



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87972 (13) C2
(51) МПК (2009)
C02F 3/28
C02F 1/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) АНАЕРОБНИЙ ФЕРМЕНТНИЙ РЕАКТОР

1

(21) a200504464
(22) 07.11.2003
(24) 10.09.2009
(86) РСТ/ЕР2003/012473, 07.11.2003
(31) 02025529.5
(32) 13.11.2002
(33) EP
(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.
(72) ФОН НОРДЕНСКИОЛЬД РАЙНХАРТ, DE
(73) ФОН НОРДЕНСКИОЛЬД РАЙНХАРТ, DE
(56) UA 32855, A, 15.02.2001
US 2064529, 15.12.1936
DE 19937876, A1, 01.03.2001
DE 581860, 03.08.1933
GB 2167055, A, 21.05.1986
(57) 1. Апарат для анаеробної ферментації речовин (А, В), який включає секцію попереднього підкислювання, в якій речовини (А, В) піддають попередньому підкисленню, ферментер, в якому ферментуються попередньо підкислені речовини (А, В), і транспортувальні засоби, призначені для переміщення речовин (А, В) із секції попереднього підкислювання у ферментер, який відрізняється тим, що секція попереднього підкислювання обладнана флотаційним пристроєм або мішалкою, а транспортувальні засоби містять засоби, які утримують у секції попереднього підкислювання слабоборозчинені тверді речовини доти, поки вони достатньо не підкисляться, але забезпечують при цьому переміщення достатньо підкислених речовин.
2. Апарат за п. 1, який відрізняється тим, що транспортувальні засоби включають відвідний пристрій, призначений для відведення речовин із секції попереднього підкислення.
3. Апарат за п. 2, який відрізняється тим, що транспортувальні засоби містять керуючий пристрій для зазначеного відвідного пристрою і, переважно, пристрій для перемішування, наприклад мішалку.
4. Апарат за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що транспортувальні засоби додатково оснащені ситом.
5. Апарат за п. 1, який відрізняється тим, що транспортувальні засоби включають флотаційний

2

пристрій і відвідний пристрій у нижній частині секції попереднього підкислення.
6. Апарат за п. 5, який відрізняється тим, що транспортувальні засоби містять призначений для відвідного пристрою керуючий пристрій, який може керувати цим відвідним пристроєм, а в переважному випадку і флотаційним пристроєм.
7. Апарат за будь-яким із пп. 1-6, який відрізняється тим, що містить механічний пристрій попередньої обробки або подрібнення, призначений для подрібнення й розчинення принаймні однієї частини органічних речовин (А, В).
8. Спосіб для анаеробної ферментації речовин (А, В), який включає попереднє підкислювання, при якому речовини (А, В) попередньо підкислюються у секції попереднього підкислювання, ферментацію, при якій окислені речовини (А, В) ферментуються у ферментері, і переміщення, при якому речовина (А, В) переміщується із секції попереднього підкислювання у ферментер, який відрізняється тим, що перед переміщенням зазначених речовин із секції попереднього підкислювання у ферментер здійснюють відокремлення достатньо підкислених речовин від недостатньо підкислених речовин на етапі попереднього підкислювання.
9. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що етап переміщення включає осадження в секції попереднього підкислювання із подальшим відведенням речовин з верхньої частини секції попереднього підкислювання.
10. Спосіб за п. 8 або 9, який відрізняється тим, що зазначені речовини при переміщенні пропускають крізь сито.
11. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що переміщення включає флотацію, яку супроводжує принаймні часткове переміщення речовин з нижньої частини секції попереднього підкислювання.
12. Спосіб за будь-яким з пп. 8-11, який відрізняється тим, що зазначені речовини (А, В) є рідкими (А) і твердими речовинами (В).
13. Спосіб за будь-яким з пп. 8-12, який відрізняється тим, що принаймні одну частину зазначених речовин (А, В), зокрема твердих речовин (В), попередньо обробляють, переважно, механічно подрібнюють, а потім подають у секцію попереднього підкислювання.

(19) UA (11) 87972 (13) C2

Винахід стосується пристрою і способу для анаеробної ферментації органічних речовин.

Відомий пристрій та спосіб згідно з пунктами 1 та 6 формули винаходу за патентом DE 198 04 007. Цей документ стосується переробки рідини, насиченої органічними речовинами, причому під час її ферментації виробляється газ. Практикою виявлено, що середній термін перебування рідини, насиченої органічними речовинами, у фазі попереднього підкислення триває приблизно 15 годин, а загальний процес - приблизно 30 годин. За цей час технологічний розчин достатньо підкислюється для перетворення у біохімічному реакторі без загрози подальшого окислення, яке могло б негативно вплинути на процес ферментації, зокрема, через загибель метаноутворюючих бактерій через низьке значення рН. Як правило, при окислюванні значення рН мають досягати 6,0 або менше. Для розчинення комплексних вуглецевих сполук необхідне попереднє підкислення, оскільки ферментаційні бактерії можуть переробляти тільки прості вуглецеві сполуки.

При ферментації утворюється біогаз, яким є собою суміш метану і двоокису вуглецю і може використовуватися для отримання енергії.

З практики відомі також реактори для отримання біогазу з твердої сировини, в яких бродіння і ферментація відбувається одночасно. В таких реакторах можна переробляти речовини від пастоподібних до твердих, і термін перетворення у ферментері триває тижнями до завершення процесу.

У пивоварнях, скажімо, використовується рідкий технологічний розчин, наприклад після процесу очищення, а також більш густі органічні речовини: дріжджі і пивна дробина. На підприємствах по виробництву фруктових соку відходи пресування поступають разом з технологічним розчином як густі домішки. На таких і подібних виробничих підрозділах підприємств виробляються як рідина, насичена органічними речовинами, так і органічна залишкова сировина, тому обидві звичайно переробляють шляхом звичайного бродіння, тобто необхідні два незалежні реактори, щоб використати сировину для виробництва біогазу. Проте, це вельми коштовний і складний процес.

В DE 199 37 876 A1 пропонують спосіб для біологічного перетворення органічних речовин у газ метан. Цей спосіб повинен дати можливість підвищення продуктивності, бо система переводиться у стабільний режим. Для цього під час бродіння органічні компоненти слід роз'єднати шляхом затримання органічних компонентів за допомогою напівпроникної мембрани в реакторах гідравлічної витримки для досягнення кращого адаптивного контролю зростання бактерій.

Задача даного винаходу полягає у тому, щоб створити пристрій і спосіб економічно доцільнішими за рахунок перетворення всієї органічної сировини у достатньо окислений стан (шляхом сепаративного процесу) та переробка лише достатньо окисленої сировини, внаслідок чого може з'явитися більш проста альтернатива для виробництва біогазу з рідких і твердих органічних речовин.

Ця задача вирішується за допомогою апарата згідно із ознаками пункту 1 формули і способу з ознаками пункту 8 формули винаходу.

У залежних пунктах пояснюються переважні форми втілення винаходу.

У винайденому апараті передбачені засоби для перетворення органічних речовин у ферментері, за допомогою яких можна перетворювати всю органічну сировину у достатньо окислений стан шляхом сепаратного процесу. При цьому недостатньо підкислені, як правило більш тверді та слабозрочинні речовини, залишаються у секції попереднього підкислення доти, поки вони достатньо не підкисляться.

Відповідно до цього за винайденим способом перероблюється тільки достатньо окислена сировина.

У такий спосіб в секцію попереднього підкислення можна завантажувати як рідкі, отже значно розчинені, так і тверді або пастоподібні, слабозрочинні речовини, а потім після достатнього підкислення подавати їх у ферментер.

Для вибіркового переміщення можна використовувати різні характеристики речовини, які відрізняють достатньо підкислену сировину від ще не достатньо підкислених органічних речовин.

При цьому, наприклад, достатньо окислені, тверді або пастоподібні речовини у секції попереднього підкислення розмокають і розчиняються у рідині, а недостатньо окислені тверді речовини, як правило грубозернисті, відповідно осідають. Тому сортування може відбуватися, наприклад, проціджуванням крізь сито або осадженням, причому, сито повинно бути таким, щоб недостатньо підкислені тверді речовини затримувалися ситом, а рідкі та розм'якшені речовини могли б бути проціджені.

Встановлено, що недостатньо окислені тверді речовини накопичуються на дні секції попереднього підкислення, якщо в ній не провадиться ніякого ворошіння або перемішування. Це означає, що при припиненні ворошіння або перемішування, яке проводиться, як правило в секції попереднього підкислення, недостатньо окислені речовини осаджуються в нижній частині, тоді як достатньо окислені речовини збираються у верхній частині, внаслідок чого сортування достатньо окислених органічних речовин проводиться відбором органічних речовин у верхній частині секції попереднього підкислення, з якого подальше їх переміщення у ферментер буде відбуватися тільки в "фазах спокою".

Встановлено, що завдяки флотації, наприклад, вдуванням повітря або газу в секцію попереднього підкислення, тверді речовини, які знаходяться в нижніх шарах, виносяться переважно на поверхню, що призводить до розділення ще недостатньо окислених органічних речовин від достатньо окислених органічних речовин та наступного сортування при переміщенні шляхом сепарації органічних речовин з нижньої частини секції попереднього підкислення.

Переважний спосіб переробки вельми неоднорідних сировинних речовин, наприклад з луш-

пинням, шкаралупою і таке інше, включає вищеназвану попередню обробку переважно з попереднім механічним подрібненням твердих речовин в подрібнювачі, млині або в подібних пристроях. Попередня обробка, зокрема механічним попереднім подрібненням, полегшує розчинення твердих органічних речовин в секції попереднього підкислення.

Основні частини конструкції апарата і спосіб переробки згідно із даним винаходом роз'яснюються за допомогою dodаних фігур, де:

Фіг.1 - трьохмірне зображення загального вигляду апарата.

Фіг.2 - схематичний вигляд апарата у розрізі.

Фіг.3 - схематичний вигляд у розрізі другого варіанту апарата.

Фіг.4 - схематичний вигляд у розрізі наступного варіанта апарата.

На фігурі 1 показане трьохмірне зображення апарата для попереднього підкислення і анаеробної ферментації органічних речовин. Апарат включає секцію попереднього підкислення 2, ферментер, що оснащений блоком головного навантаження 3а і блоком помірного навантаження 3б, та блок 4 кінцевого відстоювання. Перед проведенням анаеробної ферментації блок головного навантаження 3а і блок помірного навантаження 3б укривають, наприклад тентом, для збереження газів, що виділяються, який не показаний на фігурі 1. Цим тентом також можна покривати секцію попереднього підкислення 2, наприклад, якщо флоатація відбувається за допомогою газу або газової циркуляції (не показаний).

Між секцією попереднього підкислення 2 і блоком головного навантаження 3а знаходиться перегородка 17, між блоком головного навантаження 3а і блоком помірного навантаження 3б - подвійна перегородка 18, а між блоком помірного навантаження 3б і блоком кінцевого відстоювання 4 - перегородка 19, яка є пересувною або закріпленою.

В частині секції попереднього підкислення 2 можуть бути розташовані мішалки 6, 7, якими можна виконувати перемішування в частині секції попереднього підкислення 2. Мішалки 6, 7 можна запускати від керуючого пристрою 14 по сигнальному проводу або по електричних кабелях живлення 15. Керуючий пристрій 14 може бути з'єднаний з сигнальним або електричним проводом 16 саме при підключенні до насоса 5с, за допомогою якого по трубопроводах 5а і 5б перероблена речовина з секції попереднього підкислення 2 може перевантажуватися у блок головного навантаження 3а. При цьому кінець патрубка і трубопроводу 5б розташовані у верхній частині секції попереднього підкислення 2, тобто, наприклад, поверх середини уздовж висоти секції попереднього підкислення 2. Блок головного навантаження 3а, так само як і блок помірного навантаження 3б можуть містити перегородки розділення (не показані). Подвійна перегородка 18 між блоком головного навантаження 3а і блоком помірного навантаження 3б, а також перегородка 19 між блоком помірного навантаження 3б і блоком 4 кінцевого відстоювання можуть бути оснащені фільтрами 20 або зливами, по яких речовини із одного блока, можуть переміщуватись в інший.

Наведений на Фіг.1 резервуар може бути поміщений в землю, який на Фіг.1 не показаний.

Згідно Фіг.1 секція попереднього підкислення 2, ферментер з блоками навантаження 3а, 3б та блок кінцевого відстоювання розміщені в одному резервуарі. Однак вони також можуть бути розміщені в окремих резервуарах або цистернах.

На Фіг.2 схематично наведений розріз показаного на Фіг.1 пристрою, при цьому в даному випадку також показаний і тент 13, що накриває блок головного навантаження та блок помірного навантаження. Під тентом 13 накопичується виділений біогаз, тому тент надувається, як наведено на Фіг.2.

Також на Фіг.2 схематично проілюстровано завантаження органічних речовин А і В по передаточних механізмах трубопроводу 8, а також 9, при цьому речовину В можна подавати через блок 25 попередньої обробки. Рідку речовину А зазвичай подають по трубопроводу, а тверду речовину В можна подавати за допомогою стрічкового транспортера або контейнера тощо. Якщо тверда речовина В знаходиться в пастоподібній або суспензійній формі, вона може подаватися також по трубопроводу 9. Крім цього, на Фіг.2 показано блок 25 попередньої обробки твердих речовин В.

На Фіг.3 схематично наведений другий варіант виконання пристрою 1. В цьому випадку на вході трубопроводу 5б, призначеного для переміщення речовин з секції попереднього підкислення 2 в блок головного навантаження 3а, встановлене сито 12. У даному випадку сито 12 розташоване приблизно на середині висоти секції попереднього підкислення 2, але його також можна розташовувати вище або нижче цього рівня. Сито 12 повинне мати лунки або отвори такого розміру, щоб тверді речовини В, які вводяться в секцію попереднього підкислення, не могли пройти через них доти, поки вони не підкисляться в достатній мірі.

Замість трубопроводу 5б і сита 12, як транспортувальний засіб, може бути використане сито або решето в переливному отворі або лише переливний отвір з клапаном, що автоматично закривається, через які речовини з секції попереднього підкислення 2 перетікають в блок головного навантаження 3а. Такий переливний отвір може бути розташований, наприклад, у верхньому кінці перегородки 17 з можливістю закривання. Описані переливні отвори також можуть бути розташовані в середній або нижній частині перегородки 17.

Замість сита 12 для відділення крупнозернистих, структурованих речовин від дрібнозернистих або рідких речовин може бути застосоване інше підходяще пристосування, наприклад секція проміжного відстоювання. З цієї секції проміжного відстоювання тверді речовини переміщують назад до секції попереднього підкислення 2 для подальшого підкислення.

На Фіг.4 показаний ще один варіант виконання винаходу. Згідно цього варіанта як транспортуючий засіб застосовується труба 5е, вхідний кінець якої розташовано в нижній частині секції попереднього підкислення 2. Крім того, у цьому випадку передбачено флоатційний пристрій 10, 11, за допомогою якого через отвори вихідного кінця 11, що виконані у дві секції, можна подавати повітря або

газ, який проходить по трубопроводу 10.

Насос 5d за допомогою сигнального проводу, живильного проводу, трубопроводу, проводу стислого повітря або гідравлічної лінії з'єднаний з керуючим пристроєм 14, який за допомогою автоматичного клапана (не показаний) може керувати насосом 5d. Крім того, керуючий пристрій 14 за допомогою принаймні однієї лінії (сигнального проводу, живильного проводу, трубопроводу стислого повітря або гідравлічної лінії) може з'єднуватися з необов'язковою для конструкції пристрою регульованою мішалкою 6, 7 та/або флотаційним пристроєм 10, 11, 21 та керувати ними.

Перший варіант здійснення запропонованого способу роз'яснюється за допомогою посилань на Фіг.1 та 2.

По трубопроводу 8 в секцію попереднього підкислення 2 подають технологічну воду, наприклад воду після переробки, одержану в результаті пивоварного виробництва. В секцію попереднього підкислення 2 за допомогою відповідних транспортних засобів, наприклад, трубопроводів 9, стрічкових конвеєрів тощо, можна подавати пивоварні вижимки, дріжджі і залишки фільтра, одержані на пивоварному виробництві, причому подавати як в не підготованому, так і повністю або частково підготованому вигляді як тверді речовини В.

У цій зоні за рахунок кислотогенних бактерій відбувається бродіння, головним чином, в органічні кислоти, діоксид вуглеводню та нижчі спирти. При цьому значення рН досягає значення приблизно 6 і менше або 5,5 і менше.

Для забезпечення постійного перемішування в секції попереднього підкислення 2 можна використовувати, наприклад, щонайменше одну мішалку 6, 7.

Речовини А й В подають в зону секції попереднього підкислення 2 безперервно або періодично.

Речовини із секції попереднього підкислення 2 необхідно безперервно або періодично переміщати в реактор головного навантаження 3а. Для цього керуючий пристрій 14 вимикає пристрій для перемішування, у даному випадку мішалки 6 або 7. Через деякий час (від кількох хвилин до декількох десятків хвилин) тверді речовини, які, як правило, ще не є достатньо підкисленими, осаджують в нижній частині секції попереднього підкислення 2. У верхній частині даної секції накопичуються достатньо підкислені рідкі речовини, а також розм'якшені, і при цьому достатньо підкислені, тверді речовини. Після осадження речовин в секції попереднього підкислення 2, обумовленого відключенням мішалок 6, 7, керуючий пристрій 14 запускає насос 5с, який переносить речовини по трубопроводам 5а і 5b з верхньої частини секції попереднього підкислення 2 переміщуються в блок головного навантаження 3а. В іншому можливому випадку керуючий пристрій 14 відкриває альтернативно керуємих клапан.

В блоках головного навантаження 3а і помірного навантаження 3b підкислені речовини ферментуються або перетворюються в метан під час утворення біогазу. Речовини, які поступають із секції низького навантаження, відстоюються в у блоці 4 кінцевого відстоювання. Додатково відстоюють речовини за допомогою насоса 22 і трубопро-

воду 23 можна знову вводити в процес, подаючи їх, наприклад, до блока помірного навантаження 3b. У іншому випадку їх можна за допомогою вентилів 24 керовано відводити як небажані залишкові відходи.

Вижимки і залишки на фільтрі можна механічно подрібнювати в блоці попередньої обробки 25 або готувати іншим чином з тим, щоб в результаті одержати зерна не більше заданого розміру. Це позитивно впливає на контрольоване керування процесом, а також прискорює підкислення твердих речовин.

Ще один варіант здійснення запропонованого способу пояснюється за допомогою посилання на Фіг.3. В цьому випадку подачу речовин А та В до секції попереднього підкислення 2, а також ферментацію і подальше відстоювання здійснюють аналогічно до способу описаного згідно посиланням на Фіг.1 та 2.

Згідно із цим варіантом способу речовини за допомогою трубопроводу 5b і насоса (не показаний) безперервно або періодично переміщують через сито 12 із секції попереднього підкислення 2 в блок головного навантаження 3а. Сито 12. затримує недостатньо підкислені тверді речовини, але пропускає достатньо підкислені рідкі та розчинені речовини.

Відбір речовин із секції попереднього підкислення 2 може відбуватися як на рівні середини (показано на Фіг.3), так і вище або нижче цього рівня.

Крім цього, у пристрої можуть бути передбачені засоби для вільного пропускання крізь сито 12, наприклад золотники, які через визначені інтервали часу видаляють із сита 12 речовину, що накопичується на ньому. Для цього також можна використовувати пристрій, що створює в ситі 12 зустрічну течію, що видаляють із сита 12 речовину, що накопичується на ньому.

Під час переміщення речовин перемішувачий пристрій (у даному випадку мішалки 6 та 7) може бути ввімкнений або вимкнений.

Ще один варіант здійснення запропонованого способу пояснюється згідно з посиланням на Фіг.4.

У цьому випадку подачу органічних речовин А, В, а також ферментацію і кінцеве відстоювання здійснюють аналогічно способу, описаному згідно посиланням на Фіг.1 і 2.

Для переміщення органічних речовин з секції попереднього підкислення 2 в блок головного навантаження 3а використовують насос 21, який приводиться в дію керуючим пристроєм 14 і через трубопровід 10 подають повітря або газу в нижню частину секції попереднього підкислення. Повітря або газ виходить крізь вихідні отвори 11, так що в секції попереднього підкислення 2 відбувається флотація. В цей час недостатньо підкислені тверді речовини суспендують вгору. При цьому керуючий пристрій 14 запускає насос 5d, який через трубопровід 5е переміщує речовини з секції попереднього підкислення 2 в блок головного навантаження 3а. У даному випадку вхідний отвір патрубка насоса 5d знаходиться в нижній частині секції попереднього підкислення 2, оскільки під час флотації недостатньо підкислені тверді речовини тут не накопичуються. Однак, якщо відбувається

не флотація, а седиментація, то патрубок може знаходитися також і в середній або верхній частині секції.

В переважному випадку при переміщенні речовин функціонально передбачену мішалку 6, 7 слід вимикати.

Описаний спосіб дозволяє, наприклад, встановити середній термін перебування рідких органічних речовин А в секції попередньо підкислення 2 від 5 до 15, переважно 10 годин, а середній термін перебування твердих речовин - від 30 до 150, переважно близько 100 годин. Завдяки цьому спосо-

бу можна або разом, або окремо обробляти як рідкі, так і тверді речовини А і В, але при цьому в блок головного навантаження 3а будуть перемішуватись лише достатньо підкислені речовини. Виявилось, що при використанні вищезазначеного способу для виробництва біогазу коефіцієнт твердих речовин може досягати до 80% і більше.

Переваги в економічному, технологічному й виробничо-технічному відношеннях, що виникають внаслідок використання лише однієї лінії реактора при переробці різноманітних органічних речовин, виявляються дуже значними.

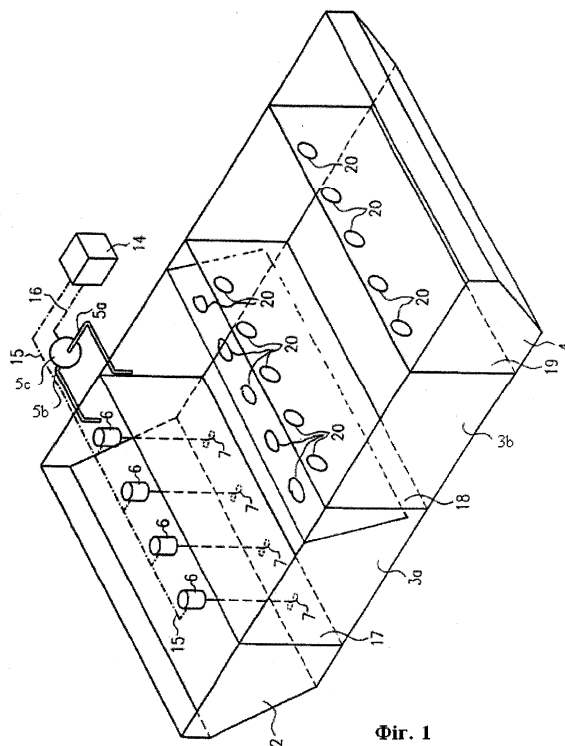


Fig. 1

