



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013108914/05, 28.07.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.07.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
31.08.2010 US 12/872,232

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2014 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 10.04.2016 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Journal of Membrane Science, Vol. 253, Vallerio M V G; Lettinga G; Lens P N L, High rate sulfate reduction in a submerged anaerobic membrane bioreactor (SAMBaR) at high salinity, 21.05.2005. RU 2107664 C1, 27.03.1998. RU 2303572 C2, 27.07.2007. RU 2314864 C2, 20.01.2008. US 2008223783 A1, 18.09.2008. JPH 03131397 A, 04.06.1991.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 01.04.2013

(86) Заявка РСТ:
US 2011/045651 (28.07.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/030449 (08.03.2012)

Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

**ХОН Янсек (СА),
БЭЙЛИ Рейд Эллин (СА),
САЛАСО Доменико (СА),
КАМИН Джеффри Рональд (СА),
СПРОУЛ Дэвид Итон (СА),
ЧАН Шен (СА)**

(73) Патентообладатель(и):

Зенон Текнолоджи Партнершип (US)

(54) СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ВНУТРИ СИСТЕМЫ БИОГАЗА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАМКНУТОЙ МЕМБРАННОЙ СИСТЕМЫ

(57) Реферат:

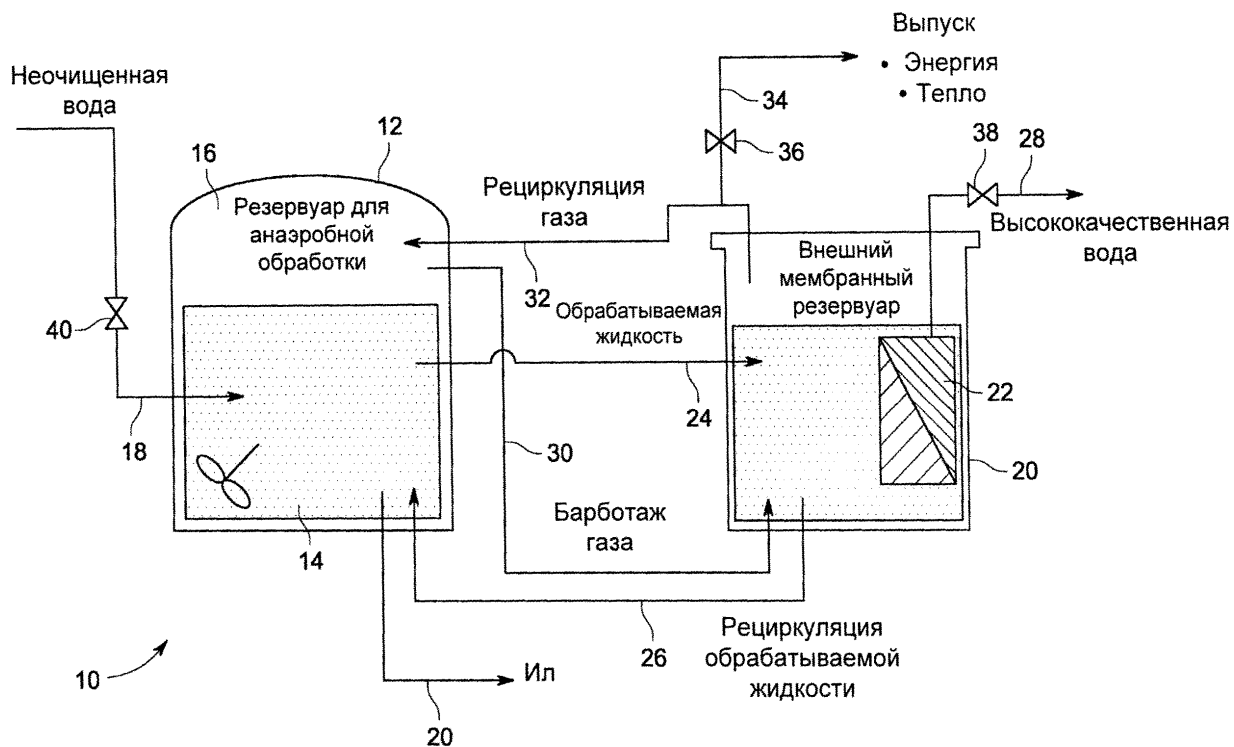
Изобретение относится к анаэробным мембранным биореакторам и способам их эксплуатации, например, для обработки сточных вод. В анаэробном мембранном биореакторе закрытый резервуар для анаэробной обработки содержит мембранный фильтр или соединен с внешним резервуаром, содержащим мембранный фильтр. Пузырь биогаза накапливается в верхней части резервуара для обработки. Биогаз отбирают из пузыря, прокачивают к нижней части

мембранного фильтра, чтобы обеспечить пузырьки для замедления обрастания мембраны, и возвращают в пузырь. Избыточный биогаз, получаемый по мере разложения сточных вод, удаляют из системы, и его можно использовать в качестве продукта. Биогаз и жидкость поддерживают в системе при давлении выше атмосферного, например, на 10 кПа или более выше атмосферного давления, которое является достаточным для обеспечения по меньшей мере

существенного вклада в трансмембранное давление, вызывающее фильтрацию через мембрану. Изобретение обеспечивает снижение

общего потребления энергии системой. 2 н. и 7 з.п. ф-лы, 4 ил.

АнМБР с внешним мембранным резервуаром



Фиг. 1

RU 2579589 C2

RU 2579589 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013108914/05, 28.07.2011

(24) Effective date for property rights:
28.07.2011

Priority:

(30) Convention priority:
31.08.2010 US 12/872,232

(43) Application published: 10.10.2014 Bull. № 28

(45) Date of publication: 10.04.2016 Bull. № 10

(85) Commencement of national phase: 01.04.2013

(86) PCT application:
US 2011/045651 (28.07.2011)

(87) PCT publication:
WO 2012/030449 (08.03.2012)

Mail address:

191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

**KHON JAnsek (CA),
BEJLI Rejd Ellin (CA),
SALASSO Domeniko (CA),
KAMIN Dzheffri Ronald (CA),
SPROUL Devid Iton (CA),
CHAN SHen (CA)**

(73) Proprietor(s):

Zenon Teknolodzhi Partnership (US)

(54) **RECOVERY OF BIOGAS FORMED INSIDE SYSTEM FOR OPERATION OF CLOSED MEMBRANE SYSTEM**

(57) Abstract:

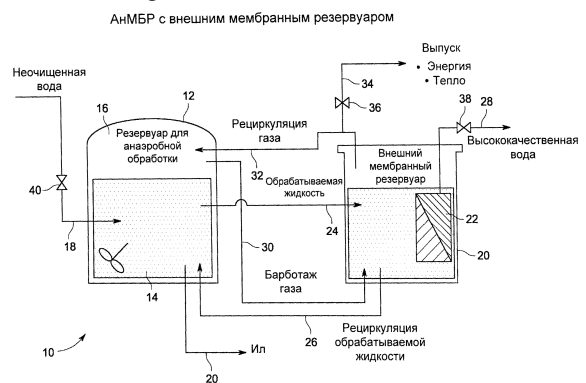
FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to anaerobic membrane-type bioreactors and their operation for treatment of effluents. Claimed bioreactor closed tank comprises the membrane filter or is connected with external tank including said membrane filter. Biogas bubble is accumulated at the processing tank top section. Biogas is bled from the bubble and forced to membrane filter bottom section to produce the bubbles to decelerate the membrane fouling and to transfer them to the biogas bubble. Excess biogas generated at decomposition of effluents is removed from the system and used as a product. Biogas and fluid are kept in the system at the pressure above the barometric pressure by at least 10 kPa or more sufficient for a significant contribution into transmembrane pressure that causes

the filtration there through.

EFFECT: lower power input.

9 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 579 589 C2

RU 2 579 589 C2

Область техники

Данное изобретение относится к анаэробным мембранным биореакторам и способам их эксплуатации, например, для обработки сточных вод.

Уровень техники

5 Нижеследующее не является признанием того, что что-либо из описанного ниже представляет собой предшествующий уровень техники или относится к области общих знаний.

10 На водоочистных станциях один из действующих типовых процессов может включать обработку сточных вод анаэробными микроорганизмами. Хотя резервуар для анаэробной обработки может быть открытым, без добавления кислорода преобладающие условия в воде в резервуаре могут быть анаэробными. Анаэробные микроорганизмы заселяют резервуар и превращают биологически разлагаемый материал в сточных водах главным образом в воду и биогаз, который представляет собой преимущественно диоксид углерода и метан.

15 В мембранных биореакторах разделение твердого вещества и жидкости разлагающихся или разложившихся сточных вод выполняют с помощью мембранного фильтра. Мембранный фильтр может быть погружен непосредственно в резервуар для обработки или может быть погружен в отдельный резервуар с входом со стороны резервуара для обработки и выходом обратно в тот же самый или в другой резервуар
20 для обработки. Обычно применяют микрофилтрационные или ультрафилтрационные мембраны. Поток фильтрата (фильтрованной воды) может быть пропущен через мембраны путем приложения разрежения к внутреннему объему мембранного фильтра.

Введение

25 Последующее введение предназначено для того, чтобы подготовить читателя к пониманию подробного описания, представленного далее, и не предназначено для ограничения или определения какого-либо пункта формулы изобретения. Изобретение может состоять в сочетании группы или подгруппы элементов установки или стадий способа, описанных в любой части данного документа, включая чертежи.

30 В анаэробном мембранном биореакторе (АнМБР) сточные воды сбрасывают или разлагают с помощью микроорганизмов в анаэробном резервуаре, а разделение твердых веществ и жидкости в сточных водах обеспечивают посредством мембранной фильтрации. В системе мембранной фильтрации требуемый поток получают путем создания трансмембранного перепада давления (ТМПД) через поверхность мембраны, обычно путем присоединения всасывающего насоса к внутренней поверхности
35 мембранного фильтра. В установке и способе, описанных в данном документе, резервуар для анаэробной обработки является закрытым, чтобы обеспечить возможность сбора биогаза, вырабатываемого микроорганизмами, сбрасывающими сточные воды. Часть собранного биогаза накапливают в резервуаре, а внутреннее давление в резервуаре поддерживают выше давления окружающей среды посредством накопления биогаза,
40 давления подачи сточных вод, или с помощью и того, и другого. Давление выше давления окружающей среды прикладывают, чтобы обеспечить часть потока или весь поток, обусловленный ТМПД, через мембранный фильтр.

45 Более подробно, резервуар для анаэробной обработки является закрытым в том смысле, что он находится под давлением, хотя и снабжен входом для закачивания или гравитационной подачи сточных вод и выходом для получаемого биогаза. Закрытый резервуар для обработки содержит мембранный фильтр, или он соединен с внешним резервуаром, содержащим мембранный фильтр. В случае внешнего мембранного резервуара, обрабатываемая жидкость рециркулирует из резервуара для обработки

через мембранный резервуар и обратно в резервуар для обработки. Пузырь биогаза скапливается в верхней части резервуара для обработки. Биогаз отбирают из пузыря и закачивают в нижнюю часть мембранного фильтра, чтобы обеспечить пузырьки для замедления обрастания мембраны. В случае внешнего мембранного резервуара, биогаз отбирают из пузыря резервуара для обработки, закачивают в нижнюю часть мембранного фильтра в мембранном резервуаре, снова собирают в верхней части мембранного резервуара и возвращают в резервуар для обработки.

Биогаз образуется по мере разложения сточных вод и собирается в верхней части резервуара для обработки. В случае внешнего мембранного резервуара, биогаз можно получать в самом мембранном резервуаре, и биогаз вводят в мембранный резервуар посредством циркуляции газа для обеспечения пузырьков. Избыток биогаза удаляют из резервуара для обработки, мембранного резервуара или из их обоих. Удаленный биогаз представляет собой продукт, который можно использовать, например, в качестве топлива, сжигаемого для выработки электроэнергии. При работе в стационарном режиме скорость удаления биогаза обычно равна скорости образования биогаза. Однако при временном или периодическом ограничении или прекращении удаления биогаза, он накапливается, приводя к увеличению давления пузыря биогаза над поверхностью воды в резервуаре для обработки и в мембранном резервуаре, если он присутствует. Давление биогаза может быть выше атмосферного давления, например, на 10 кПа или более. Поддержание мембранного резервуара или резервуара для обработки, содержащего мембраны, при давлении выше атмосферного создает трансмембранное давление, которое обеспечивает или по меньшей мере увеличивает поток фильтрата через мембранный фильтр. Общая потребность системы в энергии может быть снижена. Кроме того, при достаточном давлении в мембранном резервуаре могут больше не требоваться всасывающие насосы, соединенные с мембранами.

Список чертежей

На Фиг. 1 представлена схема анаэробного МБР с внешним мембранным резервуаром.

На Фиг. 2 представлена схема анаэробного МБР с мембранным фильтром, погруженным в резервуар для обработки.

На Фиг. 3 показаны рабочие характеристики мембраны для промышленной полномасштабной установки с мембранным биореактором, работающем при ТМПД примерно 5 кПа.

На Фиг. 4 показано давление, создаваемое биогазом в головном свободном пространстве при работе анаэробного биореактора, в соответствии со способом по изобретению.

Описание различных воплощений изобретения В анаэробном процессе, при сбраживании органического вещества в сточных водах образуется биогаз, который выделяется с поверхности сточных вод. Например, 1 г (по химическому потреблению кислорода (ХПК)) глюкозы может образовать приблизительно 0,7 л биогаза (диоксид углерода и метан) при 0,1 МПа (1 атм) и 0°C. Когда дополнительное количество биогаза образуется в фиксированном объеме, давление возрастает выше 0,1 МПа (1 атм). В способе и установке, описанных ниже, часть полученного биогаза собирают и сохраняют в системе АнМБР при давлении, превышающем давление окружающей среды. Сточные воды, контактирующие с мембранным фильтром в системе АнМБР, поддерживают в сообщении с собранным биогазом. Сточные воды, контактирующие с мембранным фильтром, также поддерживают при давлении выше атмосферного, что способствует обеспечению требуемого ТМПД или потока. В частности, уровень ХПК на входе (или

другой параметр, который можно соотнести со скоростью разложения органических веществ) коррелирует со скоростью образования биогаза. Скорость образования биогаза зависит от внутреннего давления в эксплуатируемой системе, от минимальной глубины сточных вод и от давления сточных вод, контактирующих с мембранным фильтром. Кроме того, давление сточных вод, контактирующих с мембранным фильтром, зависит от ТМПД и потока. Таким образом в системе АнМБР можно утилизировать биологически вырабатываемый биогаз, чтобы создать или увеличить движущую силу мембранной фильтрации (ТМПД). На создание ТМПД может расходоваться от 10 до 20% энергии, потребляемой в случае традиционного мембранного биореактора.

При необходимости, можно обеспечить достаточно высокое давление сточных вод, контактирующих с мембранным фильтром, чтобы избежать потребности во всасывающем насосе для фильтрата. Это снижает общие капитальные и эксплуатационные затраты биореактора. Например, большая система АнМБР может включать несколько рядов последовательно расположенных мембран, каждый из которых расположен либо в своем резервуаре, либо в общем резервуаре, при этом с каждым рядом соединен насос для фильтрата. Даже если необходим питающий насос больших размеров, чтобы преодолеть дополнительное давление в системе, расходы на закупку, размещение, установку и техническое обслуживание одного большого насоса обычно ниже, чем расходы на закупку, размещение, установку и техническое обслуживание двух или более отдельных насосов такой же общей производительности. Кроме того, даже если биогаз создает давление, противодействующее питающему насосу, общий расход энергии системой, вероятно, будет меньше. Это происходит потому, что один большой насос обычно потребляет меньше энергии, чем два или более насосов меньших размеров, обеспечивающих такой же общий расход и перепад давления. Однако, в некоторых случаях, сточные воды можно подавать в систему, полностью или частично, под действием силы тяжести. Статический перепад давления между источником неочищенных сточных вод и биореактором используют для преодоления части или всего давления биогаза в системе. В этом случае использование биогаза для получения ТМПД обеспечивает более существенную экономию энергии, даже если все же используют насосы для фильтрата.

На Фиг. 1 показан первый анаэробный мембранный биореактор 10. Резервуар 12 для обработки анаэробным сбраживанием включает область 14 сточных вод и свободное пространство 16 над жидкостью. Неочищенные сточные воды поступают в область 14 сточных вод через линию 18 подачи, обычно с помощью насоса или под действием силы тяжести. Сброженный ил выходит из резервуара 12 для обработки через сток 20. Биореактор 10 также включает отдельный мембранный резервуар 20, содержащий погруженный в него мембранный фильтр 22. Мембранный фильтр 22 предпочтительно предназначен для микрофильтрации или ультрафильтрации. Мембранный фильтр 22 также предпочтительно представляет собой фильтрующий элемент с нормальным направлением потока и выполнен в устойчивом к воздействию твердых веществ исполнении, например, с использованием плоских пластинчатых мембран или армированных мембран из полых волокон. Как резервуар 12 для обработки, так и мембранный резервуар 20 герметизированы, в том смысле, что хотя они имеют различные входы и выходы, они все же выдерживают повышение давления без утечки биогаза.

Обеспечивают рециркуляцию обрабатываемых сточных вод между резервуаром 12 для обработки и мембранным резервуаром 20. Сточные воды поступают из резервуара

12 для обработки в мембранный резервуар 20 по линии 24 для обрабатываемой жидкости. Часть сточных вод, поступающих в мембранный резервуар 20, проходит через мембранный фильтр 22 и выходит из мембранного резервуара 20 по линии 28 для фильтрата. Оставшиеся сточные воды поступают из мембранного резервуара 20 в резервуар 12 для обработки по линии 26 рециркуляции обрабатываемой жидкости. В среднем, расход в линии 26 рециркуляции обрабатываемой жидкости меньше, чем расход в линии 24 для обрабатываемой жидкости на величину расхода фильтрата, выпускаемого по линии 28 для фильтрата. Обычно поток в одном направлении между резервуаром 12 для обработки и мембранным резервуаром обеспечивают с помощью насоса (не показан), а в другом направлении - с помощью насоса или посредством перепада давления сточных вод между резервуарами 12 и 20.

Биогаз вырабатывают микроорганизмы, сбраживающие сточные воды, и он перемещается в свободное пространство 16 над жидкостью. Часть биогаза отбирают из свободного пространства 16 над жидкостью и пропускают через линию 30 барботажа газа в мембранный резервуар 20, обычно с помощью насоса (не показан) в линии барботажа газа. Биогаз обычно поступает в мембранный резервуар 20 через устройство для барботажа газа (не показано) рядом с нижней частью мембранного фильтра 22 или ниже. Газ выпускают в виде пузырьков, которые поднимаются через мембранный фильтр 22 или в контакте с ним, чтобы замедлить обрастание мембран и создать поток жидкости через мембранный фильтр 22. Пузырьки лопаются на поверхности сточных вод в мембранном резервуаре 20 и выпускают биогаз в пространство в верхней части мембранного резервуара 20. Затем высвобожденный биогаз возвращают в резервуар 12 для обработки через линию 32 рециркуляции газа. Путем управления рециркуляцией обрабатываемой жидкости и насосом в линии 30 барботажа газа, или обоими средствами, биогаз в мембранном резервуаре 20 можно поддерживать при давлении, которое немного превышает давление биогаза в резервуаре 12 для обработки, чтобы обеспечить возврат биогаза в резервуар 12 для обработки.

Сначала обеспечивают возможность накопления биогаза в системе 10, чтобы создать пузырь биогаза по меньшей мере в свободном пространстве 16 над жидкостью при требуемом давлении. После этого продолжающееся образование биогаза позволяет поддерживать пузырь выше требуемого сочетания объема и давления и при этом также выпускать биогаз. Выпускаемый биогаз можно использовать в качестве топлива, сжигаемого, например, для получения тепла, пара или электроэнергии.

Биогаз выпускают через отводную линию 34, соединенную, например, со свободным пространством 16 над жидкостью или с линией 32 рециркуляции газа. Отводная линия 34 включает выпускной клапан 36, который регулируют таким образом, что он открыт, когда давление газа в системе 10 превышает заранее заданное максимальное значение, и закрыт, когда давление газа падает ниже заранее заданного минимального значения. Заранее заданное минимальное значение давления биогаза предпочтительно выбирают так, чтобы обеспечить по меньшей мере существенное увеличение ТМПД и потока через мембранный фильтр 22. Например, заранее заданное минимальное значение может быть выше давления окружающей среды на 10 кПа или более. При необходимости, заранее заданное минимальное значение может быть достаточным, чтобы оно само по себе обеспечивало расчетный поток и чтобы избежать потребности во всасывающем насосе для фильтрата в линии 28 для фильтрата. Например, заранее заданное минимальное значение может составлять 20 кПа или более.

На Фиг. 2 показан альтернативный анаэробный мембранный биореактор 110, в котором мембранный фильтр 22 погружен непосредственно в область 14 сточных вод

резервуара 12 для обработки. Отсутствуют отдельный мембранный резервуар и линии 24, 26 для обрабатываемой жидкости или линия 32 рециркуляции газа. Линия 30 барботажного газа сконструирована таким образом, чтобы отбирать биогаз из свободного пространства 16 над жидкостью и выпускать биогаз для обеспечения пузырьков рядом с нижней частью мембранного фильтра 22 или ниже. Конфигурация и работа других компонентов описаны выше в связи с Фиг. 1.

При необходимости, неочищенные сточные воды можно добавлять в анаэробный мембранный биореактор 10, 110 в периодическом процессе подачи, чтобы снизить потребление энергии питающим насосом или обеспечить возможность использования гравитационной подачи потока, даже когда гидростатическое давление, обуславливающее такую подачу, является небольшим. В данном процессе неочищенные сточные воды добавляют в резервуар 12 для обработки только после того, как биогаз временно выпущен из резервуара 12 для обработки, так что насосу для неочищенных сточных вод не требуется преодолевать давление биогаза. Для начала процесса, клапан 38 для фильтра в линии 28 для фильтра закрывают, а выпускной клапан 36 открывают, чтобы сбросить давление в свободном пространстве над жидкостью в резервуаре 12 для обработки. Небольшое остаточное давление, например, 1 кПа выше атмосферного давления, может оставаться в свободном пространстве над жидкостью, чтобы предотвратить просачивание наружного воздуха в резервуар 12 для обработки. Впускной клапан 40 в линии 18 подачи открывают и включают питающий насос, если поток подают не под действием силы тяжести, чтобы добавить неочищенные сточные воды в резервуар 12 для обработки. Когда партия неочищенных сточных вод добавлена, выключают питающий насос, если он присутствует, и закрывают впускной клапан 40, и закрывают выпускной клапан 36. Обеспечивают возможность накопления биогаза в анаэробном мембранном биореакторе 10, 110 до достижения порогового давления, например, 10 кПа выше атмосферного давления, в резервуаре 12 для обработки. Затем открывают клапан 38 для фильтра, чтобы начать фильтрацию. Время от времени можно открывать выпускной клапан 36, чтобы удалить избыток биогаза в течение фильтрации, как описано выше. Когда требуется другая партия неочищенных сточных вод, процесс подачи повторяют.

На Фиг. 3 показаны рабочие характеристики мембраны для промышленной полномасштабной установки с мембранным биореактором, работающем при ТМПД примерно 5 кПа. Это подтверждает, что мембранные биореакторы можно легко эксплуатировать при давлениях в головном свободном пространстве над мембраной ниже 10 кПа. В данном случае, поток через мембрану обеспечивают с помощью всасывающего насоса для фильтра.

На Фиг. 4 показано давление, создаваемое биогазом при работе анаэробного биореактора. Эти данные получены для анаэробного биореактора объемом 2000 л, используемого для обработки промышленных сточных вод. Расход неочищенных сточных вод составляет 100 л/ч. Количество образующегося биогаза составляет 370 л/ч. Биореактор содержит клапан регулирования давления в линии отвода биогаза. Клапан остается закрытым до тех пор, пока не достигается давление 10 кПа в головном пространстве биореактора, и его открывают, когда указанное давление превышает установленное значение (в этом случае 10 кПа). Посредством таких действий возможно непрерывно поддерживать постоянное давление в головном пространстве анаэробного биореактора. Данное давление обусловлено непрерывным образованием биогаза в процессе сбрасывания сточных вод. Обычно биогаз вырабатывается в биореакторе в течение всего периода времени, в течение которого в биореактор подают сточные воды/

твердые отходы. Представленные данные показывают, что для анаэробного мембранного биореактора возможно создавать ТМПД до 10 кПа, который является достаточным для нормальной работы мембраны, внутри биореактора, только посредством биологического процесса, и для этого не требуется применение

5 всасывающего насоса для фильтрата.

Изобретение, защищаемое данным документом, определено в нижеследующей формуле изобретения. Формула изобретения не ограничена конкретными примерами установки или способа, описанными здесь. Конкретный пункт формулы изобретения может не включать каждый элемент или стадию любой отдельной установки или

10 способа, описанных здесь, или каждый элемент или стадию, которые являются общими для нескольких установок или способов, описанных здесь.

Формула изобретения

1. Способ разложения сточных вод и получения биогаза, включающий следующие

15 стадии:

а) обеспечение системы, включающей (i) закрытый резервуар для анаэробной обработки, включающий область для вмещения сточных вод и свободное пространство над жидкостью для вмещения биогаза, вырабатываемого при разложении сточных вод; (ii) насосную систему подачи сточных вод в резервуар для обработки; (iii) мембранный

20

фильтр в резервуаре для обработки или в закрытом внешнем резервуаре, гидравлически сообщающемся с резервуаром для обработки с возможностью рециркуляции; (iv) контур циркуляции биогаза, выполненный с возможностью отбора биогаза из свободного пространства над жидкостью, выпуска биогаза в виде пузырьков рядом с нижней частью мембранного фильтра или ниже, и возврата биогаза в свободное пространство над

25

жидкостью; (v) выход для удаления фильтрата из установки через мембранный фильтр и (vi) выход для удаления полученного биогаза из установки;

б) поддержание давления в свободном пространстве над жидкостью и в сточных водах, находящихся в сообщении с мембранным фильтром, достаточного для по меньшей мере существенного вклада в получение потока фильтрата через мембранный

30

2. Способ по п. 1, в котором давление, поддерживаемое в свободном пространстве над жидкостью и в сточных водах, находящихся в сообщении с мембранным фильтром, по меньшей мере на 10 кПа или более превышает давление окружающей среды.

3. Способ по п. 2, в котором давление, поддерживаемое в сточных водах, находящихся

35

в сообщении с мембранным фильтром, обеспечивает получение расчетного потока фильтрата через мембранный фильтр в отсутствие обеспечивающего всасывание насоса, который присоединяют к мембранному фильтру со стороны фильтрата.

4. Способ по п. 1, в котором мембранный фильтр расположен внутри закрытого внешнего резервуара, гидравлически сообщающегося с резервуаром для обработки с

40

возможностью рециркуляции, причем внешний резервуар включает область сточных вод, в которую погружен мембранный фильтр, и свободное пространство для биогаза над областью сточных вод, а контур циркуляции биогаза включает насос, трубопровод, обеспечивающий сообщение между свободным пространством над жидкостью и насосом, устройство для барботажа газа рядом с нижней частью мембранного фильтра

45

или ниже, трубопровод, обеспечивающий сообщение между насосом и устройством для барботажа газа, и трубопровод, обеспечивающий сообщение между свободным пространством над жидкостью во внешнем резервуаре и резервуаром для обработки.

5. Способ по п. 1, в котором мембранный фильтр размещен внутри резервуара для

обработки, а контур циркуляции биогаза включает насос, трубопровод, обеспечивающий сообщение между свободным пространством над жидкостью и насосом, устройство для барботажа газа рядом с нижней частью мембранного фильтра или ниже и трубопровод, обеспечивающий сообщение между насосом и устройством для барботажа газа.

6. Способ по п. 1, включающий стадию временного или периодического ограничения или прекращения извлечения биогаза из установки, чтобы накапливать или поддерживать по меньшей мере предварительно заданное количество биогаза в свободном пространстве над жидкостью.

7. Способ по п. 1, в котором биогаз выпускают из системы, когда давление биогаза превышает предварительно заданное минимальное значение.

8. Способ по п. 7, в котором глубину сточных вод в системе поддерживают выше предварительно заданного минимального значения.

9. Способ отведения фильтрата через мембранный фильтр в анаэробном биореакторе, включающий поддержание сточных вод в биореакторе в сообщении с мембранным фильтром при давлении по меньшей мере на 10 кПа выше давления окружающей среды, поддержание пузыря биогаза, получаемого путем разложения сточных вод, при давлении по меньшей мере на 10 кПа выше давления окружающей среды и отбор биогаза из пузыря для получения пузырьков биогаза рядом с нижней частью мембранного фильтра или ниже.

25

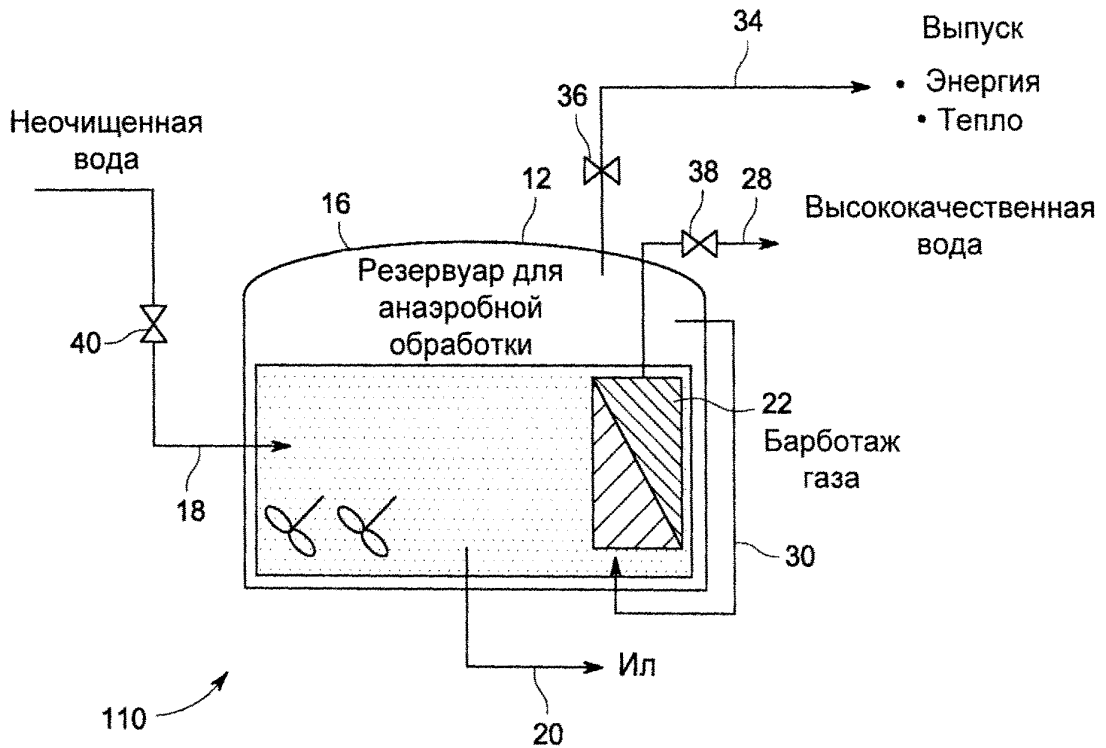
30

35

40

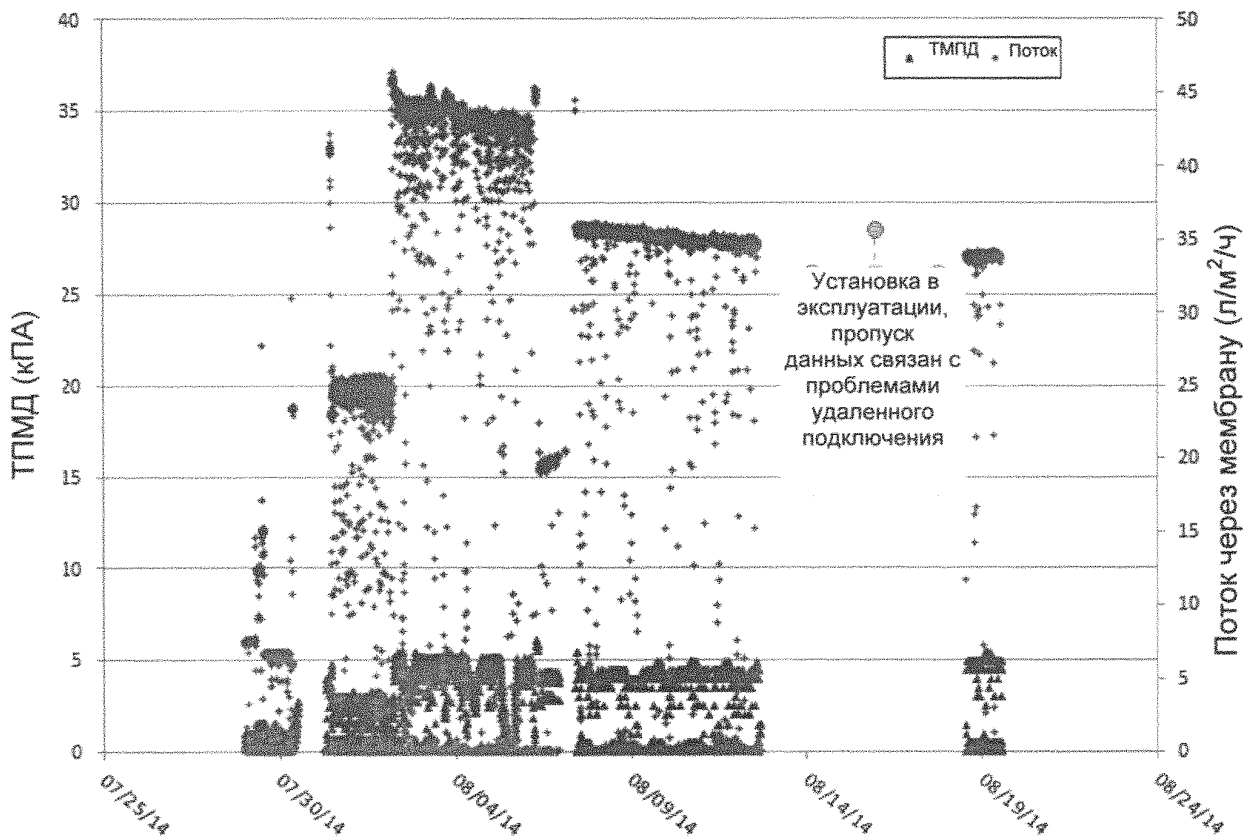
45

АнМБР с мембранным фильтром, погруженным в резервуар для обработки



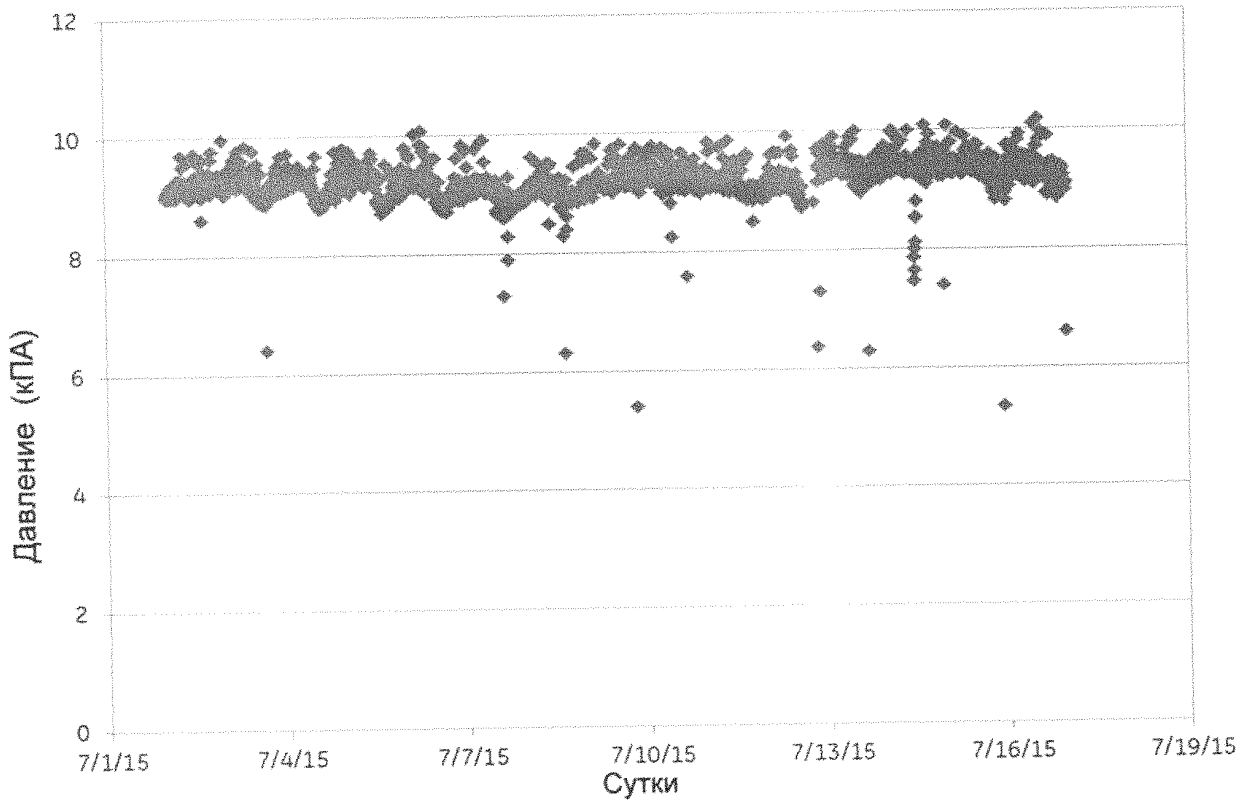
Фиг. 2

Рабочие характеристики мембраны при ТМВД < 5 кПа



Фиг. 3

**Давление в головном пространстве анаэробного биореактора,
создаваемое биогазом**



Фиг. 4