяких варіантах здійснення стадію (d) виконують за температури, яка становить приблизно або менше, ніж приблизно 90(С, 80(С, 70(С, 60(С, 50(С, 40(С або 30(С.

[0061] Використання показань тиску нижче атмосферного тиску дозволяє використовувати
50 тепло більш низької температури в нижній частині дистиляційної колони. Це дає можливість використовувати для дистиляційної колони сонячне тепло, димовий газ, теплу воду або інші джерела тепла більш низької температури. Це також приводить до менших втрат тепла в навколишнє середовище через стінки дистиляційної колони, збільшуючи загальну ефективність.

[0062] Ферментована біомаса з високим вмістом етанолу часто містить пектин в паренхімі.
55 Пектин розкладається при нагріванні з отриманням метанолу, який зазвичай є небажаним продуктом дистиляції. Це описано у статті Diaz, Jerome V., Gordon E. Anthon, and Diane M. Barrett, "Nonenzymatic degradation of citrus pectin and pectate during prolonged heating: effects of pH, temperature, and degree of methyl esterification", Journal of agricultural and food chemistry 55.13 (2007): 5131-5136, яка включена в даний документ за допомогою посилання. У вищевказаній

статті на фіг. 3(A) показано, що кількість метанолу, отриманого з пектину при нагріванні, приблизно в 10 разів менше при 75(C, ніж при 100(C.

[0063] Ілюстративний пристрій, який реалізує спосіб згідно з даним винаходом, показаний на фіг. 1. Знов-таки, даний винахід не обмежений етанолом як продуктом ферментації.

5 [0064] Біомаса 105, насичена етанолом, розташована всередині колони 106 над перфорованою пластиною 117. Колона 106 переважно обернута придатним матеріалом, що ізолює, (не показаний), хоча недостатність такої ізоляції не завадить роботі пристрою, а вплине тільки на його енергоефективність. Перфорована пластина 117 не дає біомасі контактувати з водою в резервуарі 102, в якому міститься достатня кількість води завдяки водопостачанню 10
10 112. Перфорована пластина 117 не є особливо важливою; відсутність перфорованої пластини не завадить роботі пристрою і лише дещо збільшить забруднення металевої пластини 118. У нижній частині колони 106 металева пластина 118 розташована над нагрівачем 101, який знаходиться під керуванням індикатора 104 температури та регулятора 103 потужності. Нагрівач 101 подає тепло на резервуар 102 для випаровування води, тоді як металева
15 пластина 118 забезпечує рівномірний розподіл тепла. У деяких варіантах здійснення нагрівач 101 є електричним. Однак можуть застосовуватися й інші нагрівальні пристрої, включаючи паровий нагрівач, нагрівач з прямим обігрівом, оливний нагрівач або сонячний нагрівач.

[0065] У варіантах здійснення, зображений на фіг. 1, резервуар 102 міститься всередині колони. В інших варіантах здійснення резервуар фізично відділений від колони належним
20 чином, щоб забезпечити перетікання водяної пари з резервуара в колону і конденсувати з колони в резервуар.

[0066] У міру того як водяна пара піднімається по колоні 106, пара збагачується низькокиплячим етанолом, в результаті чого вміст етанолу в біомасі знижується. Після виходу з біомаси 105 пара з високим вмістом етанолу проходить через дефлегматор 108, який охолоджує пару і, забезпечуючи часткову конденсацію, дає можливість далі підвищувати
25 концентрацію етанолу. Контролери 107 і 114 температури можуть використовуватися для вимірювання температури пари, яка залишає біомасу 105, і температури пари, яка залишає дефлегматор 108, відповідно. Цією різницею температури можна керувати за допомогою зміни охолодження дефлегматора 108 за допомогою охолоджувача 122. У деяких варіантах здійснення охолоджувач 122 являє собою охолоджувач повітря, але можуть бути використані й
30 інші охолоджувальні системи, такі як водяний кожух або спіраль з охолоджувальною рідиною, що знаходиться зовні або всередині шляху потоку. Пара, що залишає дефлегматор 108, повністю конденсується в конденсаторі 109. Конденсатор 109, показаний у цьому варіанті здійснення, охолоджується за допомогою рідини. Лінія 120 вказує потік відповідного охолоджувального середовища, але можуть бути використані й інші охолоджувальні
35 середовища, такі як примусова повітряна конвекція або природна повітряна конвекція. Вакуумний насос 110 використовується для управління тиском у системі. Тиск системи вказано на вимірювачі 111 тиску. Вакуумний насос може бути виконаний із можливістю забезпечення функціонування системи при високому вакуумі або тільки для видалення холодних газів, що не конденсуються. У деяких варіантах здійснення призначений для роботи тільки за кімнатної
40 температури або подібній їй, вакуумний насос може не використовуватися. Індикатор 121 температури показує температуру всередині конденсатора 109. Конденсат з високим вмістом етанолу накопичується в ємності 113 для збору.

[0067] Спеціалісту в даній галузі техніки буде зрозуміло, що можуть застосовуватися відомі
45 обладнання і компоненти для процесів, способів, пристроїв і систем, розкритих у даному документі. Процеси, описані в даному документі, можуть бути періодичними, безперервними, напівбезперервними або псевдобезперервними.

[0068] Наприклад, стадія (b) набивання ферментованої біомаси з високим вмістом етанолу у вертикальну колону може бути виконана порціонно, після чого слідує безперервна робота
50 стадій з (d) по (f), і за необхідності стадії (c). У деяких комерційних варіантах здійснення стадія (b) є також безперервною або напівбезперервною, тобто ферментована біомаса з високим вмістом етанолу може бути введена в колону через канал, наприклад, біля верхньої частини колони, у той час як біомаса зі зниженим вмістом етанолу може бути вивільнена з колони через канал, наприклад, біля нижньої частини колони.

[0069] Виробіток, або робоча продуктивність, може змінюватися у широкому діапазоні від невеликих лабораторних установок до повноцінних установок промислового масштабу, включаючи будь-які експериментальні, демонстраційні або напівпромислові установки. У різних
55 варіантах здійснення продуктивність процесу становить щонайменше приблизно 1 кг/день, 10 кг/день, 100 кг/день, 1 тонна/день (усі тонни є метричними тоннами), 10 тонн/день, 100 тонн/день, 500 тонн/день, 1000 тонн/день, 2000 тонн/день або більше.
60

[0070] Вся система може бути закріплена нерухомо, або може бути виконана як пересувна. Система може бути сконструйована із застосуванням модулів, які можна просто дублювати для практичного розширення масштабів.

5 [0071] Різні зонди можуть забезпечувати можливість ретельного моніторингу процесу і контролю на різних стадіях процесу, аж до, і потенційно включаючи, всі стадії процесу. Очікується, що ретельний моніторинг процесу приведе до збільшення кількості виробленого продукту та покращення ефективності як у динамічному режимі, так і за певний період часу, при цьому історія експлуатації може бути використана для корекції умов процесу (у тому числі програми циклічної зміни тиску). У деяких варіантах здійснення реакційний зонд розташований у функціональній взаємодії із зоною, в якій відбувається процес. Даний реакційний зонд може 10 бути корисним для екстракції рідких зразків та їх аналізу з метою визначення ступеню відділення або складу етанолу тощо. Корекція процесу може ґрунтуватися на результатах вимірювань, якщо це є необхідним або бажаним, шляхом застосування добре відомих принципів контролю процесу (зворотній зв'язок, прямий зв'язок, пропорційно-інтегрально-диференційна логічна схема тощо).

15 [0072] Потоки твердих речовин, рідин і газів, що виробляються або існують у рамках процесу, можуть бути незалежно один від одного рециркульовані, передані на наступні стадії або виділені/виведені із процесу в будь-який момент.

Приклади

20 [0073] Експериментальний пристрій сконструювали у відповідності з ілюстративним пристроєм, показаним на фіг. 1. Виконали три випробування дистиляції: перше при атмосферному тиску (101,325 кПа) з насиченими етанолом трісками деревини, друге при атмосферному тиску з ферментованою цукровою тростиною і третє при тиску 50 кПа з насиченими етанолом кубиками з деревини.

25 [0074] Біомаса 105 у першому випробуванні являла собою 12-мм кубики з м'якої деревини, насичені під дією вакууму 10 % ABV розчином. Біомаса 105 у другому випробуванні являла собою цукрову тростину, ферментовану згідно зі способом, розкритим у патенті США № 9631209 (який включений у даний документ за допомогою посилання), порізану на відрізки по 25 мм, щоб вона помістилася в колону. Біомаса 105 у третьому випробуванні являла собою 12-мм 30 кубики з м'якої деревини, насичені під дією вакууму 10 % ABV розчином.

[0075] Вакуумний насос 110 в першому та другому випробуваннях не використовували, у третьому випробуванні вакуумний насос використовували для підтримання вимірювача 111 тиску на рівні 50 кПа.

35 [0076] Колона 106 являла собою трубу з нержавіючої сталі марки 304 довжиною 91 см, із внутрішнім діаметром 45 мм і зовнішнім діаметром 51 мм і була обернута ізоляцією труб водонагрівача зі скловолоконного мата.

[0077] Резервуар 102 у кожному випробуванні початково містив 200 мл дистильованої води, і перфоровану пластину 117 не використовували. У кінці кожного випробування приблизно 125 40 мл рідини залишалось у резервуарі 102.

[0078] Металева пластина 118 являла собою пластину з нержавіючої сталі марки 304 із площею поверхні 2600 см², приварену до нижньої частини колони 106.

45 [0079] Нагрівач 101 являв собою 1200 Вт промислову електроплитку, прикріплену болтами до нижньої поверхні металевої пластини 118. Індикатор 104 температури не використовували, а регулятор 103 потужності являв собою реостат, який залишили в положенні повного включення під час цих трьох випробувань.

[0080] Дефлегматор 108 являв собою мідну трубку з двома стінками довжиною 9 см, із внутрішнім діаметром 14 мм і зовнішнім діаметром 20 мм.

50 [0081] Контролери 107 і 114 температури являли собою термопари, які вимірюють температуру пари, яка залишає біомасу, і температуру пари, яка залишає дефлегматор, відповідно.

[0082] У першому та другому випробуваннях охолоджувач 122 являв собою повітря з перемінним об'ємом подачі, накачуваний шланговим насосом для підтримання температури на контролері 114 температури нижче 80(С. У третьому випробуванні охолоджувач 122 являв собою воду з безперервним потоком при постійній температурі 60(С.

55 [0083] Конденсатор 109 являв собою мідну трубку з двома стінками довжиною 50 см, із внутрішнім діаметром 20 мм і зовнішнім діаметром 28 мм.

[0084] Індикатор 121 температури підтримували на рівні 10(С.

60 [0085] Ємність 113 для збору являла собою 250 мл колбу Ерленмейєра, з'єднану з конденсатором за допомогою гумового стопору так, що вона могла утримуватись у вакуумі в третьому випробуванні.

[0086] Розчин 800 мл дистильованої води і 200 мл 50 % ABV етанолу підготували для першого та третього випробувань. Це 10 % ABV, 8,01 % спирту за вагою.

5 [0087] У першому випробуванні цей 10 % ABV розчин влили за допомогою вакууму в 200 г абсолютно сухих кубиків з м'якої деревини з розміром 12 мм кожної сторони. Після вливання вага становила 441,8 г, так що 241,8 г 10 % ABV розчину були влиті в кубики з деревини. Це становило 241,8 г (8,01 % = 19,37 г етанолу. Після 6 годин дистиляції при атмосферному тиску вивільнили 23,492 г дистилляту і маса 20 мл цього дистилляту становила 16,8 г. Щільність становила 0,84 г/см³, 86,6 % ABV, 81,3 % за вагою, всього 19,09 г вивільненого етанолу або 98 % вивільнили (з неточністю через похибку експерименту, яка становить приблизно 5 %).

10 [0088] У другому випробуванні 500 г цукрової тростини наситили дріжджами із застосуванням способу, розкритого у патенті США № 9631209, і ферментували протягом 60 годин. Протікання ферментації вимірювали за допомогою газу, виробленого за допомогою MilliGascounter типу MGC-1 виробництва компанії Dr.-Ing. Ritter Apparatebau GmbH & Co. KG, Бохум, Німеччина. Кількість газу, що виробляється, вимірюють при виявленні в мілілітровій кількості протягом періоду ферментації. При ферментації 3,35 г цукру (зазвичай сахарози) виробляється 1 л газу (CO₂), так що про кількість ферментованого цукру, швидкість ферментації та загальну кількість ферментованого цукру можна судити за графіком утвореного газу в залежності від часу. Було виміряно 9 літрів газу, що означає, що було ферментовано 30,15 г цукру і було виготовлено приблизно 15 г етанолу. 56 г рідини витіснили з 564 г насиченої цукрової тростини, і цю витіснену рідину не використовували в дистиляційній колоні, тому приблизно 13,5 г етанолу залишилось у цукровій тростині. Після 5 годин дистиляції при атмосферному тиску вивільнили 12,71 г дистилляту, і маса 10 мл цього дистилляту становила 8,24 г. Щільність становила 0,824 г/см³, 91,54 % ABV, 87,7 % за вагою, всього 11,15 г вивільненого етанолу, або 83 % вивільнили (з неточністю через похибку експерименту, яка становить приблизно 10 %).

20 [0089] У третьому випробуванні 10 % ABV розчин вливали за допомогою вакууму в 231 г абсолютно сухих кубиків з м'якої деревини з розміром 12 мм кожної сторони. Після вливання вага становила 491 г, так що 260 г 10 % ABV розчину були влиті в кубики з деревини. Це становило 260 г (8,01 % = 20,83 г етанолу. Після 3,5 годин дистиляції при тиску 50 кПа вивільнили 28 мл дистилляту, і маса 20 мл цього дистилляту становила 16,72 г, так що вивільнили 23,41 г дистилляту. Щільність становила 0,836 г/см³, 87,89 % етанолу за об'ємом, 82,97 % етанолу за вагою, всього 19,42 г вивільненого етанолу, або 93 % вивільнили (з неточністю через похибку експерименту, яка становить приблизно 5 %).

30 [0090] Результати цих трьох випробувань доводять, що спосіб згідно з даним винаходом є корисним і практичним методом для виділення етанолу з ферментованої біомаси.

35 [0091] Спеціалістам у даній галузі техніки буде зрозуміло, що удосконалення відносно кількості етанолу, що вивільняється, і концентрації дистилляту можуть бути легко здійснені за допомогою кращого контролю температури на дефлегматорі.

40 [0092] Принципи даного винаходу можуть бути застосовані до інших продуктів ферментації, які відрізняються від етанолу, таким як (але без обмеження) спирти, органічні кислоти, вуглеводи тощо.

45 [0093] У цьому докладному описі були приведені посилання на множину варіантів здійснення. Такі варіанти здійснення описані для того, щоб фахівці у даній галузі техніки змогли здійснити даний винахід на практиці, і слід розуміти, що модифікації різних розкритих варіантів здійснення можуть бути зроблені фахівцем у даній галузі.

50 [0094] Там, де вищеописані способи і стадії вказують на певні події, що відбуваються у певному порядку, фахівцям у даній галузі техніки буде зрозуміло, що порядок певних стадій може бути змінений, і що такі модифікації знаходяться у повній відповідності з варіаціями даного винаходу. Крім того, деякі стадії можна виконувати одночасно в паралельному процесі, коли це можливо, а також виконувати послідовно.

[0095] Всі публікації, патенти та заявки на патенти, що згадуються у даному описі, включені у даний документ за допомогою посилання у всій своїй повноті як якби кожна публікація, патент або заявка на патент були конкретно й окремо викладені у даному документі.

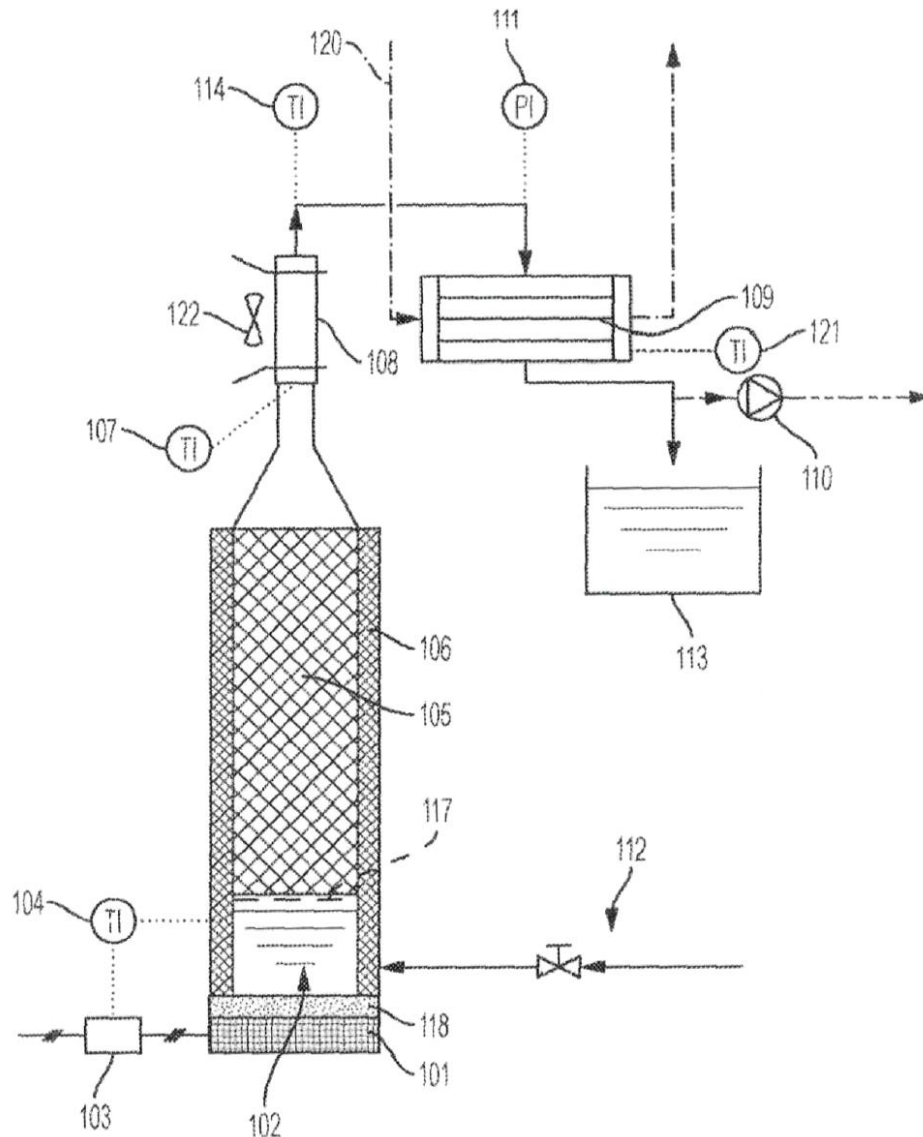
55 [0096] Вищеописані варіанти здійснення та варіанти повинні давати уявлення про корисність і універсальність даного винаходу. Інші варіанти здійснення, які не передбачають усіх ознак і переваг, викладених в даному документі, також можуть бути використані без відступу від суті та обсягу даного винаходу. Такі модифікації і варіації вважаються такими, що входять в обсяг даного винаходу, який визначається формулою винаходу. У випадку конфлікту у визначеннях між даним розкриттям і словником або

60

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб виділення етанолу з ферментованої біомаси, при цьому вказаний спосіб включає стадії:
- 5 (a) надання ферментованої біомаси збагаченої етанолом;
(b) набивання вказаної ферментованої біомаси збагаченої етанолом, у якості насадки у вертикальну дистиляційну колону;
(c) додавання води в нижню частину вказаної вертикальної дистиляційної колони;
(d) нагрівання нижньої частини вказаної вертикальної дистиляційної колони для кип'ятіння
10 вказаної води з отриманням, таким чином, пари із нижньої частини;
(e) охолодження верхньої частини вказаної вертикальної дистиляційної колони для конденсації пари з верхньої частини з отриманням, таким чином, рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу; і
(f) повторного введення фракції вказаної рідини з верхньої частини з високим вмістом етанолу у
15 верхню частину вказаної вертикальної дистиляційної колони, при цьому стадії з (d) по (f) виконують одночасно.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вказану ферментовану біомасу з високим вмістом етанолу вибирають із групи, яка складається з ферментованих трісок м'якої деревини, ферментованих стебел рослин родини *Poaceae*, ферментованого цукрового буряку,
20 ферментованої картоплі, ферментованої солодкої картоплі, ферментованих бульб касави та їхніх комбінацій.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вказана вертикальна дистиляційна колона являє собою металевий барабан або металевий ящик.
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вказана вертикальна дистиляційна колона являє собою трубу з гофрованого поліетилену високої щільності з металевою нижньою частиною у
25 вертикальній орієнтації.
5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що стадія (c) включає безперервне або переривчасте введення зовнішньої води в указану вертикальну дистиляційну колону.
6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що нагрівання на стадії (d) здійснюють із застосуванням способу, вибраного з групи, яка складається з термічного нагрівання, індукційного нагрівання, нагрівання паром та їхніх комбінацій.
7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що охолодження на стадії (e) здійснюють із застосуванням способу, вибраного з охолодження повітрям, охолодження водою або їхньої комбінації.
- 35 8. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що стадію (f) виконують із використанням дефлегматора.
9. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що стадії з (d) по (f) виконують під тиском менше 100 кПа.
10. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що стадію (c) виконують одночасно зі стадіями з (d) по (f).
40
11. Пристрій для виділення етанолу із ферментованої біомаси, при цьому вказаний пристрій містить:
- (a) вертикальну дистиляційну колону, яка містить ферментовану біомасу як насадку для дистиляції, причому вказана ферментована біомаса збагачена етанолом;
45 (b) резервуар для води, який або (i) розміщений в указаній вертикальній дистиляційній колоні, або (ii) фізично ізольований від вказаної вертикальної дистиляційної колони, але пов'язаний з нею плинним середовищем;
(c) нагрівальний засіб у нижній частині вказаної вертикальної дистиляційної колони;
(d) охолоджувальний засіб у верхній частині вказаної вертикальної дистиляційної колони; і
50 (e) засіб для зрошування для повторного введення охолодженої рідини в указану верхню частину вказаної вертикальної дистиляційної колони.
12. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказана вертикальна дистиляційна колона являє собою металевий барабан або металевий ящик.
13. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказана вертикальна дистиляційна колона являє собою трубу із гофрованого поліетилену високої щільності з металевою нижньою частиною у вертикальній орієнтації.
55
14. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказаний резервуар для води розміщений в указаній вертикальній дистиляційній колоні, на дні вказаної вертикальної дистиляційної колони або біля нього.

15. Пристрій за п. 14, який **відрізняється** тим, що вказаний пристрій додатково містить засіб для введення зовнішньої води у вказану вертикальну дистиляційну колону.
16. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказаний резервуар для води фізично ізольований від вказаної вертикальної дистиляційної колони.
- 5 17. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказаний нагрівальний засіб вибраний із групи, яка складається з термічного нагрівача, індукційного нагрівача, пари та їхніх комбінацій.
18. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказаний охолоджувальний засіб вибраний з засобу охолодження повітрям, засобу охолодження водою або їхньої комбінації.
- 10 19. Пристрій за п. 11, який **відрізняється** тим, що вказаний засіб для зрошування являє собою дефлегматор.



Фіг. 1

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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