



(19) **UA** (11) **78 110** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ**

(21), (22) Заявка: а200503019, 04.04.2005

(24) Дата начала действия патента: 15.02.2007

(46) Дата публикации: 15.02.2007C12P 5/00
20070101CFI20070115BHUA
C12M 1/107
20070101CLI20070115BHUA
C02F 11/04
20070101CLI20070115BHUA

(72) Изобретатель:

Адаменко Иван Алексеевич, UA,
Адаменко Алексей Иванович, UA

(73) Патентовладелец:

Адаменко Иван Алексеевич, UA

(54) **ФЕРМЕНТАТОР БИОГАЗА**

(57) Реферат:

Изобретение принадлежит к
восстанавливаемым источникам энергии и может
быть использовано в сельском хозяйстве.

Ферментер биогаза имеет изолированный
рабочий объем метанового брожения, насосы
загрузки, придонного перемешивания биомассы и
выгрузки старого ила, средства плавучести и
термостатирования. Герметизированный
газосборник выполнен светопрозрачным для
видимого спектра и оборудован обратным
иммобилизатором метановых микроорганизмов с

щелевыми свето- и газоподводами, размещенными
на границе газ-суспензия, а насос загрузки
оборудован бункером и шнековыми подавателями
ила или биомассы.

Официальный бюлетень "Промышленная
собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные
модели, топографии интегральных микросхем",
2007, N 2, 15.02.2007. Государственный
департамент интеллектуальной собственности
Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **78 110** (13) **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a200503019, 04.04.2005

(24) Effective date for property rights: 15.02.2007

(46) Publication date: 15.02.2007 **C12P** 5/00
20070101CFI20070115BHUA
C12M 1/107
20070101CLI20070115BHUA
C02F 11/04
20070101CLI20070115BHUA

(72) Inventor:

Adamenko Ivan Oleksiiiovych, UA,
Adamenko Oleksii Ivanovych, UA

(73) Proprietor:

Adamenko Ivan Oleksiiiovych, UA

(54) biogas fermenter

(57) Abstract:

The invention relates to recoverable energy sources and can be used in agriculture.

A biogas fermenter has an isolated working volume of methane fermentation, loading pumps, near-bottom mixing biomass and unloading old mud, floatability and thermostating facilities. A pressure sealed gas collector is made light transparent for the visible spectrum and is equipped with reverse immobilizer of methane

microorganisms with fissured light- and gas-intakes, disposed at the boundary of gas-suspension, and loading pump is equipped with hopper and screw feeders of mud or biomass.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 2, 15.02.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **78 110** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
a200503019, 04.04.2005

(24) Дата набуття чинності: 15.02.2007

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.02.2007C12P

5/00

20070101CFI20070115BHUA

C12M 1/107

20070101CLI20070115BHUA

C02F 11/04

20070101CLI20070115BHUA

(72) Винахідник(и):

Адаменко Іван Олексійович, UA,
Адаменко Олексій Іванович, UA

(73) Власник(и):

Адаменко Іван Олексійович, UA

(54) ФЕРМЕНТАТОР БІОГАЗУ

(57) Реферат:

Винахід належить до поновлюваних джерел енергії і може бути використаний у сільському господарстві.

Ферментер біогазу має ізольований робочий об'єм метанового бродіння, насоси завантаження, придонного перемішування біомаси і вивантаження старого мулу, засоби плавучості і

термостатування. Герметизований газозбірник виконано світлопрозорим для видимого спектра і обладнано обертовим іммобілізатором метанових мікроорганізмів з щілинними світло- і газопідводами, розміщеними на межі газ-суспензія, а насос завантаження обладнано бункером і шнековими подавачами мулу чи біомаси.

Опис винаходу

Винахід відноситься до поновлюваних джерел енергії і може бути використаний у сільському господарстві.

Ферментація органічної маси використовується у сільському господарстві, на очисних спорудах, при утилізації побутових і промислових викидів.

В Україні уже діє національна програма по використанню поновлюваних джерел енергії. Біогаз є складовою частиною цієї програми.

Даний винахід ставить мету використати енергію рослинних залишків, накопичуваних малими шарами у водоймах.

Україна має водойми з площею поверхні 2.10^{10} м^2 , великих річок з довжиною більше 5000 км - 14, довжиною 101-500 км - 123, довжиною 25-100 км - 968 довжиною 10-25 км - 3020, малих річок з довжиною до 10 км - 68790.

Озер є 20 тисяч, з них більше 7 тисяч мають площу поверхні води $0,1 \text{ км}^2$. Болота займають $1,2 \text{ млн. га}$. При цьому $0,9 \text{ млн. га}$ боліт мають поклади торфу. Ферментація мулу метановим бродінням має важливу перевагу: маса втратила клітинну структуру і підготовлена до метанового бродіння, продукти розділяються природно, без фільтрацій, сепарацій, відстоювання. Виділяється біогаз. Залишається шлам з важливими мінеральними речовинами, які підвищують родючість ґрунту.

Процес іде анаеробно в замкнутах об'ємах при температурі $30-60^\circ \text{C}$.

Перша біогазова установка в Україні була побудована на острові Хортиця в 1950 р. На очисних спорудах міст біогазові установки мають об'єми до 1000 м^3 . На фермах об'єм метантенків не перевищує 500 м^3 .

Приведено деякі дані біогазової установки Всесоюзного інституту електрифікації сільського господарства.

Ця установка є аналогом даного винаходу.

Якщо ферментер біогазу має об'єм 1 м^3 і завантажений біомасою з вологістю $K_b = 0,9-0,96$, то сухої речовини ($K_c = 1 - K_b = 10-0,04$), буде $100 \pm 40 \text{ кг}$, які дадуть від 20 до 80 кг біогазу (коефіцієнт ферментації $K_f = 0,5 \pm 0,8$ за 22 доби). За добу з однієї тони суспензії одержуємо $0,9-3,6 \text{ кг}$ біогазу з енергією

$$(0,9 \pm 3,6 \text{ кг}) \times (4 \pm 6,6) \text{ кВт.г} = 3,6 \pm 22,7 \text{ кВт.г}$$

Ферментер у повітрі при перепаді температур 50°C витрачає за добу

$$K_{\Delta O} \cdot h = 6 \text{ Вт/м}^2 \cdot 20^\circ \text{C} \cdot 24 \text{ г} \times 10^{-3} \text{ кВт.г} = 7,2 \text{ кВт.г/м}^2$$

Якщо ферментер має форму куба, то при $V = 1 \text{ м}^3$ поверхня має площу $S = 6 \text{ м}^2$, і загальні втрати енергії становитимуть $7,2 \times 6 = 43,2 \text{ кВт.г}$.

Ферментер об'ємом 1 м^3 явно недоцільний.

Одержати енергію з рослинних залишків можна при збільшенні масштабів установок, при зменшенні теплових втрат через бокові поверхні до значень $K = 1 \pm 2 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{C}$, при підвищенні вмісту сухої речовини, де $K_c = 0,2$ прискоренню циклу бродіння у 3-5 раз, використанні сонячної енергії для створення оптимальних умов для метанового бродіння.

Метанове бродіння викликає група мікроорганізмів, механізм взаємодії яких ще не досліджено, не виявлена роль дихання, джерел водню, вуглекислого газу.

Прототипом пристрою для ферментації служить біоенергетична установка для метанового бродіння. Описана в довіднику ["Теплиці та тепличні господарства", Київ, урожай, 1993 р., стор.422, стор.177, автори Г.Г.Шишко, В.О. Потапов, Л.Г. Суліма, Л.С. Чебанов].

Прототип має метантенк з системою обігрівання, збірну ємність, ємність теплообміну, газгольдер, гноезбірник і насоси для перекачування гною, теплоносія, шлаку. Анаеробний процес здійснюється у затемненому об'ємі.

Прототип використовує органічну масу викидів тваринницьких ферм, яка повинна бути ізольована від довкілля. Тому метантенки виконуються стійкими до корозії, здатними утримувати масу. На метантенки відносяться транспортні затрати та затрати на зберігання маси на протязі всього періоду ферментації, 22 доби.

Задачею винаходу є використанні мулу водойм, річок, боліт у тонких шарах, скорочення періоду ферментації, підвищення ефективності біогазу, виростити повноцінну маточну культуру - старий мул, підвищити вміст метану у біогазі.

Це досягнуто тим, що ферментер біогазу має ізольований робочий об'єм метанового бродіння, насоси завантаження, придонного переміщування біомаси і вивантаження старого мулу, засоби плавучості і термостатування, який відрізняється тим, що герметизований газозбірник виконано світло прозорим для видимого спектру і обладнано обертливим іммобілізатором метанових мікроорганізмів з щільними світло і газопідводами, розміщеними на межі газ-суспензія, а насос завантаження обладнано бункером і шнековими подавачами мулу чи біомаси.

Приведені креслення пояснюють суть винаходу.

При цьому: Фіг.1 - Схема ферментера біогазу

Фіг.2 - Схема розміщення мішалок і іммобілізатора

Фіг.3 - Підбирачі мулу.

Ферментер біогазу розміщений у воді і знаходиться на плаву при заповненому мулом остові (поз.1, Фіг.1). Остов має бокові стіни і днище, виконані із теплоізоляційного, плаваючого, з обігрівними елементами листового матеріалу, яким надана форма паралелепіпеда з розмірами b , l , h - шириною, довжиною, висотою, (m) об'ємом V і повною поверхнею

$$S = V \cdot 2 \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{l} + \frac{1}{h} \right) m^2, \text{ якщо } V \text{ має вимір у } [m^3]$$

Остов обладнано бункером 2, підбирачем мулу 3, іммобілізатором 4, донним перемішувачем 5, герметичним газовим куполом із світлопрозорого матеріалу 6, вивантажником старого мулу (шламу) 7, завантажувачем мулу 8.

Газозбірник має патрубок 9 для приєднання до газгольдера, розміщеного на березі.

Підбирач мулу 3 закріплюється на бункері 2 з можливістю рухатися з двома ступенями вільності: вверх-вниз і вправо-вліво. Підбирач має придонне закінчення у вигляді розрихлювача мулу 10, Фіг 3, який направляє мул до подаючого шнеку. Цим забезпечується збирання мулу у радіусі досяжності підбирача і наповнення мулом бункера 2 і робочого об'єму ферментатора-маточника.

Ферментер біогазу працює при заповненні робочого об'єму мулом з вологістю 0,8-0,9 і заповненні об'єму до рівня, що нижче лінії газового купола на висоту хвиль.

Заповнений мулом об'єм перемішується придонним розрихлювачем і іммобілізатором. В об'ємі підтримується однорідна рухлива суспензія із води і залишків рослинної і водоростевої маси. Вводиться маточна культура метанового бродіння. Для цього використовується бункер і насос завантаження. Включаються пристрої обігріву і досягається температура 55 °С. Включаються перемішувачі, розміщені на межі газ-суспензія, що служать іммобілізаторами і карболізаторами газу. Процес ферментації почався.

Аналоги і прототип використовують анаеробне метанове бродіння у закритому і затемненому об'ємі метантенків-циліндрів, висота яких досягає 10м.

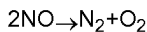
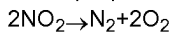
Ферментер біогазу по даному винаходу виконується плаваючим. Це вирішує питання міцності. Внутрішній тиск зрівноважується зовнішніми силами.

Друга особливість винаходу полягає у збільшенні розмірів горизонтальних. Тонший шар суспензії має більшу поверхню світлосприймання.

Третя особливість: анаеробний процес здійснюється при освітленні сонцем. Остов ферментера біогазу прикривається герметизованим світло прозорим для видимого спектру куполом-газозбірником.

Створюється газовий об'єм, у якому 67% метану і 33% вуглекислого газу. Це є недоліком. Метанові бактерії не можуть мати контактів з газовим середовищем. Винахід усуває цей недолік, розміщенням на межі газ-суспензія іммобілізатора із щілинами світло і газопідведення і переведенням об'ємного процесу бродіння у поверхневий.

Іммобілізатор обертається і продовжує процес вивільнення вуглецю із CO₂ і зв'язування водню з вуглецем у метан CH₄. Вуглекислий газ захватується із газового куполу і вноситься в суспензію. Метанові організми для свого росту в період дихання потребують кисню. Це є відомим фактором, який використовується в очисних спорудах для денітрифікації води. Метанові мікроорганізми в так званому старому мулі у затемненій частині очисника розривають молекули окислів азоту і забирають кисень



В очисних спорудах ці реакції проводяться в затемненій частині очисника тому, що у воді є водорості, які на світлі виробляють кисень і забезпечують ним метанових мікроорганізмів. У метантенку водоростей нема. Метанові мікроорганізми постійно потребують кисень і знаходять його у воді H₂O і у вуглекислому газі виробленого біогазу.

Енергія утворення метану із вуглецю і водню

$$A_{CH_4} = \Delta H_C + 4\Delta H_H - \Delta H_{CH_4} =$$

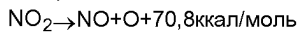
$$= 171 + 4 \cdot 52,1 - 17,9 = 397,5 \text{ ккал / моль}$$

Для порівняння:

$$A_{CO_2} = 192,2 \text{ ккал / моль}$$

$$A_{H_2O} = 221,6 \text{ ккал / моль}$$

Відщеплення кисню від окислу азоту потребує енергії



[В.Н. Кондратьев. Структура атомов и молекул. Москва. 1959 стр.524, стр.498].

Метанові мікроорганізми виконують велику роботу. Ферментери повинні створювати умови для їх росту і розвитку.

Молекули води мають менші сили зв'язку між атомами ніж молекули окислів азоту. Поживившись киснем, метанові мікроорганізми вивільняють водень і вуглець, які утворюють молекули метану, CH₄. Вуглець вивільняється із вуглекислого газу. Сонячне світло своїми квантами збуджує молекули води. При достатній енергії кванта відбувається фотоліз води і утворення йонів O²⁻ і 2[H⁺], які використовуються мікроорганізмами у всіх стадіях розкладу органічної маси. Збуджені молекули води швидше віддають кисень споживачам. Це підвищує швидкість ферментації. Сонячне світло постачає велику теплову енергію. Ця теплова енергія вноситься в масив суспензії.

Іммобілізатор виконано із сіток, що утримують мікроорганізми, в робочому об'ємі.

Маточна культура мікроорганізмів вноситься один раз. Швидкість росту маси мікроорганізмів в іммобілізаторах збільшується в 2 рази.

Іммобілізатор обертається. Відбувається постійна зміна світлового і темпового періодів і заміна маси

суспензії, яка виноситься на світло.

Відкритий до світла газозбірник сприймає сонячне випромінювання потужністю $1,3 \text{ кВт/м}^2$ на протязі 10-12 годин. Площа газозбірника $S=Bl$.

Енергетичний баланс ферментера-підбирача має сумарне надходження енергії

$$Q_{\text{пр}} = P \cdot S \cdot h_g = 1,3 \text{ кВт/м}^2 \cdot 4 \cdot 10 \text{ м}^2 \cdot 12^2 = 624 \text{ кВт.г}$$

і втрати енергії

$$Q_{\text{втр.}} = K \cdot S \cdot \Delta \theta h_{\text{доба}} = 2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C} \cdot 100 \text{ м}^2 \cdot 50 \text{ °C} \cdot 24 = 240 \text{ кВт.г}$$

Влітку ферментер не потребує спалювання виробленого біогазу для підтримання оптимальної температури робочого об'єму.

Для паралелепіпеда відношення поверхні до об'єму

$$\frac{S}{V} = 2 \left(\frac{1}{B} + \frac{1}{l} + \frac{1}{H} \right)$$

обернено - пропорційне до лінійних розмірів.

Витрати енергії зменшуються. Приток енергії збільшується. Ферментер може накопичувати сонячну енергію у вигляді тепла. Цьому сприяє мала висота мулу і значна площа, що сприймає тепло сонця.

Коефіцієнт вологості мулу у ферментері повинен бути $K_2=0,8$. Кількість сухої маси

$$M_{\text{сн}} = (1 - K_2) \gamma_V = 0,2 \cdot 1,50000 = 100 \text{ кг}$$

Вихід газу

$$M_{\text{газу}} = 0,8 M_{\text{с.р}} = 80 \text{ кг}$$

Маточна культура із ферментатора-маточника забирається із робочого об'єму через вивантажувальний насос. Біогаз накопичується у газгольдері, який приєднується до патрубку газозбірника.

Функціональні особливості ферментера біогазу полягають у наступному:

1. Ферментер біогазу має плавучість. Зовнішні сили і внутрішні тиски зрівноважуються, що дозволяє зменшити капітальні затрати.

2. Зменшення висоти робочого об'єму забезпечує потужний приток світлової енергії.

3. Світлова енергія у метановій ферментації прискорює ріст мікроорганізмів за рахунок фотолізу, підвищення розчинності і карболізації вуглекислого газу, що збільшує вихід біогазу і його цінність.

4. Ферментер біогазу пристосований до автономної роботи при малих товщинах шару мулу у водоймах і озерах.

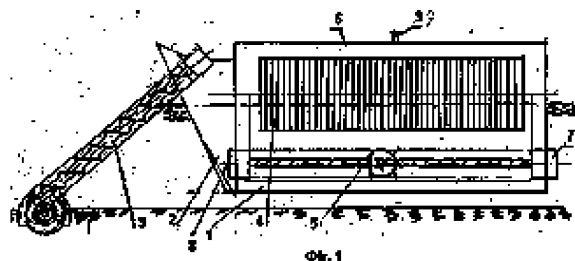
5. Розвинений іммобілізатор мікроорганізмів продовжує період дії метаноутворюючих мікроорганізмів, стимулює їх ріст, забезпечує киснем дихання і воднем для створення метану.

6. Освітлення метантенка не порушує його анаеробності.

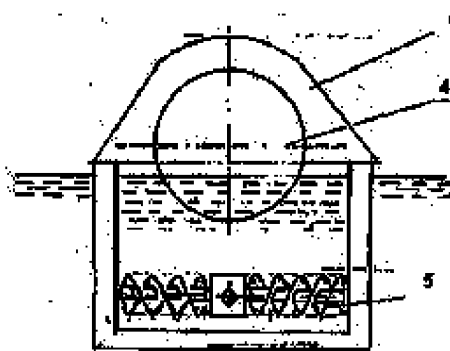
7. Ферментер біогазу може бути використаний як маточник і для автономної роботи на водоймах і на суші.

Формула винаходу

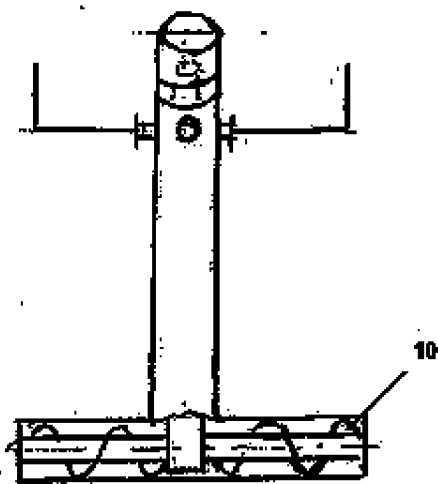
Ферментатор біогазу, що має ізольований робочий об'єм метанового бродіння, герметизований газозбірник, насоси завантаження, придонного перемішування біомаси і вивантаження старого мулу, засоби плавучості і термостатування, який відрізняється тим, що герметизований газозбірник виконано світлопрозорим для видимого спектра і обладнано обертовим іммобілізатором метанових мікроорганізмів з щілинними світло- і газопідводами, розміщеними на межі газ-суспензія, а насос завантаження обладнано бункером і шнековими подавачами мулу чи біомаси.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 2, 15.02.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.