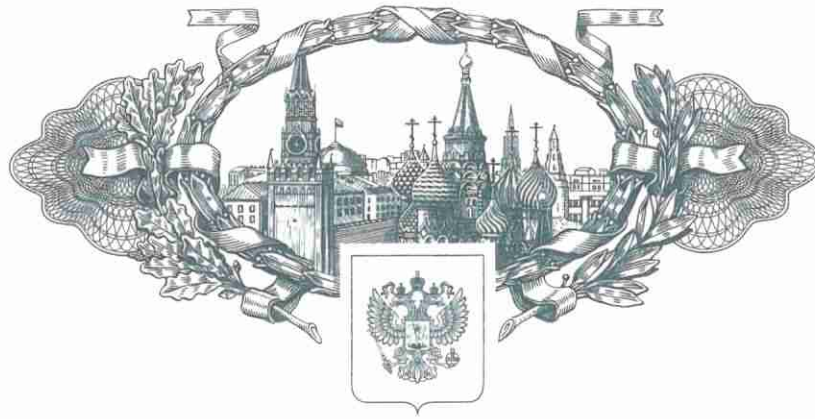


№ 2536988 А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2536988

РЕАКТОР АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ

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 № 2013107920

Приоритет изобретения **21 февраля 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **30 октября 2014 г.**

Срок действия патента истекает **21 февраля 2033 г.**

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий





(51) МПК

C02F 9/14 (2006.01)
 C02F 11/04 (2006.01)
 C02F 1/461 (2006.01)
 C05F 3/06 (2006.01)
 B09B 3/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013107920/05, 21.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.02.2013

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2014 Бюл. № 24

(45) Опубликовано: 27.12.2014 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2315721 C1, 27.01.2008. RU 2107043 C1, 20.03.1998. RU 2149897 C1, 27.05.2000. RU 56151 U, 10.01.2011. WO 2011000084 A1, 06.01.2011

Адрес для переписки:

620049, г.Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1, кв.
22, Попову Александру Ильичу

(72) Автор(ы):

Попов Александр Ильич (RU),
 Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU),
 Бурдин Игорь Анатольевич (RU),
 Горелый Константин Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(54) РЕАКТОР АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ

(57) Реферат:

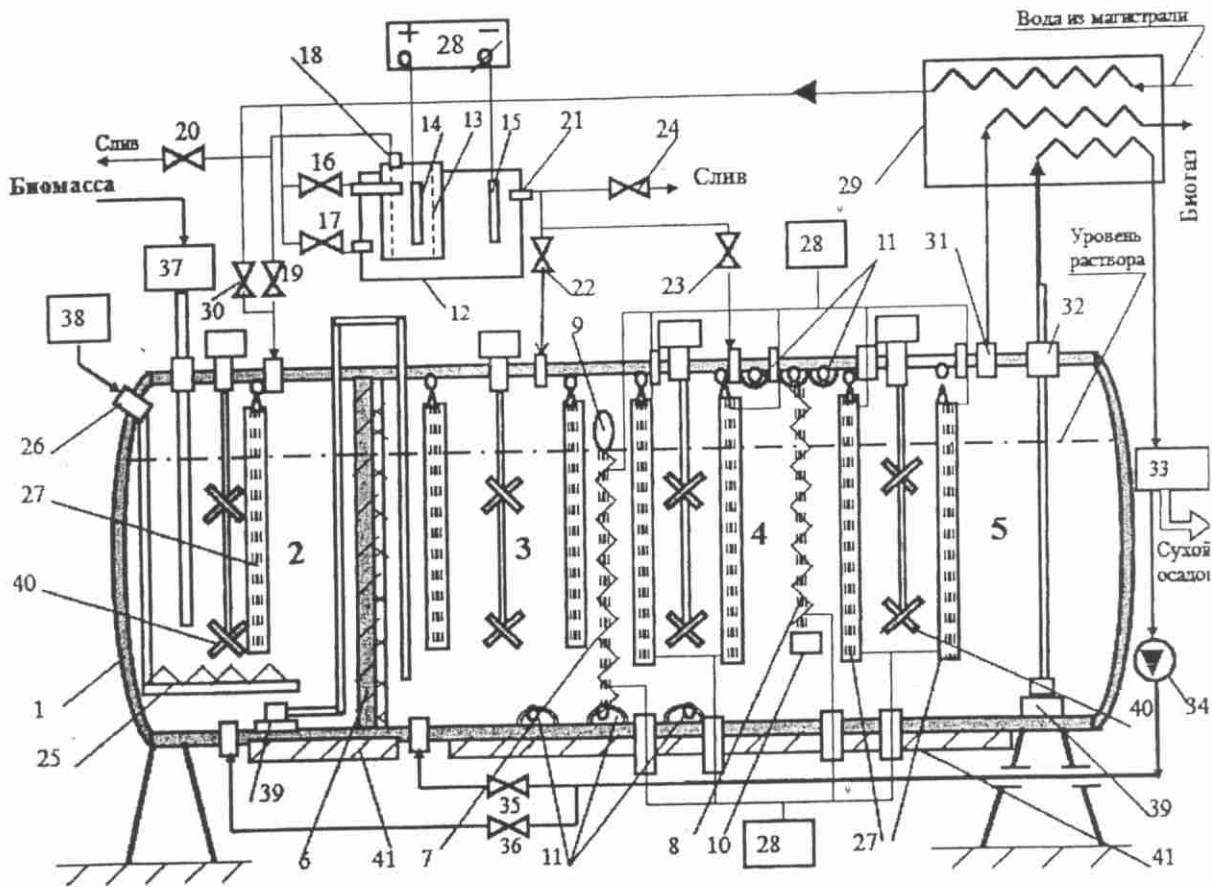
Изобретение относится к биоэнергетике и может быть использовано качестве универсального метантенка для переработки навоза животных, птиц, бытовых и сельскохозяйственных отходов в метан и в органическое удобрение. Реактор анаэробной переработки биомассы содержит корпус 1 в виде герметично закрытой емкости, включающей четыре секции: подготовительную (кислую) 2, нейтрального 3, щелочного 4 и метанового брожения 5, разделенные вертикальными перегородками 6, 7, 8. Реактор дополнительно

оснащен диафрагменным электролизером 12, один выход 18 которого с раствором аналита подключен к секции кислого брожения 2, а другой его выход 21 с раствором католита соединен с секциями нейтрального 3 и щелочного брожения 4. В корпусе 1 реактора по его длине выполнены дополнительные узлы 11 крепления вертикальных перегородок 6, 7, 8, выполненных с возможностью перестановки с изменением объемов секций брожения. Изобретение позволяет увеличить эффективность реактора анаэробной переработки биомассы. 5 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU
 2 536 988
 C 2

RU
 2 536 988
 C 2

RU 2536988 C2



RU 2536988 C2

Предлагаемое изобретение относится к биоэнергетике и может быть использовано в качестве универсального метантенка для переработки в метан и в органическое удобрение навоза животных, птиц, бытовых и других сельскохозяйственных отходов.

Известны устройства аналогичного назначения [1, 2, 3, 4], например «Способ приготовления органических удобрений» по авторскому свидетельству №433114, «Метантенк» по авторскому свидетельству №1353753, «Метановый биокультиватор» по патенту №2093567, «Комплекс по переработке и обезвреживанию отходов» по патенту №2162380 и др.

Данные устройства содержат корпус метантенка, разделенный на секции, нагреватели биомассы, системы подачи сырья и удаления готового продукта, систему перемешивания осадка в метантенках и систему отвода газа.

Перечисленные выше устройства имеют разное конструктивное оформление, но не являются универсальными и предназначены, как правило, для переработки одного какого-либо вида отходов.

Например, птичий помет и спиртовая барда не перерабатываются в биогаз в обычном реакторе-ферментаторе и в него требуется дополнительно устанавливать реактор гидролиза, чтобы управлять уровнем кислотности, иначе бактерии могут погибнуть из-за повышенного содержания кислот или щелочей. Управление балансом «кислота-щелочь» также позволяет увеличить выход метана.

Подобные нововведения в перечисленных аналогах отсутствуют.

Наиболее близким по сути техническим решением (прототипом) является «Способ анаэробной переработки органических отходов и установка для его осуществления» [5] по патенту РФ №2315721.

Данная установка содержит анаэробный биореактор с нагревателем биомассы, систему подачи исходного сырья, систему удаления биогаза, систему удаления жидкого органического удобрения, систему управления процессом, причем биореактор разделен перегородками на четыре секции брожения, введена система подготовки исходного сырья с устройством измельчения, подогрева и смешения с перебродившим шламом, а также устройство интенсивного перемешивания биомассы внутри анаэробного реактора.

Недостатком этой установки является ее сложность, что снижает надежность работы установки и увеличивает себестоимость. В данном устройстве не предусмотрено взаимное изменение объемов секций брожения в зависимости от видов сырья, что снижает его эффективность, в том числе и в связи с переходом с одного режима сбродивания на другой. В работе [6] на стр.6 указывается целесообразный объем реактора в зависимости от количества навоза, получаемого от крупного рогатого скота, свиней, лошадей или кур.

Кроме того, в работе [7] на стр.21 также подтверждается мнение, что «... ввиду разнообразия перерабатываемых отходов и других факторов в настоящее время нельзя ограничиваться одной или несколькими конструкциями метантенков ...».

Другим недостатком прототипа является невозможность управления в нем балансом «кислота-щелочь» в соответствующих секциях метантенка, что не позволяет оптимально влиять на выход биогаза.

Также недостатком прототипа является использование насосов для интенсивного перемешивания биомассы с целью выравнивания температуры в биореакторе. В работе [7], стр.21 указано: «... Максимальное выделение метана обнаружено при весьма низкой интенсивности перемешивания, обеспечивающей лишь гомогенизацию бродящей жидкости... Таким образом, основной задачей перемешивания является предотвращение

оседания материала, разрушение верхней корки, десорбция биогаза и обеспечение гомогенности культуральной жидкости по физико-химическим параметрам; прямого влияния перемешивания на интенсивность метанового брожения через механизмы массопередачи в наших экспериментах обнаружить не удалось». В других работах также подтверждается, что интенсивное перемешивание биомассы разрушает уже сложившиеся кластеры метановых бактерий и ухудшает их адгезию к внутренним поверхностям метантенка.

Задачей настоящего изобретения является устранение указанных недостатков.

Технический результат предлагаемого решения заключается в следующем:

10 - увеличение эффективности реактора за счет использования диафрагменного электрохимического электролизера и управления баланса «кислота-щелочь» путем ускорения создания в соответствующих секциях оптимального для них кислого, нейтрального, щелочного или метанового брожения. Кроме того, увеличение эффективности реактора достигается за счет создания оптимального соотношения 15 объемов секций реактора путем переустановки перегородок внутри метантенка под конкретные виды сырья и условия сбраживания. Например, ОАО «Агромед» рекомендует при использовании навоза крупного рогатого скота соотношение объемов секций гидролиза - кислого брожения - метанообразования как 1:2:4. Для другого типа сырья соотношение объемов камер изменится;

20 - увеличение эффективности за счет выполнения перегородок из эластичных токопроводящих материалов, подключенных к низковольтному источнику тока, что позволяет создать на их поверхности оптимальную температуру для адгезии и размножения метановых бактерий, а также прогревать слой сбраживаемой биомассы по высоте реактора, не увеличивая интенсивность работы мешалок;

25 - увеличение эффективности реактора за счет размещения внутри секций подвешенных мелкоячеистых сеток из волокнистого материала, иммобилизирующих на своих поверхностях соответствующий данной секции класс бактерий;

30 - увеличение эффективности реактора за счет выполнения мелкоячеистой сетки из токопроводящего графитового войлока, подключенного к источнику питания, что позволяет дополнительно нагревать биомассу и улучшать иммобилизацию бактерий на их поверхности;

- увеличение эффективности реактора за счет ввода в подготовительную (кислую) секцию воздушного аэратора жидкости и ввода части отсепарированной от твердого осадка жидкости из секции метанового брожения;

35 - увеличение эффективности реактора за счет использования дополнительного теплообменника, две теплообменные поверхности которого подключены к выходу твердого осадка и к выходу биогаза, обладающих накопленной теплотой, а третья теплообменная поверхность - ко входу добавочной воды из магистрали, что позволяет экономить энергию на нагрев ее до требуемой температуры.

40 В результате поиска по источникам патентной и научно-технической информации, совокупность признаков, характеризующая описываемый «Реактор анаэробной переработки биомассы», нами не обнаружена.

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

45 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, по нашему мнению, критерию охраноспособности «изобретательский уровень».

Предложенное техническое решение может найти применение в качестве универсального метантенка для сбраживания различной биомассы.

На чертеже в разрезе изображена конструкция «Реактора анаэробной переработки биомассы».

5 Реактор содержит термостатированный корпус 1 с секциями 2, 3, 4, 5 соответственно: подготовительного (кислого), нейтрального, щелочного и метанового брожения, разделенных перегородками 6, 7, 8, причем конструктивно жесткая перегородка 6
10 утеплена, например, графитированным войлоком [8, 9], чтобы более низкая температура секции 2 при загрузке ее новой порцией биомассы не дестабилизировала установившуюся оптимальную температуру в соседней секции 3. Перегородки 7 и 8 могут быть также
15 выполнены в виде жестких плоскостей, покрытых токопроводящей углеродной тканью, либо могут быть изготовлены из эластичной токопроводящей углеродной ткани [8, 9, 11] типа ВВКН-46-110 по ТУ 3497-005-11590737 или же жесткие плоскости покрываются углеродным войлоком по ТУ 3497-029-11590373-04.

15 Если перегородки 7 и 8 выполнены из эластичной ткани, то в вертикальной плоскости перегородки удерживают поплавки 9 и груз 10. Изменение объема секций достигается перестановкой перегородок на новые электрически изолированные узлы 11 их крепления.

Электрохимический электролизер 12 имеет емкость 13 с пористой диафрагмой и электроды 14 и 15, подключенные соответственно к положительному и отрицательному
20 полюсам источника питания. Вода на входы электролизера поступает через вентили 16, 17, а с выхода 18 ионы водорода (анодит) подаются через вентиль 19 в секцию 2 (кислая вода), причем их избыток через вентиль 20 выпускается на слив в атмосферу. С другого выхода 21 гидролизера 12 ионы гидроксильной группы (катодит - щелочная
25 вода) через вентили 22 и 23 подаются в другие секции реактора, при этом по датчикам рН (не показаны на чертеже) осуществляется непрерывный контроль концентрации водородных ионов. В работе [10] на стр.9 указывается, что «... Как правило, бактерии более активны при рН 6,4÷7,2. При $8 < \text{pH} < 6$ скорость роста бактерий быстро падает». По максимально контролируемой скорости выхода биогаза процесс брожения
30 разделяется на фазы кислотного, регрессии кислотного (нейтрального) и щелочного брожения с оптимальным рН для каждой секции.

Излишки щелочной воды удаляются через вентиль 24. В секции гидролиза установлен аэратор 25, на вход 26 которого подается сжатый воздух, а в каждую секцию введены вертикальные мелкоячеистые сетки 27 из волокнистого материала с большой развитой
поверхностью.

35 Если сетки выполнены не из стекловолокнистого материала, а из электропроводной ткани [11], то они крепятся на электроизоляторах, а их концы, так же как и концы токопроводящих перегородок 7 и 8, подключаются к низковольтному источнику питания 28.

Вода из магистрали подается через теплообменник 29 в электролизер 12 и через
40 вентиль 30 - на вход реактора, причем с одного выхода 31 реактора биогаз, а с другого его выхода 32 переброженная биомасса, обладающие накопленной тепловой энергией, проходят через разные теплообменные поверхности теплообменника, подогревая воду из магистрали. Это позволяет экономить энергию на подогрев и поддержание оптимальной температуры в реакторе.

45 Биогаз передается далее на очистку и в газгольдер (не показано на чертеже). Переброженная биомасса поступает в систему удаления жидкого удобрения на сепаратор 33, где отделяется твердый осадок, а жидкая фаза, еще сохраняющая тепло, насосом 34 подается через вентили 35 и 36 в разные секции реактора.

Реактор также содержит систему подачи исходного сырья в виде пресс-экструдера 37 для диспергирования поступающего сырья, компрессор 38 или источник сжатого воздуха, насосы 39, мешалки 40 с электроприводом в каждой секции, систему основного нагрева биомассы, например, по схеме «теплого пола» 41, датчики рН уровня интенсивности выхода биогаза. Датчики контроля параметров реактора и система его автоматического управления не показаны.

Реактор анаэробной переработки биомассы работает следующим образом.

В зависимости от вида перерабатываемого сырья устанавливается требуемый объем секций 3, 4, 5 в корпусе 1 реактора. Для этого перегородки 7 и 8 переустанавливаются на новые электрически изолированные узлы 11 их крепления. Если перегородки 7 и 8 выполняются из эластичного материала, то перегородка 7, закрепленная внизу в вертикальной плоскости, удерживается поплавком 9, а перегородка 8, закрепленная сверху, натягивается и устанавливается в вертикальной плоскости грузом 10.

Биомасса диспергируется в пресс-экструдере 37 и поступает в секцию 2, в которую также подается вода из магистрали через вентиль 30, а через вентиль 19 поступает кислая вода (анолит) с выхода 18 электролизера и часть сброженной воды через вентиль 36 с выхода реактора.

При первоначальном запуске реактора, а также при пониженных температурах поступающего воздуха основной нагрев биомассы осуществляется системой подогрева 41, а дополнительный подогрев с целью точного и равномерного поддержания температуры обеспечивается токопроводящими поверхностями перегородок 7, 8 и сеток 27 с развитой волокнистой поверхностью.

Для активизации жизнедеятельности кислотных бактерий в секцию 2 через аэратор 25 подается от компрессора 38 сжатый воздух в виде множества мелких всплывающих пузырьков [12, 13]. Аэраторы широко используются во флотационной технике.

Подготовленный в секции 2 раствор биомассы насосом 39 подается в секцию 3 нейтрального брожения. В эту же секцию с выхода 21 электролизера 12 через вентиль 22 поступает католит (щелочная вода), а через вентиль 35 - часть сброженной воды с выхода реактора.

При выборе по показаниям датчиков оптимального рН в секциях 2 и 3 излишняя кислая вода сливается через вентиль 20, а щелочная излишняя - через вентиль 24.

Через вентиль 35 поступает основная часть жидкости, отсепарированной сепаратором 33, что позволяет сохранить в обороте тепловую энергию и полезные метановые бактерии.

Добавление холодной биомассы и воды из магистрали влияет на температуру раствора в секции 2, поэтому чтобы уменьшить его влияние на температуру раствора секции 3 перегородка 6 между этими секциями утепляется.

Метановые бактерии в секции 3 накапливаются на развитых поверхностях сеток 27 и перегородки 7. При работе мешалок 40 в каждой секции происходят колебательные движения сеток и перегородок, что увеличивает время контакта со свободноплавающими метановыми бактериями и ускоряет процесс формирования кластеров бактерий, оседающих на их поверхностях.

При очередной загрузке раствора из секции 2 в секцию 3 в последней происходит перемещение аналогичного объема раствора через верх и боковые неплотности перегородки 7 в секцию 4 щелочного брожения. Через вентиль 23 в эту секцию также можно добавить по показаниям датчиков рН и датчиков выхода метана необходимое количество щелочной воды с выхода 21 электролизера 12, чтобы усилить метановое брожение.

Суточное изменение температуры раствора в метатенках, обеспечивающее оптимальное размножение метановых бактерий, должно находиться [7, 10] в пределах 1...3°C.

В предлагаемом реакторе более точное поддержание температуры раствора достигается за счет нагрева токопроводящих поверхностей перегородок 7, 8 и сеток 27 от низковольтного источника питания 28.

Из секции 4 раствор поступает между дном корпуса и нижним концом перегородки 8 (грузом 10), а также через боковые неплотности перегородки в секцию 5 на окончательное дображивание.

Подключение на выходе реактора теплообменника 29 дает возможность использовать тепло вырабатываемого биогаза и тепло сброженного раствора для подогрева воды из магистрали, что позволяет также экономить часть энергетических ресурсов.

При обеспечении оптимального контроля pH и температуры раствора в каждой секции реактора может быть достигнута максимальная производительность установки.

Предложенный реактор найдет широкое применение в качестве универсального метатенка для анаэробной переработки биомасс с различными свойствами.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Авторское свидетельство СССР №433114, МПК C05F 3/00. Способ приготовления органических удобрений. В.П. Лосяков. - №1835755; заявл. 12.10.72, опубл. 25.06.74. (аналог).
2. Авторское свидетельство СССР №1353753, МПК C02F 11/04. Метатенк. А.А. Ковалев и В.П. Лосяков - №4036561; заявл. 12.03.86, опубл. 23.11.87 (аналог).
3. Патент №2093567 Российская Федерация. МПК C12M 1/107. Метановый биокультиватор. В.И. Тумченко. - №95101288; заявл. 30.01.95, опубл. 20.10.97 (аналог).
4. Патент №2162380 Российская Федерация, 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).
5. Патент №2315721 Российская Федерация, МПК C02F 3/28, C02F 11/04. Способ анаэробной переработки органических отходов и установка для его осуществления. В.В. Мохов, Е.В. Фомичева. - №2006110378; заявл. 03.04.2006, опубл. 27.01.2008 (прототип).
6. Строительство биогазовых установок. Краткое руководство. Программа развития Организации Объединенных Наций. UNDP, Бишкек, 2006, с.27.
7. У.Э. Виестур, А.М. Кузнецов, В.В. Савенков. Системы ферментации. - Рига: Зинатне, 1986, 174 с.
8. Продукция ФГУП НПЦ «Углерод», 129090, Москва, Протопоповский пер., д. 9.
9. Ткани углеродные РУП СПО «Химволокно». 247400, Светлогорск, ул. Заводская, 5 [Электронный ресурс] www.sohim.open.by.
10. Янко В.Г., Янко Ю.Г. Обработка сточных вод и осадка в метатенках, К., 1978, 120 с.
11. Журнал «Изобретатель и рационализатор», №6, 2001, с.13, «Этот многогранный сорбент».
12. Авторское свидетельство №1139713 СССР, МПК C02F 3/20. Н.Ф. Мещеряков. Устройство для аэрации жидкости.
13. Авторское свидетельство №1341167 СССР, МПК C02F 3/20. А.Р. Гросс. Устройство для аэрации жидкости.

Формула изобретения

1. Реактор анаэробной переработки биомассы, содержащий корпус в виде герметично закрытой емкости, четыре секции: подготовительную (кислую), нейтрального, щелочного и метанового брожения, разделенные вертикальными перегородками, основной нагреватель биомассы, систему подачи исходного сырья, систему удаления биогаза, систему удаления жидкого органического удобрения, устройство перемешивания биомассы, датчики контроля pH, датчики уровня раствора в корпусе, датчики интенсивности образования биогаза, отличающийся тем, что введен диафрагменный электролизер, один выход которого с раствором аналита подключен к секции кислого брожения, а другой его выход с раствором католита соединен с секциями нейтрального и щелочного брожения, причем в корпусе реактора выполнены по его длине дополнительные узлы крепления вертикальных перегородок, выполненных с возможностью перестановки с изменением объемов секций брожения.

2. Реактор анаэробной переработки биомассы по п.1, отличающийся тем, что перегородки выполнены в виде эластичных токопроводящих перегородок, подключенных к источнику питания для дополнительного нагрева биомассы и соединенных для поддержания вертикального положения с поплавком и с грузом.

3. Реактор анаэробной переработки биомассы по п.1, отличающийся тем, что в каждую секцию реактора введены расположенные вертикально мелкоячеистые сетки из волокнистого материала с развитой поверхностью.

4. Реактор анаэробной переработки биомассы по п.3, отличающийся тем, что мелкоячеистые сетки, выполненные из токопроводящего графитового войлока, подключены к источнику питания для дополнительного нагрева биомассы и иммобилизации на их поверхности бактерий.

5. Реактор анаэробной переработки биомассы по п.1, отличающийся тем, что в секцию кислого брожения введен аэратор, подключенный к воздушному компрессору.

6. Реактор анаэробной переработки биомассы по п.1, отличающийся тем, что к выходу секции метанового брожения присоединен теплообменник, одна теплообменная поверхность которого подключена на выход биогаза, другая - на выход переброженной биомассы, а третья теплообменная поверхность присоединена к входу воды в реактор из магистрали.

35

40

45