

Иль-Бурзана С.А.

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2518307

### АНАЭРОБНЫЙ РЕАКТОР

Патентообладатель(ли): *Общество с ограниченной ответственностью "Центр новых энергетических технологий" (ООО "ЦНЭТ") (RU), Общество с ограниченной ответственностью "Гильдия М" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013106985

Приоритет изобретения **18 февраля 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **08 апреля 2014 г.**

Срок действия патента истекает **18 февраля 2033 г.**

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Б.П. Симонов*



МПК Кл. C02F 03/28  
C02F 11/04  
C05F 03/00  
C05F 03/06  
C08J 11/04  
C12M 01/100  
G02F 11/04  
G05F 03/06

## АНАЭРОБНЫЙ РЕАКТОР

Предлагаемое изобретение относится к биоэнергетике и может быть использовано в составе метантенков разных конструкций для увеличения их производительности.

Известны устройства аналогичного назначения, например аппараты метанового брожения финских фирм «Энбом» и «Мабби», шведской фирмы «Соригона», установки ФУ-30, ФУК-20, разработанные в Латвии В. Дубровским, У. Виестур [1] и др.

Данные устройства содержат корпус метантенка, разделенный на секции, систему подачи сырья, систему удаления сброженного остатка, нагреватели биомассы, систему перемешивания осадка в секциях и систему отвода газа.

Общим недостатком перечисленных устройств является наличие продуктов недоброда в остатке и значительное содержание (до 45 %) окиси и двуокиси углерода в биогазе на выходе метантенков. В аппаратах, представленных [1] на рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 (см. стр. 18...20) не предусматривается дополнительных узлов для улучшения параметров сброженного осадка и биогаза.

В любых биогазовых установках требуется обеспечить равномерность подачи субстрата, так как продукты обмена веществ каждой группы бактерий являются питательным веществом для последующей группы бактерий, причем они работают (выделяют газ) с различной скоростью [2].



Равномерность передачи субстрата в заданных объемах из одной секции в другую для создания условий оптимального выхода биогаза сложно обеспечить, в том числе, из-за разнообразия состава биосырья на входе метантенков.

В связи с изложенным, в перечисленных выше установках, а также в других метантенках [3, 4, 5, 6], например, «Метантенк» по авторскому свидетельству № 1353753, «Метановый биокультиватор» по патенту № 2093567, «Комплекс по переработке и обезвреживанию отходов» по патенту № 2162380, «Способ анаэробной переработки органических отходов и установка для его осуществления» по патенту № 2315721 и др. не предусматривается дополнительных условий обогащения вырабатываемого биогаза, а также – для улучшения параметров сброженного осадка.

Известен также патент РФ № 2099414 «Бытовой метантенк» [7], в котором предусматривается установка на его выходе колонны обогащения выходного сырья.

Метантенк содержит секционированный корпус, метановая секция которого соединена со входом колонны обогащения, выполненную в виде вертикального корпуса, разделенного горизонтальными перфорированными перегородками.

Жидкая составляющая послеброжевого остатка подается в колонну обогащения сверху, а биогаз – снизу. На горизонтальных перегородках размещена зернистая иммобилизирующая засыпка (перлит или керамзит).

В этом метантенке частично решена задача улучшения параметров сброженного осадка и обогащения биогаза.

К недостаткам его следует отнести:

- несущественное улучшение выходных параметров осадка и биогаза, так как используется только внутренние жидкая и газовая составляющие метантенка при их перемешивании в колонне, а процентные доли несброженного осадка и газа не определены и могут изменяться от состава исходного сырья;

- пористая иммобилизационная засыпка (перлит, керамзит и т.д.) засоряется и требует замены.

Наиболее близким по сути техническим решением (прототипом) является «Аккумулирующий метантенк» [8] по патенту № 2107043, являющийся дальнейшим развитием предыдущего патента того же автора.

Прототип содержит корпус, разделенный перегородками на камеры кислого, нейтрального, щелочного и метанового брожения с окнами и газовыми полостями, перемешивающие устройства в каждой камере, причем на выходе камеры метанового брожения подключена колонна для обогащения биогаза. Колонна разделена перфорированными горизонтальными перегородками на сборник биогаза и секции, заполненные иммобилизирующей засыпкой. Из камеры метанового брожения в камеру сверху вниз подается жидкая составляющая сброженного осадка, а снизу вверх – биогаз, при этом патрубок для отвода биогаза потребителю присоединен к верхней части колонны и дополнительно введен гидрозатвор для подачи биогаза в нижнюю часть колонны.

К недостаткам прототипа, так же как и по предыдущему патенту № 2099414, является несущественное улучшение выходных параметров сброженного осадка и биогаза. Это объясняется невозможностью управлять в колонне соотношением «несброженная часть осадка – биогаз», пропускаемых встречно через иммобилизирующую засыпку с метановыми бактериями.

Также недостатком является то, что засыпка требует периодической замены.

Задачей настоящего изобретения является устранение указанных недостатков.

Технический результат предлагаемого решения заключается в следующем:

- увеличение эффективности «Анаэробного реактора» за счет использования диафрагменного электрохимического электролизера, водород которого дополнительно подается совместно с выработанным биогазом в нижнюю часть колонны, анолит (кислая вода) – в гидролизную камеру, католит (щелочная вода) – в камеры нейтрального и метанового брожения;

- увеличение эффективности «Анаэробного реактора» за счет использования в качестве иммобилизирующей поверхности для метановых бактерий графитового войлока, имеющего чрезвычайно развитую поверхность.

В результате поиска по источникам патентной и научно-технической информации, совокупность признаков, характеризующая описываемый «Анаэробный реактор» нами не обнаружена.

Таким образом, предлагаемое техническое решение соответствует критерию «новое».

На основании сравнительного анализа, предложенного решения с известным уровнем техники можно утверждать, что между совокупностью отличительных признаков, выполняемых ими функций и достигаемой задачи, предложенное техническое решение не следует явным образом из уровня техники и соответствует критерию охраноспособности «изобретательский уровень».

Предложенное техническое решение может найти применение в любых метантенках для расширения их функциональных возможностей при сбраживании биомассы с различными свойствами.

На чертеже в разрезе изображена конструкция «Анаэробного реактора».

Реактор содержит термостатированный корпус 1, загрузочное устройство 2, камеры 3 брожения, перемешивающее субстрат устройство 4, колонну 5 обогащения биогаза, разделенную перегородками на сборник 6 биогаза и секции 7, заполненные засыпкой, патрубок 8, подключенный между выходом субстрата из корпуса и верхней частью колонны, патрубок 9, подключенный между верхней газовой частью корпуса и нижней частью колонны.

В реактор введен электрохимический электролизер 10, содержащий емкость 11 с пористой диафрагмой и электроды 12, 13, подключенные соответственно к положительному и отрицательному полюсам источника 14 питания. Вода на входы электролизера поступает от магистральной трубы 15 через вентиль 16. Водород в газовой форме ( $H_2$ ) с выхода 17 поступает через патрубок 18 в нижнюю часть колонны. Кислая вода (анолит) с выхода 19 через вентиль 20 и

патрубок 21 поступает на вход корпуса в гидролизную камеру кислого брожения, а излишки этой воды сливаются через вентиль 22.

Щелочная вода (католит) с выхода 23 через вентиль 24 и патрубки 25, 26 подается в другие камеры метанового брожения, а излишки этой воды сливаются через патрубок 27.

Биогаз из сборника колонны через штуцер 28 и гидравлический затвор 29 подается потребителю. Для достижения большей степени обогащения биогаза, часть его может быть повторно подана насосом 30 через патрубок 31 в нижнюю часть колонны. Сброженный субстрат удаляется из нижней части колонны с помощью разгрузочного устройства 32.

Для упрощения чертежа датчики pH, температуры, уровня субстрата и газовый анализатор состава выходного биогаза не показаны.

«Анаэробный реактор» работает следующим образом.

При очередной порционной загрузке в устройство 2 подготовленного сырья происходит перелив сброженного субстрата через патрубок 8 в верхнюю часть колонны 5 и перемещение его вниз через секции 7, заполненные засыпкой. Одновременно снизу через патрубок 9 поступает биогаз, а через патрубок 18 водород (H<sub>2</sub>).

В сброженном субстрате всегда содержится часть недоброда – не полностью сброженного сырья, а в биогазе до 45 % двуокиси углерода [2], которая обычно отделяется от метана уже после метантенков и используется для получения из нее «сухого» льда или сжатого газа в баллонах.

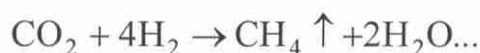
В книге Сассона А. Биотехнология: свершения и надежды [9] на стр. 275 указывается: «...помимо различных органических субстратов (таких, как уксусная кислота) донором электронов для метанобактерий служит водород, который продуцируется несколькими типами анаэробных бактерий...». И далее: «...при соединении с двуокисью углерода образуется метан...»



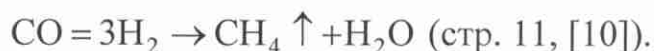
У авторов Янко В.Г., Янко Ю.Г. Обработка сточных вод и осадка в метантенках [10] на стр. 10, 11 также указывается: «Основную реакцию метанообразования можно записать в виде:



В этом уравнении под  $\text{H}_2\text{A}$  подразумевается органическое вещество, содержащее чистый водород, если исключить А, то в этом случае реакция восстановления примет вид:



Кроме того, возможны и другие пути образования метана. К ним можно отнести реакции восстановления окиси углерода при наличии водорода:



Таким образом, добавляя с электролизера через патрубок 18 чистый водород совместно с неочищенным биогазом, поступающим через патрубок 9, в секциях 7 колонны можно получить дополнительные объемы метана за счет уменьшения доли окиси и двуокиси углерода в выходном биогазе. Одновременно уменьшается объем недоброда, так как большее количество метановых бактерий участвуют в химических преобразованиях. Изменение процентного соотношения «метан – углекислый газ» контролируется датчиками и газоанализатором на выходе газа после штуцера 28.

Аналит с выхода 19 и катодит с выхода 23 электролизера подаются в камеры брожения в зависимости от требуемого рН для разных видов сырья.

Другой отличительной особенностью предлагаемого технического решения является заполнение секций засыпкой из углеродного войлока, имеющего чрезвычайно развитую поверхность. Например, поверхность пор всего 1 г углеродного волокнистого сорбента составляет по данным Рязанского военного автомобильного института  $2380 \text{ м}^2$  [11].

Подобные материалы выпускают ФГУП НПЦ «Углерод» [12] и РУП СПО «Химволокно» [13], например, углеродный войлок по ТУ 3497-029-11590737-04. Такого рода материалы допускают нагрев до  $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ , при котором происхо-



дит выгорание накопившегося мусора и после очищения войлока он может использоваться в секциях колонны многократно.

За счет развитой поверхности углеродного войлока молекулам водорода, метановым бактериям и молекулам углекислого газа обеспечивается большая поверхность контакта для их взаимодействия и образования дополнительного объема метана. Одновременно дображивается не сбродившаяся часть субстрата, перемещающаяся сверху вниз навстречу биогазу и водороду.

Большая степень обогащения биогаза за счет уменьшения содержания в нем  $\text{CO}_2$  и увеличения доли  $\text{CH}_4$  достигается неоднократной продувкой биогаза насосом 30, подающим биогаз с выхода колонны после гидравлического затвора 29 на вход в нижнюю часть колонны через патрубок 31.

Контролируя подачу необходимого объема водорода в колонну, а также — анализа и католита в другие камеры реактора, обеспечивая при этом оптимальные рН и температуру субстрата в камерах, представляется возможным существенно повысить объем получаемого метана и улучшить качество сброженного сырья.

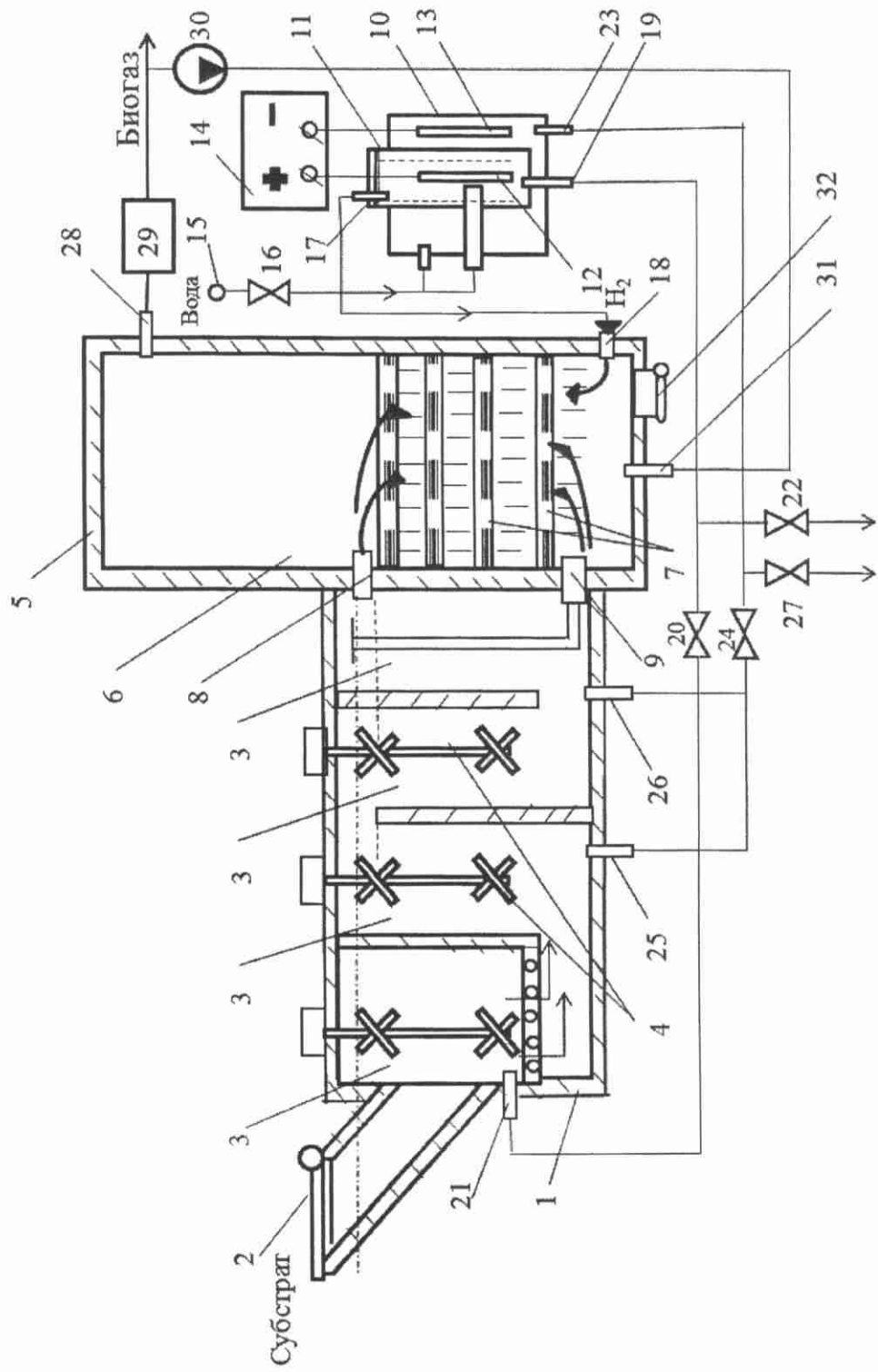
Предложенное техническое решение найдет широкое применение для использования в составе метантенков разных конструкций, с целью увеличения их производительности.



## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. У.Э Виестур, А.М. Кузнецов, В.В. Савенков. Системы ферментации. – Рига: Зинатне, 1986, 174 с.
2. «Процесс получения биогаза». Информационный материал фирмы ZORG [Электронный ресурс] [www.zorg-biogas.com](http://www.zorg-biogas.com).
3. Авторское свидетельство СССР № 1353753. МПК C02F 11/04. Метантенк. А.А. Ковалев и В.П. Лосяков. – № 4036561; заявл. 12.03.86, опубл. 23.11.87 (аналог).
4. Патент № 2093567 РФ. МПК C12M 1/107. Метановый биокультиватор. В.И. Тумченко. – № 95101288; заявл. 30.01.95, опубл. 20.10.97 (аналог).
5. Патент № 2162380 РФ. МПК B09B 3/00, A61L 11/00, C05F 9/00, C05F 9/04. Комплекс по переработке и обезвреживанию отходов. Р.Ф. Чиж, А.Н. Чумаков, В.В. Дегтярев. – № 99115398; заявл. 21.07.99, опубл. 27.01.2001 (аналог).
6. Патент № 2315721 РФ. МПК C02F 3/28, C02F 11/04. Способ анаэробной переработки органических отходов и установка для его осуществления. В.В. Мохов, Е.В. Фомичева. – № 20061103378; заявл. 03.04.2006, опубл. 27.01.2008 (аналог).
7. Патент № 2099414 РФ. МПК C12M 1/107. Бытовой метантенк. В.И. Тумченко. – № 95100620; заявл. 17.01.95, опубл. 20.12.97 (аналог).
8. Патент № 2107043 РФ. МПК C02F 11/04. Аккумулирующий метантенк. В.И. Тумченко. – № 95100994; заявл. 17.01.95; опубл. 20.03.98 (прототип).
9. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. Пер. с англ., под ред. В.Г. Дебабова, М. – Мир, 1987, 411 с.
10. Янко В.Г., Янко Ю.Г. Обработка сточных вод и осадка в метантенках, Киев, 1978, 120 с.
11. Журнал «Изобретатель и рационализатор», № 6, 2001, с. 13 «Этот многогранный сорбент».
12. Продукция ФГУП НПЦ «Углерод», 129090, Москва, Протопоповский пер., д. 9.

# Анаэробный реактор



## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Анаэробный реактор, содержащий корпус с камерами гидролизного и метанового брожения, устройство загрузки субстрата, устройство для его перемешивания в камерах, гидравлический затвор, колонну для обогащения биогаза, разделенную перегородками на сборник биогаза и секции, заполненные иммобилизирующей засыпкой, патрубки, один из которых соединен между выходом субстрата из корпуса реактора и верхней частью колонны, другой подключен между выходом биогаза из корпуса реактора и нижней частью колонны, отличающийся тем, что дополнительно введен диафрагменный электролизер, выход которого с газом водородом подключен к нижней части колонны, выход с анализом – к входу корпуса в гидролизную камеру, выход электролизера с католитом соединен с камерами метанового брожения, а к выходу сборника биогаза подключен гидравлический затвор, причем в качестве засыпки в секциях колонны обогащения газа использован волокнистый графитовый материал с большой развитой поверхностью.
2. Анаэробный реактор по п. 1, отличающийся тем, что между гидравлическим затвором на выходе биогаза из колонны и патрубком в нижней части колонны включен дополнительно введенный насос.

## РЕФЕРАТ

Название изобретения: Анаэробный реактор.

Использование: Сбраживание биоресурсов с целью увеличения объемов получаемого в метантенках биогаза.

Сущность изобретения: Содержит корпус с камерами гидролизного и метанового брожения, устройства загрузки и перемешивания субстрата в камерах, гидравлический затвор и колонну для обогащения биогаза, разделенную перегородками на сборник биогаза и секции, заполненные иммобилизирующей засыпкой.

Корпус и колонна соединяются двумя патрубками, один из которых соединен между выходом субстрата из корпуса реактора и верхней частью колонны, другой подключен между выходом биогаза из корпуса реактора и нижней частью колонны.

В реактор дополнительно введен диафрагменный электролизер, выход которого с газом водородом подключен к нижней части колонны, выход с аналитом – к входу корпуса в гидролизную камеру, выход электролизера с катодом соединен с камерами метанового брожения.

К выходу сборника биогаза в колонне подключен гидравлический затвор, после которого биогаз направляется потребителю.

Кроме того, в качестве засыпки в секциях колонны обогащения газа использован волокнистый графитовый материал с большой развитой поверхностью, а между гидравлическим затвором на выходе биогаза из колонны и патрубком в нижней части колонны включен насос для повторной продувки через нее биогаза.