



(51) МПК  
*C02F 9/14* (2006.01)  
*C02F 11/04* (2006.01)  
*C02F 3/28* (2006.01)  
*C12M 1/42* (2006.01)  
*B02C 13/12* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*C02F 11/04* (2019.02); *C02F 3/28* (2019.02); *C12M 1/42* (2019.02); *B02C 13/12* (2019.02); *C02F 9/00* (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2019102334, 29.01.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.01.2019

Дата регистрации:  
03.06.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.01.2019

(45) Опубликовано: 03.06.2019 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

109456, Москва, 1-й Вешняковский пр-д, 2, ком.  
407, Ковалеву Дмитрию Александровичу

(72) Автор(ы):

Ковалев Дмитрий Александрович (RU),  
 Ковалев Андрей Александрович (RU),  
 Карт Михаил Аркадьевич (RU),  
 Серегин Станислав Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Ковалев Дмитрий Александрович (RU),  
 Ковалев Андрей Александрович (RU),  
 Карт Михаил Аркадьевич (RU),  
 Серегин Станислав Александрович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: SU 1699965 A1, 23.12.1991. RU  
 2135437 C1, 27.08.1999. RU 2258686 C1,  
 20.08.2005. RU 2535967 C1, 20.12.2014. RU  
 2370457 C1, 20.10.2009. US 20170305774 A1,  
 26.10.2017. CN 104762202 A, 08.07.2015.

(54) СПОСОБ АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области утилизации концентрированных органических субстратов, пригодных к дальнейшему использованию в условиях производств. Предварительную обработку отходов осуществляют посредством тонкодисперсного измельчения малорастворимых компонентов органических отходов, частичного гидролиза органических веществ, а также внесения в субстрат микрочастиц железа, образующихся за счет истирания рабочего органа в первичном аппарате вихревого слоя. Затем полученный субстрат подают в метантенк для анаэробного сбразивания в термофильных условиях. Сброженную массу обрабатывают во вторичном аппарате вихревого слоя. После обработки в аппарате вихревого слоя сброженную массу направляют для разделения на фракции. Тепловую энергию, образующуюся

в результате работы первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя, используют для обеспечения термофильного температурного режима работы метантенка. Предварительную обработку осуществляют в рабочей камере первичного аппарата вихревого слоя в течение от 0,5 до 1 мин при частоте вращения магнитного поля от 50 до 120 Гц. Сброженную массу обрабатывают во вторичном аппарате вихревого слоя в течение от 1 до 4 мин при частоте вращения магнитного поля от 50 до 120 Гц. Изобретение позволяет повысить эффективность процесса анаэробной переработки жидких органических отходов, провести обеззараживание сброженной массы и улучшить ее седиментационные свойства, использовать тепловую энергию, образующуюся в результате работы первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя. 1 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C02F 9/14* (2006.01)  
*C02F 11/04* (2006.01)  
*C02F 3/28* (2006.01)  
*C12M 1/42* (2006.01)  
*B02C 13/12* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C02F 11/04* (2019.02); *C02F 3/28* (2019.02); *C12M 1/42* (2019.02); *B02C 13/12* (2019.02); *C02F 9/00* (2019.02)

(21)(22) Application: **2019102334, 29.01.2019**(24) Effective date for property rights:  
**29.01.2019**Registration date:  
**03.06.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **29.01.2019**(45) Date of publication: **03.06.2019** Bull. № 16

Mail address:

**109456, Moskva, 1-j Veshnyakovskij pr-d, 2, kom.  
407, Kovalevu Dmitriyu Aleksandrovichu**

(72) Inventor(s):

**Kovalev Dmitrij Aleksandrovich (RU),  
Kovalev Andrej Aleksandrovich (RU),  
Kart Mikhail Arkadevich (RU),  
Seregin Stanislav Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Kovalev Dmitrij Aleksandrovich (RU),  
Kovalev Andrej Aleksandrovich (RU),  
Kart Mikhail Arkadevich (RU),  
Seregin Stanislav Aleksandrovich (RU)**

(54) **METHOD OF ANAEROBIC PROCESSING OF LIQUID ORGANIC WASTES**

(57) Abstract:

FIELD: waste processing and disposal.

SUBSTANCE: invention relates to recycling concentrated organic substrates which are suitable for further use in production conditions. Preliminary treatment of waste is carried out by fine grinding of poorly soluble components of organic wastes, partial hydrolysis of organic substances, as well as introduction of iron microparticles formed in the substrate due to abrasion of working element in primary apparatus of vortex layer. Obtained substrate is then fed into a methane tank for anaerobic fermentation under thermophilic conditions. Fermented mass is treated in the secondary vortex layer apparatus. After treatment in the vortex sheet the fermented mass is directed for separation into fractions. Heat energy generated as a result of operation of the primary and secondary vortex

layer apparatus is used to provide the thermophilic temperature mode of operation of the methane tank. Preliminary treatment is carried out in working chamber of primary vortex bed for 0.5 to 1 min at magnetic field rotation frequency of 50 to 120 Hz. Depleted mass is treated in the secondary vortex layer apparatus for 1 to 4 minutes at magnetic field rotation frequency of 50 to 120 Hz.

EFFECT: invention increases efficiency of the process of anaerobic processing of liquid organic wastes, performs disinfection of the fermented mass and improves its sedimentation properties, and uses heat energy formed as a result of operation of the primary and secondary vortex layer apparatus.

1 cl, 1 dwg

Изобретение относится к области утилизации концентрированных органических субстратов, пригодных к дальнейшему использованию в условиях производств - их источников или в смежных областях.

5 Источниками таких субстратов могут быть предприятия агропромышленного комплекса - животноводческие и птицеводческие комплексы (бесподстилочный навоз, помет), перерабатывающие предприятия. При этом субстратами могут выступать осадки локальных очистных сооружений, последрожжевая барда. В жилищно-коммунальном хозяйстве такими субстратами являются избыточный активный ил, осадки городских очистных сооружений.

10 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 перед анаэробной  
15 обработкой с целью создания питательной среды для культивирования микроорганизмов и получение качественной смеси, подаваемой в основной аппарат-биореактор (метантенк).

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

Известен способ для переработки различных жидких органических отходов, например навоза, птичьего помета и т.п., в биогаз и жидкое органическое удобрение (патент РФ  
25 №2370457, МПК C02F 3/28, опубл. 20.10.2009). Для интенсификации процесса сбраживания при подготовке сырья исходное сырье измельчают, перемешивают и дополнительно подают жидкость, полученную из влажного органического удобрения после слива из анаэробного биореактора.

Недостатком известного способа являются высокие энергетические затраты на  
30 процесс измельчения и перемешивания.

Известен способ переработки органических отходов, в которых перемешивание, измельчение и гомогенизацию органических отходов осуществляют путем воздействия на смесь электрогидравлическими разрядами, циклически перемещающимися по длине аппарата (патент РФ №2135437, МПК C05F 3/00, опубл. 27.08.1999).

35 Недостатком известного способа является то, что в получаемом удобрении остаются легкоразлагаемые органические вещества, которые при их разложении в почве будут образовывать летучие жирные кислоты, приводя к закислению почвы, т.е. удобрение не стабилизировано по органике. Кроме того, неизбежная ограниченность числа электродов приводит к тому, что обработке подвергается не весь водный субстрат, а  
40 только часть, прилегающая к каналу прохождения разряда, что снижает эффект обработки

Известен способ получения органических удобрений из продуктов жизнедеятельности животных с целью их утилизации и получения высокоэффективного удобрения диспергированием органической составляющей, гидроударным воздействием на смесь  
45 в процессе ее циркуляции по замкнутому контуру (патент РФ №2258686, МПК C05F 3/00, опубл. 20.08.2005).

Недостатком известного способа являются высокие затраты электрической энергии на процесс диспергирования, поскольку энергия привода диспергатора расходуется на

нагрев жидкости до высоких температур (97°C).

Известен способ получения биогумуса из органических отходов, включающий последовательное аэробное, а затем анаэробное брожение отходов с поддержанием температуры 65-75°C. Перед брожением готовят смесь органических отходов и воды, а брожение ведут в замкнутом контуре при температуре 65-75°C, в котором осуществляют циркуляцию смеси. При аэробном брожении на смесь воздействуют сначала низкочастотной, а затем высокочастотной составляющей колебательного спектра ультразвукового поля, причем воздействие высокочастотной составляющей колебательного спектра ультразвукового поля осуществляют совместно с воздействием света актиничного диапазона, а при анаэробном брожении смесь подвергают магнитной обработке (патент РФ №2207328, МПК C05F 7/00, C02F 11/00, опубл. 27.06.2003).

Недостатком известного способа является снижение выхода биогаза за счет аэробного окисления органического вещества на первой стадии, а также высокие затраты электроэнергии на ультразвуковые излучатели.

Известен способ переработки органических субстратов в удобрения и газообразный энергоноситель, согласно которому исходный субстрат подвергают аэробной обработке с образованием нагретого и гидролизованного субстрата и нагретых влажных кислородосодержащих газов, анаэробной обработке с образованием нагретого эффлюента и биогаза и разделению на фракции, в котором разделение на фракции производят после аэробной обработки, анаэробной обработке подвергают жидкую фракцию, нагретый эффлюент используют в качестве теплоносителя для регулирования теплового режима аэробной обработки и в качестве источника аммонийного азота для обогащения твердой фракции, а нагретые влажные кислородосодержащие газы используют для предварительного нагрева и аэрации исходного субстрата (патент РФ №2500628, МПК C02F 11/02, C02F 11/12, B09B 3/00, опубл. 10.12.2013, Бюл. №34).

Недостатком известного способа является распад части органического вещества (до 15%) на стадии аэробной предобработки, за счет аэробного окисления органического вещества, что приводит к пропорциональному снижению выхода биогаза.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ подготовки сырья для анаэробной переработки органических отходов, а также установка подготовки сырья вышеуказанным способом (патент РФ №2535967, МПК C12M 1/42, C05F 3/06, C05F 9/00, опубл. 20.12.2014). 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.

Недостатком известного способа являются высокие энергетические затраты на процесс предварительной обработки, при его низкой эффективности, длительность процесса сбраживания в мезофильном режиме (37°C), а также невозможность обеспечения санитарно-гигиенических требований к обработанным отходам.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение энергетической эффективности процесса анаэробной переработки жидких органических отходов и улучшение качественных характеристик сброженной массы.

В результате использования предлагаемого изобретения появляется возможность повысить эффективность процесса анаэробной переработки жидких органических

отходов путем предварительной обработки в первичном аппарате вихревого слоя, за счет тонкодисперсного измельчения, улучшающего реологические свойства субстрата и доступность питательных веществ для микроорганизмов, частичного гидролиза органических соединений, увеличивающего степень разложения органического вещества и соответственно выход целевого продукта - биогаза, внесения микрочастиц железа, позволяющего сократить периода запуска биореактора, увеличить скорость образования и конечный выход метана, обеспечить более полное разложение субстрата, повысить адаптивную способность микробного сообщества к неблагоприятным условиям (например, избыточное накопление летучих жирных кислот (ЛЖК) или  $H_2$ , снижение рН) за счет истирания рабочего органа (стальные иглы), провести обеззараживание сброженной массы и улучшить ее седиментационные свойства путем постобработки во вторичном аппарате вихревого слоя, за счет разрушения клеточных стенок микроорганизмов и коллоидных структур, при этом тепловая энергия, образующаяся в результате работы первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя передается теплоносителю, циркулирующему по контуру «теплообменники индукторов первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя - теплообменник метантенка» для обеспечения термофильного температурного режима работы метантенка.

Вышеуказанный технический результат достигается тем, что в предлагаемом способе анаэробной переработки жидких органических отходов, включающем предварительную обработку отходов и их анаэробное сбраживание в метантенке, согласно изобретению, предварительную обработку отходов, заключающуюся в тонкодисперсном измельчении малорастворимых компонентов органических отходов, частичном гидролизе органических веществ, а также внесении в субстрат микрочастиц железа, образующихся за счет истирания рабочего органа, осуществляют в первичном аппарате вихревого слоя, затем полученный субстрат подают в метантенк для анаэробного сбраживания в термофильных условиях, а сброженную массу обрабатывают во вторичном аппарате вихревого слоя, обеспечивая разрушение клеток микроорганизмов и коллоидных структур, образующихся в результате термофильной анаэробной обработки в метантенке, причем предварительную обработку осуществляют в рабочей камере первичного аппарата вихревого слоя в течение от 0,5 до 1 мин при частоте вращения магнитного поля от 50 до 120 Гц, а сброженную массу обрабатывают во вторичном аппарате вихревого слоя в течение от 1 до 4 мин при частоте вращения магнитного поля от 50 до 120 Гц, после обработки в аппарате вихревого слоя сброженную массу направляют для разделения на фракции, при этом тепловую энергию, образующуюся в результате работы первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя используют для обеспечения термофильного температурного режима работы метантенка.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежом, на котором представлена блок-схема способа анаэробной переработки жидких органических отходов.

Способ анаэробной переработки жидких органических отходов осуществляют с помощью электрофизического и механического воздействия на субстрат и сброженную массу в аппаратах вихревого слоя. Из исходных органических отходов извлекают крупные включения, затем отходы подвергают комплексной предварительной обработке в первичном аппарате вихревого слоя, заключающейся в механическом воздействии рабочего органа (стальные иглы) и вращающегося магнитного поля, при этом происходит тонкодисперсное измельчение малорастворимых компонентов органических отходов, частичный гидролиз органических веществ, а также внесение в субстрат микрочастиц железа, образующихся за счет истирания стальных игл. Тонкодисперсное измельчение малорастворимых компонентов органических отходов и частичный

5 гидролиз органических веществ увеличивают доступность питательных веществ для консорциума микроорганизмов в метантенке. Внесение микрочастиц железа увеличивает скорость образования и конечный выход метана, обеспечивает более полное разложение субстрата и снижение необходимого объема метантенка. Подготовленный субстрат  
10 направляют в метантенк для анаэробного сбраживания с получением биогаза и сброженной массы (эффлюента). Сброженную массу направляют во вторичный аппарат вихревого слоя, в котором его подвергают комплексному воздействию механическому и вращающегося магнитного поля, при этом происходит разрушение клеток микроорганизмов и коллоидных структур, дегазация и обеззараживание, что в свою очередь улучшает водоотдающие и санитарно-гигиенические свойства сброженной массы. Обработанную во вторичном аппарате вихревого слоя сброженную массу подают в известные устройства для разделения на фракции (отстойники, центрифуги, сепараторы и т.п.). Тепловая энергия, образующаяся в процессе работы аппаратов вихревого слоя, используется для подогрева метантенка.

15 Пример конкретного выполнения способа анаэробной переработки жидких органических отходов.

Из жидких органических отходов извлекают крупные включения и с помощью насоса подают в первичный аппарат вихревого слоя для предварительной обработки. Время пребывания субстрата в рабочей камере аппарата составляет 37 сек, частоту вращения магнитного поля устанавливают 80 Гц. Затем обработанный субстрат направляют в метантенк для высокоинтенсивной анаэробной переработки в термофильных условиях. Сброженную массу из метантенка направляют во вторичный аппарат вихревого слоя, в котором время обработки сброженной массы составляет 1,5 мин при частоте вращения магнитного поля 80 Гц. После обработки в аппарате вихревого слоя сброженную массу  
25 направляют для разделения на фракции. При работе первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя выделяется значительное количество теплоты, которая передается теплоносителю, циркулирующему по контуру «теплообменники индукторов первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя - теплообменник метантенка». Выделяющийся биогаз из метантенка используют для получения тепловой и электрической энергии.

30 Теплоноситель, охлаждающий индукторы первичного и вторичного аппаратов вихревого слоя с температурой 60°C направляют в теплообменник метантенка для поддержания температурного термофильного режима, что позволяет сократить затраты энергии на 15%.

35 (57) Формула изобретения

Способ анаэробной переработки жидких органических отходов, включающий предварительную обработку отходов и их анаэробное сбраживание в метантенке, отличающийся тем, что предварительную обработку отходов, заключающуюся в тонкодисперсном измельчении малорастворимых компонентов органических отходов, частичном гидролизе органических веществ, а также внесении в субстрат микрочастиц железа, образующихся за счет истирания рабочего органа, осуществляют в первичном аппарате вихревого слоя, затем полученный субстрат подают в метантенк для анаэробного сбраживания в термофильных условиях, а сброженную массу обрабатывают во вторичном аппарате вихревого слоя, обеспечивая разрушение клеток микроорганизмов и коллоидных структур, образующихся в результате термофильной анаэробной обработки в метантенке, причем предварительную обработку осуществляют в рабочей камере первичного аппарата вихревого слоя в течение от 0,5 до 1 мин при частоте вращения магнитного поля от 50 до 120 Гц, а сброженную массу обрабатывают

во вторичном аппарате вихревого слоя в течение от 1 до 4 мин при частоте вращения магнитного поля от 50 до 120 Гц, после обработки в аппарате вихревого слоя сброженную массу направляют для разделения на фракции, при этом тепловую энергию, образующуюся в результате работы первичного и вторичного аппаратов вихревого  
5 слоя, используют для обеспечения термофильного температурного режима работы метантенка.

10

15

20

25

30

35

40

45

