



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85668 (13) C2
(51) МПК (2009)
C12M 1/00
C12P 5/00
C02F 11/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ФЕРМЕНТАЦІЇ

1

(21) а200502597
(22) 22.03.2005
(24) 25.02.2009
(46) 25.02.2009, Бюл.№ 4, 2009 р.
(72) АДАМЕНКО ІВАН ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, АДА-
МЕНКО ОЛЕКСІЙ ІВАНОВИЧ, UA
(73) АДАМЕНКО ІВАН ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA
(56) Шишко Г.Г. и др. Теплицы и тепличные хозяй-
ства. - К.: Урожай, 1993. - С. 177.
UA 37683, 15.05.2001
SU 1798333, 28.02.1993
RU 2164893, 10.04.2001
US 5478473, 26.12.1995
WO 8900151, 12.01.1989
SU 169874, 15.08.1991
(57) Пристрій для ферментації біомаси (водорос-
тей, мулу, торфу, рослинних залишків) для одер-
жання біогазу у воді без перевантажень і транспо-
ртування, який має метантенк з пристроями
перемішування, нагрівання, іммобілізатором, газо-
збірником, газгольдером, компресорами, насоса-
ми, трубопроводами, джерелом електроенергії і
пультом керування, який **відрізняється** тим, що
робочий об'єм пристрою створено між стінами кар-

2

каса, які виконані з теплоізоляцією і об'ємами для
зміни плавучості, і шнековими рушіями з електро-
приводами для самостійного плавання, обладнано
герметизованим світлопрозорим куполом, з'єдна-
ним із газгольдером, та рухливим газонадувним
днищем для відокремлення і теплоізоляції робочо-
го об'єму, яке має можливість намотуватися в ру-
лон при переїздах і перекидає дно, герметизуючи
його силами виштовхування із води, шнековим
розпушувачем, що переміщується по всій довжині і
глибині робочого об'єму, і обертовим іммобілізато-
ром, зануреним у біомасу на межі з газом, облад-
наним підтримуючими поверхнями сіток чи ниток
для подачі на них маточної культури метанових
бактерій, при цьому робочий об'єм пристрою для
ферментації з куполом, днищем, іммобілізатором,
шнековим розпушувачем з приводними двигуна-
ми виконаний як автономний плавзасіб, а джерело
електроенергії, газгольдер, маточник культури
метанових бактерій, компресори, насоси, пульт
керування розміщено на березі водойми чи на
іншому плавзасобі і з'єднано кабельними лініями і
газопідводами.

Винахід відноситься до енергетики і признача-
ється для виробництва біогазу із біомаси боліт,
річок, водойм.

Даний винахід вирішує задачу екології і вико-
ристання енергії рослинних і водоростевих залиш-
ків, накопичуваних у водоймах. Енергія вивільня-
ється метановим бродінням за допомогою
мезофільних і термофільних бактерій.

Процес іде анаеробно в замкнутих об'ємах при
температурах 30-60°C.

Останнім часом вносяться пропозиції викорис-
тати для бродіння бактерії сірко-водневі. Але роз-
чинений у воді сірко-водень дає сірчану кислоту.
Переваги по продуктивності процесу нівелюються
необхідністю захисту метал оконструкцій.

Сировинні ресурси для водоростевої енерге-
тики практично необмежені.

Україна має водойми з площею поверхні
 $2 \cdot 10^{10}$ м. Великих річок з довжиною більше 5 тис. км -
14, довжиною 101-500 км - 123, довжиною 25-100 км
968, довжиною 10-25 км - 3020, малих річок 68790.
Озер є 20 тисяч. Болота займають 1,2 млн. га. Малі
річки влітку заростають водоростями так, що зупи-
няються. На протязі 50 років водойми Дніпра зарос-
тають водоростями до катастрофічних густин,
при яких гине риба. Особливо загрозлива обста-
новка створюється перед насосними станціями
перекачування річок у водойми, магістральні кана-
ли зрошувальних систем.

Запаси енергії у мікроводоротях Дніпровського
каскаду щорічно досягаються 44 млрд. кВт.год, що
в 3 рази перевищує потенціал висотного перепаду
всього стоку.

(13) C2

(11) 85668

(19) UA

Ферментація водоростей і мулу метановим бродінням відрізняється високою надійністю. Продукти бродіння розділяються природно, без сепарацій, фільтрацій, відстоювання. Шлам, що залишається, має лужний показник по водневому числу $pH > 7$, значна частина шламів стає водорозчинною, гинуть паразити і гельмінти. Шлам із водоростей є кормом для риби.

Аналогами даного винаходу є установки тваринницьких ферм [1, 2, 3].

Перша метанова установка побудована на острові Хортиця в 1950 році.

Прототипом даного винаходу служить метантенк по [патенту SU 1669874 A1 від 15.08.91р.]

В метановому бродінні приймає участь кілька метанових бактерій:

Methanobacterium formicicum

Methanobacterium spirillum hun qati

Methanosarcina barkeri.

В [4] повідомляється, що японська фірма "Мацусіма електрик індастріал К" відкрили нову метанову бактерію *Methanobacterium kademensis* St 23, яка в 3 рази швидше здійснює метаногенез.

Механізм метанового бродіння описано в українській [3] і світовій [4] науковій літературі. Важливим елементом цього процесу є роль водню. По [4] водень є постачальником електронів. По [3] вільний водень з'єднується з вуглецем і утворює метан.

Але аналоги, прототип і науковці [3,4] не використали всіх особливостей метаногенезу. Метанобактерії потребують для свого розвитку кисень. Процес метанового бродіння анаеробний, без доступу повітря.

Розвинута культура метанобактерій - активний мул забирає кисень у окислів CO_2 , NO_2 , H_2O . Ці процеси використані в даному винаході.

В прототипі з метою підвищення продуктивності на 10-20% застосовано іммобілізатор, який виконано із базальтового волокна, розміщеного у металевому циліндрі, який обігрівается трубчатим теплообмінником.

В аналогах і в прототипі біомаса в метантенці подається насосами, під високим тиском. Цим створюється циркуляція і перемішування суспензії в метантенках.

Самі метантенки виконуються у вигляді металічних циліндрів на $500-1000m^3$, які протистоять корозії і розривним зусиллям, обумовленим внутрішніми тисками.

Задачею даного винаходу є використання енергії водоростей і мулу із боліт, річок і водойм.

Основною проблемою при цьому є транспортування. Потрібно виловити водорості, виловити рослини залишки, мул, загрузити метантенку, підвести тепло, створити і відвести збагачений метаном біогаз, інтенсифікувати процеси метаноутворення, включити в процес ферментації фотоліз води сонячним світлом. Ці задачі вирішує пристрій для ферментації.

Пристрій для ферментації має ферментатор, газгольдер, ресивер, компресори, насоси, маточник культури мікроорганізмів і відрізняється тим, що ферментатор виконано із тепло ізолюючими змінної плавучості стінами, розміщеними у поверхневому

шарі масиву для відокремлення, розмішування, заселення мікроорганізмами, підігрівання, освітлення і ферментації відокремленої частини біомаси, обладнаними світлопрозорим куполом, під яким на межі Газ-суспензії розміщено іммобілізатори у вигляді обертових циліндрів з підстилаючими поверхнями для струй шламів із маточника мікроорганізмів для введення на всю глибину оброблюваної біомаси і в об'єм біогазу, зібраному під куполом, нижче іммобілізаторів розміщено шнековий перемішувач, днище ферментера виконано надувним, притиснуванням до стінок силами виштовхування, намотуванням на барабани причіпкових стінок, а подовжні стінки обладнані шнековими двигачами, купол приєднано до газгольдера і газової мережі, змінні об'єми бокових стінок, надувні камери днища приєднані до ресивера і повітряної системи пристрою для ферментації.

Суть винаходу розкривають приведені малюнки. При цьому

Фіг.1. Схема метантенку

Фіг.2. Схема пристрою для ферментації

Фіг.3. Пристрій. Вид збоку.

Виділяємо розподіл обладнання на те, що розміщується у воді (поз.1, Фіг.1) і те, що розміщується на березі чи іншому плавзасобі (2, Фіг.1).

Обладнання на березі: газгольдер 7, ресивер 6, компресор 5, маточник культури мікроорганізмів 4, джерело електроенергії і пульт керування 3.

Набір цього обладнання є загальновідомим для будь-якого метантенку.

Особливості даного винаходу визначаються тим, що ферментер виконується самопливним. Стіни ферментера (1, Фіг.1) виконані із теплової ізоляції. Це можуть бути дошки із дерева, плити із дерев'яних стружок, панелі із багатошарових пластмас. Навантажень стіни не несуть. Стіни мають змінну плавучість. Це досягається, наприклад, двома камерами чи кувальськими піддувалами, прикріпленими на кожній із поздовжніх стін. В нижній частині стін розміщені шнекові двигачі (15, Фіг.2). Піднявши ферментер, можна самостійно насунути на масив водоростей, масив мулу чи сапропелю.

Вигрузних пристроїв і пристроїв завантаження нема.

Друга особливість - мала висота ферментера.

Об'єм ферментера: $V = l b H$, m^3 .

Поверхня ферментера у воді

$S = 1 \cdot b + 2(1 + b) H m^2$

На одиницю об'єму маємо поверхню

$$\frac{S}{V} = \frac{1}{H} + \frac{2}{b} + \frac{2}{1} \cdot \frac{1}{m}$$

Теплонадходження від Сонця за час t при потужності q і глибині H записується так:

$$\frac{Q}{V} = \frac{q t}{H}$$

Ці співвідношення показують, що при використанні сонячного тепла для нагрівання ферментера доцільно мати малу висоту стін.

Самоплавний пристрій для ферментації має корпус 8, світлопрозорий герметизований купол 12, поперечний розрихлювач 9, циліндри обертових іммобілізаторів 13, барабани приймачі рухли-

вого днища 10, поздовжні двигателі 15 з електроприводом 16.

Пристрій для ферментації працює так:

Завантаження. Для завантаження установки використовується дно. На барабани 10 (Фіг.3) намотується гумо-технічна тканина з надувними порожнинами. Барабани приводяться в рух електродвигунами. Весь пристрій піднімається краном і ставиться на болото, торф, водорості. Можливо насунути пристрій на водорості. Третій варіант: використання двигателів (поз.15,16).

Після установки на місце підводиться днище. Накачується повітря у порожнини. Дно прижимается до стінок силами витиснення із води предметів з меншою питомою вагою (закон Архімеда).

Подрібнення. Торф'яники, вищі водорості розпушуються за допомогою поперечного шнека (поз. 9) за допомогою електропривода. Шнек рухається вздовж всього ферментера.

Розбавлення. Метановий процес потребує високої (до 90%) вологості. Торф, очевидно, буде розбавлятися водою. На воді це досягається легко.

Обігрівання. Для обігрівання використовується літнє сонце і світловий день 10-16 год. на добу. !

Приток енергії $Q = I b q t$

$Q = 1-1,4 \text{ кВт/м}^2$; $t = 10 \text{ год} \cdot 1(\text{м})$, $b(\text{м})$ - розміри пристрою.

Подача активного мулу. Робота пристрою основана на використанні маточного метантенка для вирощування культури термофільних бактерій. Двотижнева культура подається струменем у пристрій на барабани іммобілізатора. Для ферментера іммобілізатори можуть бути ватяні. Наприклад, у прототипі використані базальтові мотки. Значно ефективніші іммобілізатори з барабанами, в яких використані сітки пластмасові з кроком 5х5мм і діаметром 1 мм. Такий барабан виносить старий активний мул у біогаз і здійснює метанізацію біогазу.

Звернемо увагу на обставину, що обертовий іммобілізатор постійно знаходиться у масі мулу (водорості), що розкладається, і у газі який зібраний куполом.

Якщо вміст метану в біогазі досягне 90-95% то теплотворна здатність газу досягне значень промислового підземного газу.

Вивантаження шлам. Найпростіше вивантажити шлам за допомогою перестановки пристрою краном.

Самопливний ферментер використовує змінну плавучість: ферментер піднімається на воді, включаються двигателі і змінюється позиція ферментера на масиві болота, води. На новому місці випускається повітря із балонів до розрахункового рівня.

Іммобілізатори виконують 5 важливих функцій:

1. вносять маточну культуру у об'єм ферментера,
2. перемішують суспензію,
3. виносять культуру мікроорганізмів у об'єм газу і здійснюють метанізацію біогазу,
4. виносять культуру мікроорганізмів на сонячне світло і використовують кисень і водень фотолізу води для росту культури,
5. переносять тепло Сонця у об'єм ферментера.

Пристрій для ферментації дозволяє використати енергію, накопичену у водоростях, сапропелі, торфу, без транспортування, на місці покладу чи накопичення.

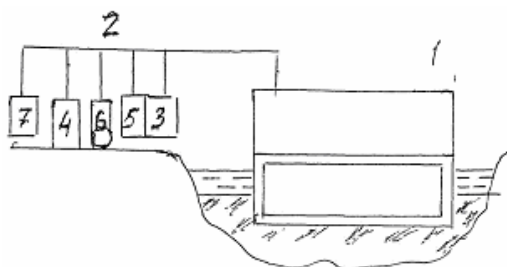
Якщо виконати стінки ферментера такими, що здатні витримати вмерзання у воду, то ферментер у воді взимку може бути більш економічним ніж ферментер на морозі -50°C . У воді температура не зменшується нижче $+4^{\circ}\text{C}$.

Таким чином: ферментер є самопливним газозбірником болотного газу, обладнаним іммобілізаторами, перемішувачами відокремленої від масиву частини мулу, сапропелю, водоростей. Розміщення ферментера у воді є надійним і вигідним.

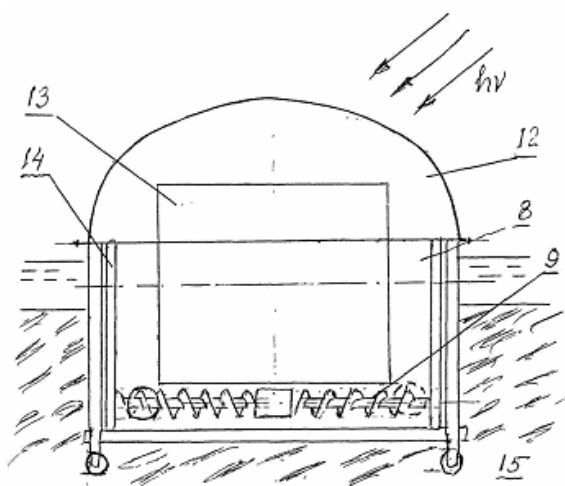
Основною небезпекою ферментера є хвилі. Ця обставина вимагає розміщення ферментера у затоках і масивах очерету.

Література:

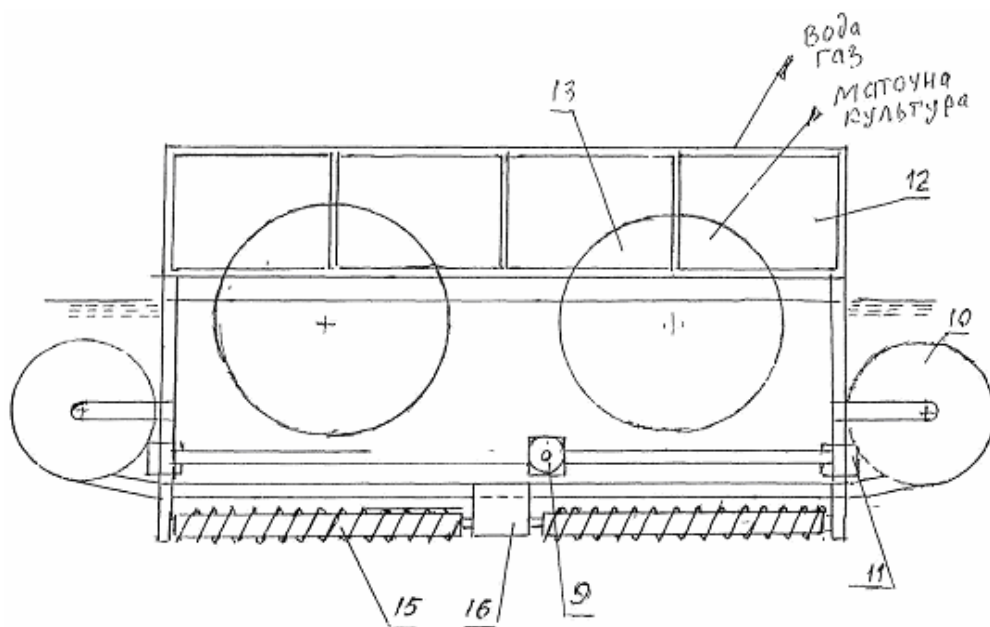
1. Теплиці та тепличні господарства Г.Г.Шишко та ін. Київ, Урожай, 1993р. стр.177.
2. Біохімічні основи мікробіологічних виробництв. Г.О.Нікітін Київ, Вища школа. 1992р. 319стр., 2-видання.
3. Винахід SU1669874 Al 15/08/91 Г.О.Нікітін і ін. Метантенк. Бюл. №30. 1991р. (прототип).
4. А.Самсон Биотехнология: свершения и надежды. И-во «Мир, Москва 1987г. 411стр.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3