



(51) МПК  
*C12M* 1/42 (2006.01)  
*C05F* 3/06 (2006.01)  
*C05F* 9/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013140555/10, 02.09.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 02.09.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.09.2013

(45) Опубликовано: 20.12.2014 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
 поиске: WO2005001976 A1, 06.01.2005.  
 RU2033254 C1, 20.04.1995. RU25845 U1,  
 27.10.2002. RU88670 U1, 20.11.2009. EA  
 2010170986 A1, 29.04.2011. RU104286 U1,  
 10.05.2011

Адрес для переписки:

620026, г. Екатеринбург, а/я 26, филиал ООО  
 "Юридическая фирма Городиский и Партнеры"  
 в г. Екатеринбурге, Егорову Сергею  
 Геннадьевичу

(72) Автор(ы):

Пастухов Дмитрий Михайлович (RU),  
 Смотрицкий Александр Андреевич (RU),  
 Смотрицкий Андрей Владимирович (RU),  
 Смотрицкая Татьяна Андреевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
 "Научная интеграция" (RU)

(54) СПОСОБ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ  
 ОТХОДОВ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

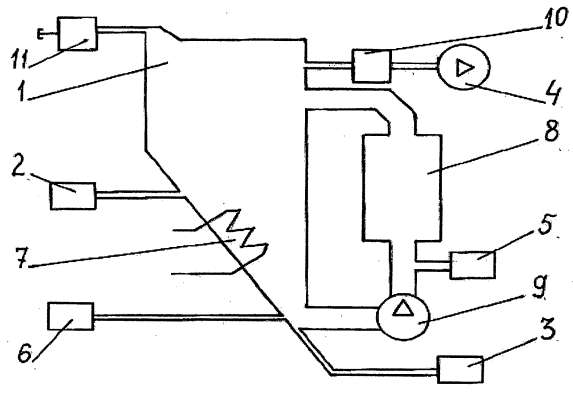
Группа изобретений относится к области подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов. Предложена группа изобретения: способ подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов, а также установка подготовки сырья вышеуказанным способом. Способ характеризуется тем, что в едином объеме герметичной емкости одновременно с подогревом производят дегазацию смеси путем вакуумирования и последующую обработку. Обработку осуществляют воздействием энергией ультразвукового гидродинамического излучателя на поток смеси при ее циркуляции в замкнутом контуре герметичной емкости. В качестве жидкости для смешивания сырья используют жидкую фракцию слива из биореактора. Процесс подготовки сырья завершают после нагрева смеси до заданной температуры, соответствующей

температуре первой стадии процесса биореактора. Установка включает средства дозированной подачи сырья и жидкости, подогрева, обработки излучением и дозированной подачи субстрата в биореактор, герметичную емкость, оснащенную вакуумным насосом. Средство обработки смеси излучением выполнено в виде ультразвукового гидродинамического излучателя. Камера гидродинамического излучателя подсоединена к емкости с образованием замкнутого контура, а средство подачи жидкости подсоединено к системе слива биореактора. Изобретения обеспечивают улучшение качества субстрата, повышение эффективности подготовки сырья, обеспечивающей ускорение анаэробной переработки органических отходов и увеличение полезного выхода продукта. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 535 967 C1

RU 2 535 967 C1

R U 2 5 3 5 9 6 7 C 1



R U 2 5 3 5 9 6 7 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*C12M* 1/42 (2006.01)*C05F* 3/06 (2006.01)*C05F* 9/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013140555/10, 02.09.2013

(24) Effective date for property rights:  
02.09.2013

Priority:

(22) Date of filing: 02.09.2013

(45) Date of publication: 20.12.2014 Bull. № 35

Mail address:

620026, g.Ekaterinburg, a/ja 26, filial OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery" v g.  
Ekaterinburge, Egorovu Sergeju Gennad'evichu

(72) Inventor(s):

Pastukhov Dmitrij Mikhajlovich (RU),  
Smotritskij Aleksandr Andreevich (RU),  
Smotritskij Andrej Vladimirovich (RU),  
Smotritskaja Tat'jana Andreevna (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Nauchnaja integratsija" (RU)

(54) **METHOD OF PREPARATION OF RAW MATERIAL FOR ANAEROBIC PROCESSING OF ORGANIC WASTES AND THE UNIT FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

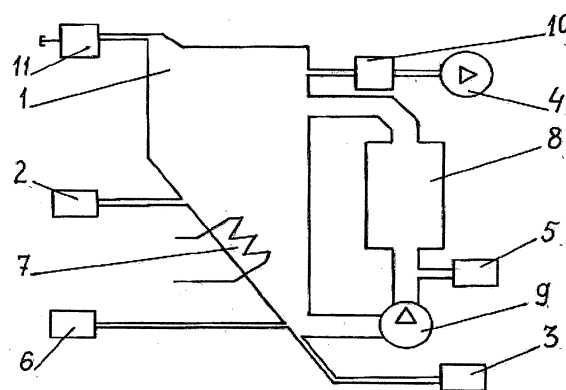
FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: group of inventions is offered: the method of preparation of raw material for anaerobic processing of organic wastes, and also the unit of preparation of raw material using the named method. The method is characterized by that in uniform volume of sealed capacity simultaneously with heating the mix degassing is performed by evacuation and after-treatment. The processing is performed by effect of energy of ultrasonic hydrodynamic emitter on the flow of the mix at its circulation in a closed loop of the sealed capacity. As a fluid for mixing raw material a liquid fraction of bioreactor drain is used. Process of preparation of raw material is completed after heating of mix up to the specified temperature, corresponding to the temperature of the first stage of the bioreactor process. The unit comprises devices for metered supply raw material and liquid, heating, processing by radiation and metered supply of substrate into the bioreactor, sealed vessel equipped with the vacuum pump. The device for mix processing by radiation is designed as

an ultrasonic hydrodynamic emitter. The chamber of the hydrodynamic emitter is connected to the vessel with formation of the closed loop, and the liquid supply device is connected to the bioreactor drainage system.

EFFECT: improvement of substrate quality, increase of efficiency of preparation of raw material ensuring acceleration of anaerobic processing of organic wastes and increase of a useful yield of the product.

6 cl, 1 dwg



Группа изобретений относится к области сельского хозяйства и биоэнергетике и может быть использована в подготовке сырья для анаэробной переработки различных видов органических отходов в экологически чистые и полезные вещества в виде удобрения и биогаза с целью утилизации биологических отходов и локальной стабилизации экологической ситуации в местах их скопления (навоз, птичий помет, отходы сельскохозяйственного и агропромышленного производства, бытовые пищевые отходы и др.).

К перспективному развитию биотехнологии для утилизации органических отходов относится интенсификация биопроцессов как за счет повышения потенциала биологических агентов, так и за счет усовершенствования оборудования. Важным этапом биотехнологического производства полезных продуктов из органических отходов является тщательная подготовка исходного сырья с целью создания питательной среды для культивирования микроорганизмов и получение качественной смеси, вносимой в основной аппарат - биореактор (ферментер).

Существует большое количество способов переработки органических отходов и установок с биореакторами, например US 6663777 A1, 18.09.2003. FR 2614888, 1988. RU 2084515 C1, 20.07.1997. RU 2102468 C1, 20.01.1998. RU 2258686, 20.08.2004. RU 2315721 C1, 27.01.2006. RU 2370457 C1, 20.10.2009. RU 2399184 C1, 20.09.2010. RU 2404240 C2, 20.11.2010. RU 88665 U1, 20.11.2009. RU 110588 U1, 27.11.2011. RU 125995 U1, 20.03.2013.

Все известные конструкции и методы с единой технологией переработки, заключающейся в создании условий для микробиологической переработки биомассы метанобразующими анаэробными бактериями в одном или нескольких этапах, предусматривают подготовку сырья от простого перемешивания до тщательного измельчения смеси перед загрузкой в биореактор.

Обычно при подготовке сырья его первоначально измельчают, а затем перемешивают в емкости либо первоначально смешивают с жидкостью и/или добавками, а затем полученную смесь измельчают до состояния, пригодного для дальнейшей переработки.

Известен способ подготовки сырья, который предусматривает измельчение и перемешивание биомассы с помощью механического лопастного устройства в емкости, сообщенной перфорированной перегородкой с камерой кислого брожения биореактора (RU 2084515, 20.07.1997).

Для интенсификации процесса сбраживания при подготовке сырья по патенту RU 2370457, 20.10.2009. исходное сырье измельчают, перемешивают и дополнительно подают жидкость, полученную из влажного органического удобрения после слива из анаэробного биореактора.

Известны также способы переработки органических отходов, в которых перемешивание, измельчение и гомогенизацию органических отходов осуществляют путем воздействия на смесь электрогидравлическими разрядами, циклически перемещающимися по длине аппарата (RU 2135437, 27.08.1999), а также способы получения органического удобрения диспергированием органической составляющей, гидроударным воздействием на смесь в процессе ее циркуляции по замкнутому контуру (RU 2258686, 20.08.2005) или воздействием на смесь колебательным спектром ультрозвукового поля при аэробной обработке с последующей магнитной обработкой смеси при анаэробном брожении (RU 2207328, 27.06.2003).

Известные способы подготовки сырья, в которых измельчение смеси производят механическим дроблением, устраняющим крупные и протяженные фрагменты, или диспергированием с получением более однородной массы для биореактора, не обеспечивают получения субстрата достаточного качества, пригодного для интенсивной

микробиологической переработки.

Анаэробная переработка неподготовленной должным образом биомассы при наличии идеальных условий длится гораздо дольше (в 2-3 раза), а выход биогаза на 50-200% меньше, чем при переработке такого же объема тщательно подготовленной биомассы.

5 В качестве прототипа принят способ подготовки сырья для анаэробной переработки отходов ЕР 1636869, 22.05.2006 г.

Способ по прототипу заключается в том, что подают исходное органическое сырье, смешивают с водой и подвергают ультразвуковому облучению при пропускании смеси через канал, окруженный ультразвуковыми излучателями, а затем подают субстрат в  
10 анаэробный реактор.

Подготовленный способом по прототипу субстрат способствует увеличению скорости гидролиза и освобождению водорастворимых веществ из отходов, делая их более доступными для микроорганизмов. Однако эффективность способа невелика, т.к. для достижения указанного эффекта требует больших затрат времени и энергии на работу  
15 последовательно установленных ультразвуковых преобразователей. При этом качество получаемого субстрата недостаточно высокое.

Параметрами качества субстрата являются не только температура, но и степень доступности органических веществ, содержащихся в биомассе, для переработки микроорганизмами. Биомасса в исходном состоянии практически всегда состоит из  
20 комплексов клеток, разделенных оболочками, пленками, защитными слоями, поэтому разложение биомассы идет медленно, часть комплексов так и остаются неразрушенными, а биомасса, содержащаяся в них, переработанной.

Улучшение качества субстрата позволяет повысить эффективность использования биореактора - самого дорогого элемента биогазового комплекса.

25 Задача, на решение которой направлена группа изобретений, связанных единым изобретательским замыслом, заключается в повышении эффективности подготовки сырья, обеспечивающей ускорение анаэробной переработки органических отходов и увеличение ее глубины.

Техническим результатом группы изобретений является улучшение качества субстрата  
30 за счет достижения высокой степени измельчения, обеззараживания и гомогенизации смеси, обеспечивающего повышение скорости переработки и увеличение выхода полезного продукта при снижении материальных затрат.

Технический результат достигается тем, что в способе подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов, включающем подачу сырья,  
35 дозированное смешивание с жидкостью и подогрев до заданной температуры переработки, обработку смеси излучением и подачу субстрата в биореактор, согласно изобретению одновременно с подогревом производят дегазацию смеси путем вакуумирования и последующую обработку, которую осуществляют воздействием энергией ультразвукового гидродинамического излучателя на поток смеси.

40 Целесообразно весь процесс подготовки осуществлять в одном объеме герметичной емкости, для чего ультразвуковую гидродинамическую обработку смеси производят при ее циркуляции в замкнутом контуре герметичной емкости. При этом в камеру ультразвукового гидродинамического излучателя подают газ, не содержащий кислорода, который может поступать непосредственно из биореактора, а в качестве жидкости для  
45 смешивания сырья использовать жидкую фракцию слива из биореактора.

Предлагаемый способ реализуется с помощью разработанной, опробированной и описанной ниже установки подготовки сырья. Реализация способа также возможна на поточной линии подготовки сырья при его подаче через последовательно установленное

оборудование.

Традиционно в подготовке сырья для анаэробной переработки органических отходов используют устройства механического измельчения и перемешивания сырья с добавлением, по необходимости, жидкости и/или других компонентов с подогревом или без подогрева.

Подготовка сырья без его измельчения (полезная модель RU 88665, 20.11.2009) не обеспечивает равномерности гранулометрического состава исходного сырья, поступающего в биореактор, что замедляет процесс биоферментации.

Указанный недостаток устраняется в блоке подготовки сырья технологической линии по патенту на полезную модель RU 125995, 20.03.2013, содержащем бункер-накопитель и измельчитель, в котором предусмотрена возможность подачи крупного исходного сырья в измельчитель, возврата измельченного сырья в бункер-питатель и подачи измельченного сырья из бункера-питателя на загрузочный транспортер-смеситель. Такая подготовка сырья требует большого количества оборудования и также не обеспечивает получения оптимального качества субстрата.

В качестве измельчающих и перемешивающих средств биомассы широко используют механические роторные измельчители, например, лопастные устройства с приводным валом и лопастями, установленные в емкости, сообщенной перфорированной перегородкой с камерой кислого брожения реактора (RU 2084515, 20.07.1997).

Для повышения эффективности процесса сбраживания в системе подготовки сырья по патенту RU 2370457, 20.10.2009 дополнительно предусмотрены средства подачи в емкость с измельчителем жидкости, полученной из влажного органического удобрения после слива из анаэробного биореактора.

Известны также установка переработки органических отходов для получения удобрений, в которой средства перемешивания, измельчения и гомогенизации выполнены в виде электрогидравлической камеры, в корпусе которой размещен ряд парных электродов (RU 2135437, 27.08.1999), биогазовая установка по патенту RU 2102468, 20.01.1998., в которой для подготовки сырья используют деструктор, расположенный между сборником помета и биореактором, а также установки для реализации способов получения органического удобрения диспергированием смеси по патентам RU 2258686, 20.08.2005 и RU 2207328, 27.06.2003, в первой из которых предусмотрен роторный гидроударный аппарат для гидроударного воздействия на смесь при ее циркуляции по замкнутому контуру, а во второй - генератор ультразвуковых колебаний для ультразвукового воздействия на смесь при аэробной обработке.

Известные установки подготовки сырья с применением механических измельчителей и деструкторов, устраняющих крупные и протяженные фрагменты, которые препятствуют перекачке смеси в биореактор, также как и реализуемые на них способы, малоэффективны и не обеспечивают получения качественного субстрата, усложняя тем самым конструкции биореакторов дальнейшей анаэробной переработки органических отходов.

В качестве прототипа установки подготовки сырья для анаэробной переработки отходов принята система подготовки сырья в установке для обработки биологических отходов EP 1636869, 22.05.2008.

Система подготовки по прототипу включает средство для смешивания сырья с водой и группу ультразвуковых излучателей для ультразвуковой обработки, размещенных вокруг канала прохода смеси к биореактору. В качестве облучателя смеси ультразвуком используется устройство, описанное в WO 0035579, 22.06.2000 г., содержащее сосуд и множество ультразвуковых преобразователей, прикрепленных к внешней стенке сосуда.

Шестьдесят модулей 50 Вт пьезоэлектрических преобразователей, каждый из которых резонирует на частоте 20 кГц, плотно упакованы в решетке и образуют вокруг сосуда пять колец по 12 модулей в каждом.

5 При достаточно сложной конструкции установка подготовки сырья по прототипу, как и реализуемый на ней способ, малоэффективна и не обеспечивает хорошего качества субстрата, требует больших материальных затрат и времени на переработку.

10 Вышеуказанный технический результат группы изобретений достигается также тем, что установка подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов, включающая средства дозированной подачи сырья и жидкости, подогрева, обработки излучением и дозированной подачи субстрата в биореактор, согласно изобретению оснащена герметичной емкостью, которая снабжена вакуумным насосом, а средство обработки смеси излучением выполнено в виде ультразвукового гидродинамического излучателя, камера которого подсоединена к емкости с образованием замкнутого контура.

15 При этом камера ультразвукового гидродинамического излучателя снабжена средством подачи не содержащего кислорода газа, которое может быть подсоединено к биореактору, а средство подачи жидкости для смешивания сырья - к системе слива биореактора.

20 Заявляемая группа изобретений поясняется чертежом схематичного изображения установки подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов, на которой реализуется заявляемый способ.

25 Установка содержит герметичную емкость 1, соединенную с дозаторами 2 и 3 соответственно подачи органического сырья и жидкости, с вакуумным насосом 4, дозатором 5 подачи газа из биореактора и дозатором 6 подачи субстрата в биореактор (на чертеже не показан). Емкость 1 оснащена нагревателем 7 и ультразвуковым гидродинамическим излучателем 8 пластинчатого или стержневого типа, камера которого подсоединена к емкости 1 через прокачивающий насос 9 с образованием замкнутого контура циркуляции смеси.

30 Способ подготовки сырья реализуется в работе установки, которая осуществляется следующим образом.

В герметичную емкость 1 через дозаторы 2 и 3 под напором одновременно подают сырье из бункера-накопителя и жидкость, полученную из влажного органического удобрения после слива из анаэробного биореактора и имеющую повышенную температуру. По завершении загрузки определяют температуру смеси и включают 35 нагреватель 7 для доведения температуры смеси до заданной, соответствующей температуре первой стадии процесса биореактора, которая обычно составляет 37°C. Включают вакуумный насос 4 и одновременно с подогревом смеси в едином объеме герметичной камеры производят дегазацию смеси в течение 15-20 мин. В результате вакуумирования откачиваются пары газов и удаляется основная часть растворенного 40 в исходном сырье кислорода, являющегося ядом для микроорганизмов, участвующих в биотехнологическом процессе. Затем отключают насос 4, перекрывают магистраль клапаном 10, включают насос 9, запускают ультразвуковой гидродинамический излучатель 8 и подключают средства подачи газа через дозатор 5 из биореактора. Осуществляют одновременно нагрев смеси и ее циркуляцию по замкнутому контуру 45 через ультразвуковой гидродинамический излучатель 8. При этом излишки газа стравливаются через клапан 11.

В результате многократной циркуляции смеси по ультразвуковому гидродинамическому излучателю 8 срывающиеся с поверхностей его механических

резонаторов завихрения текучей среды и собственные колебания резонаторов возбуждают в текучей среде гармонические акустические колебания в виде периодических импульсов давления. Периодические импульсы моделируют колебания, обеспечивая обратную связь и незатухающие акустические колебания, в результате чего увеличивается амплитуда возбужденных гармонических акустических колебаний в условиях резонанса с колебаниями механических резонаторов излучателя 8. Происходит образование расширенной по зоне обработки кавитационной области, которая воздействует на клеточную структуру биомассы, разрушая клеточные перегородки и обеспечивая интенсивное измельчение смеси. Под воздействием акустических и ультразвуковых волн в текучей среде возникают избыточные давления и напряжения растяжения, вследствие чего на границе раздела жидкой и твердой фаз имеют место явления окислительно-восстановительного действия, благодаря которым получают стойкую эмульсию и суспензию с размерами частиц высокой дисперсности. При этом дополнительная подача дозатором 5 не содержащего кислорода газа в кавитационную зону способствует облегчению создания режима развитого кавитационного течения, оптимизирует процесс и создает множество очень маленьких пузырьков углекислоты, которые, попадая затем в биореактор, являются пищей для метаногенов, т.е. способствуют увеличению доли метана в составе биогаза. Процесс обработки длится 10-30 минут и завершается после нагрева смеси до заданной температуры. После завершения обработки субстрат через дозатор 6 перекачивают в биореактор. Затем процесс подготовки повторяют.

Работа установки полностью автоматизирована.

Таким образом, в едином объеме герметичной емкости одновременно с подогревом смеси осуществляют ее дегазацию и качественную обработку, что существенно увеличивает производительность процесса подготовки высококачественного субстрата из органического сырья любого типа.

Установка, комплектуемая емкостью объемом  $1,5 \text{ м}^3$  и прокачивающим насосом производительностью  $20-50 \text{ м}^3/\text{час}$ , обеспечивает подготовку  $50 \text{ м}^3$  субстрата за сутки.

Экспериментально установлено, что длительность сбраживания куриного помета предлагаемым способом в заявляемой установке подготовки сырья сократилась с 14 до 9 суток, а количество полученного биогаза увеличилось в 2,2 раза. Кроме того, результатом удаления кислорода, содержащегося в смешиваемых компонентах, стало существенное ускорение времени начала реакции и уменьшение доли углекислого газа в составе биогаза.

#### Формула изобретения

1. Способ подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов, включающий подачу сырья, дозированное смешивание с жидкостью и подогрев до заданной температуры переработки, обработку смеси излучением и подачу субстрата в биореактор, отличающийся тем, что в едином объеме герметичной емкости одновременно с подогревом производят дегазацию смеси путем вакуумирования и последующую обработку, которую осуществляют воздействием энергией ультразвукового гидродинамического излучателя на поток смеси при ее циркуляции в замкнутом контуре герметичной емкости, в качестве жидкости для смешивания сырья используют жидкую фракцию слива из биореактора, причём процесс подготовки сырья завершают после нагрева смеси до заданной температуры, соответствующей температуре первой стадии процесса биореактора.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в камеру ультразвукового



гидродинамического излучателя подают газ, не содержащий кислорода.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что подачу газа осуществляют непосредственно из биореактора.

5 4. Установка подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов способом по п.1, включающая средства дозированной подачи сырья и жидкости, подогрева, обработки излучением и дозированной подачи субстрата в биореактор, отличающаяся тем, что она снабжена герметичной емкостью, которая оснащена вакуумным насосом, а средство обработки смеси излучением выполнено в виде  
10 ультразвукового гидродинамического излучателя, камера которого подсоединена к емкости с образованием замкнутого контура, а средство подачи жидкости подсоединено к системе слива биореактора.

5. Установка по п.4, отличающаяся тем, что камера ультразвукового гидродинамического излучателя оснащена средством подачи газа, не содержащего кислорода.

15 6. Установка по п.4, отличающаяся тем, что средство подачи газа подсоединено к биореактору.

20

25

30

35

40

45