



**Фирма «АгроБиоТех» - филиал компании
«LANDCO SA» (Люксембург).**

**Биогазовые установки для эффективной утилизации
агропромышленных отходов и осадков сточных вод**



Российская Федерация, 197342
Санкт-Петербург, ул.
Караваевская д.57
Завод металлоконструкций
Тел./факс 8 (812) 715-42-34
info@biogaz.ru / www.biogaz.ru

Установка для обработки переброженной массы от фирмы ЛАНДКО (Люксембург)

Оно составляется из:

Центрифуга от фирмы Флоттвег АГ (Германия)

Насосы, арматура, баки

Ультрафильтрация от фирмы Полимем (Франция)

Двойной обратный осмос от фирмы Полимем (Франция)

Система управления

Фирма выпускает 3 модели:

5 м³/ч. или 120 м³/сутки

10 м³/ч. Или 240 м³/сутки

15 м³/ч. Или 360 м³/сутки

На выходе имеем: H₂O (около 85% от входного субстрата),

и жидкая минеральная удобрения (около 2% от входного субстрата), среднее состав такой:

Сухая фракция: 2.11% от общего к-во субстрата на вход

NH₄ : 10,12 г/литр т.е. 7,8 г/литр N

K : 4,67 г/литр

Na : 2,6 г/литр

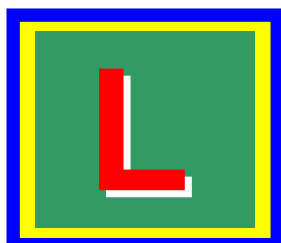
Mg : 0,8 г/литр

Ca : 0,5 г/литр

SO₄ : 5,02 г/литр

PO₄ : 0,017 г/литр т.е. P от PO₄ : 0,0055 г/литр

Модуль для переработки переброженной массы ЛАНДКО



LANDCO SA

5, rue Aldringen, B.P.

Biotechnology Biogas

L-1025 LUXEMBOURG

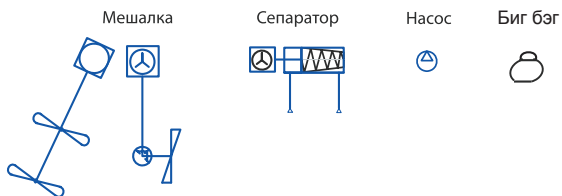
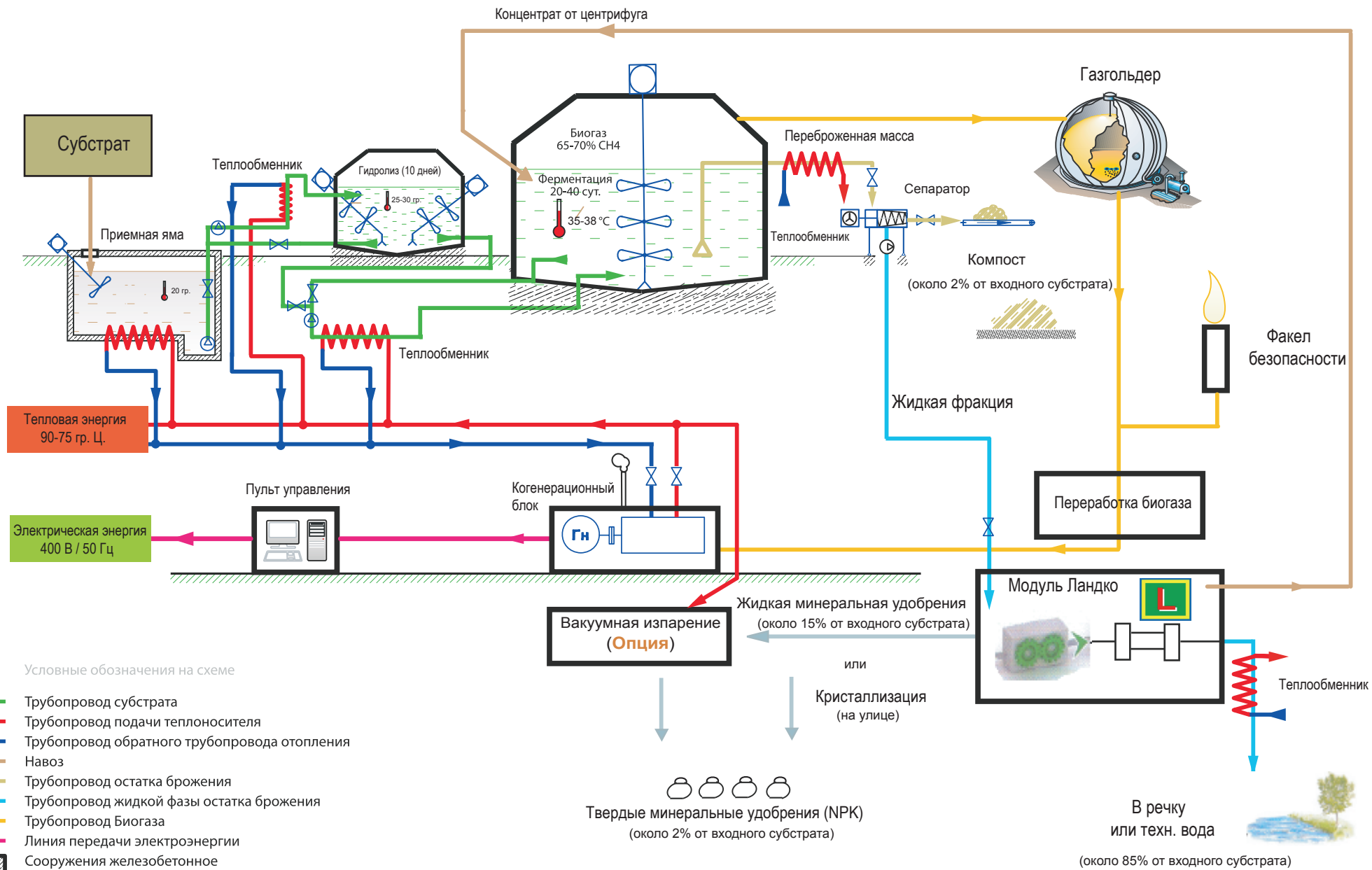
RCSL: B 108537

Центрифуга от фирмы Флоттвег АГ (Германия)



Ультрафильтрация и обратный осмос от фирмы Полимер (Франция)





АгроБиоТех

Адрес:
 Россия 187342,
 Ленинградская обл.,
 город Кировск,
 ул. Новая 22-9

Тел: +7 812 715 42 34
www.biogaz.ru,
info@biogaz.ru

Проект: Типичная схема БГУ с обработкой перевроженной массы

дата	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ли ст
24.06.2010	ООО "АгроБиоТех"	1/1

ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

- Предметом данного изобретения является технология и комплекс оборудования для переработки органических отходов путем сбраживания в газовом ферментаторе (или биореакторе). Биологическая метанизация представляет собой эффективный и щадящий окружающую среду метод переработки органических отходов под воздействием метанобразующих бактерий, позволяющий вырабатывать энергию в форме метана.
- Метанизация предполагает переработку стоков и отходов самого разнообразного происхождения: отходов животноводства, пищевой промышленности, сточных сбросов, бытовых, сельскохозяйственных отходов и пр.
- Жидкие отходы могут быть подвержены метанизации даже, если в них содержатся суспензии или сухие вещества, как в случае отходов животноводства (напр., жидкий навоз) или сточных сбросов. При проведении метанизации различные отходы обычно смешиваются. Напр., сельскохозяйственные отходы могут быть перемешаны с отходами животноводства, которые содержат жиры с высоким метанобразующим потенциалом. Поскольку отходы находятся или переведены в жидкое состояние, необходимая однородность может быть достигнута путем активного перемешивания. Операция перемешивания проводится в емкости предварительной переработки. Затем перемешанные жидкие отходы подаются насосом в биогазовый реактор, где они подвергаются анаэробному сбраживанию.
- После завершения сбраживания переброженная масса отводится из биогазового реактора для дальнейшей переработки и стабилизации. По своим свойствам остаток, образующийся в процессе сбраживания, может быть сравним с компостом и использован для обогащения почвы для пищевых и непищевых культур (напр., в городских зеленых зонах). Эта переброженная масса может быть также использована как удобрение. К сожалению, площади и периоды для

удобрения ограничены, и появляется необходимость в таком решении, которое позволило бы осуществлять переработку непрерывного потока переброженной массы, образующейся в процессе метанизации. Поэтому представляется важным предложить процесс переработки переброженной массы, приемлемый
5 одновременно как в экологическом, так и в экономическом аспектах. Одной из проблем, с которыми сталкиваются специалисты в этой области, является удаление взвесей или сухих веществ из жидкой переброженной массы.

По технологии- прототипу, описанной в DE102004030482, процесс переработки
10 включает не менее двух этапов осаждения (декантации) переброженной массы, проводимых для наилучшего удаления взвесей и сухого вещества перед тем, как она проходит сверхтонкую фильтрацию и обратный осмос. Первый этап осаждения, который может быть проведен, по выбору, в биореакторе, завершается образованием первичного осадка, пригодного для использования в
15 качестве компоста. Дополнительно, возможно проведение еще одного этапа осаждения первичного осадка для уменьшения его объема перед использованием в качестве компостного удобрения. Первая жидкая фаза подвергается вторичному осаждению, проводимому, преимущественно, с применением флокулянтов (спец. адсорбентов). Затем полученная вторичная жидкая фаза
20 проходит ультрафильтрацию фильтрацию, в то время как вторичная осажденная фракция возвращается в биореактор. Недостатком этой технологии является то, что этапы осаждения занимают продолжительное время, и этот фактор не позволяет проводить переработку переброженной массы в непрерывном режиме. Кроме того, трудность представляет выделение взвешенных частиц из жидкой
25 фазы, а необходимость беречь дорогостоящие мембраны для ультрафильтрации склоняет к выбору проведения переработки с применением флокулянтов, которые, однако, также имеют высокую стоимость.

В противоположность этой технологии, документ US6368849 предлагает осуществлять процесс переработки без осаждения переброженной массы перед
30 проведением этапа сверхтонкой очистки. Согласно этой технологии волокна и частицы размером более 1 мм удаляются из массы отходов еще до их подачи в

биореактор. После завершения ферментации переброженная масса подается с помощью насоса непосредственно в установку ультрафильтрации. К сожалению, из-за высокого содержания взвешенного вещества в переброженной массе на выходе из установки ультрафильтрации образуется лишь относительно
5 небольшой объем жидкой фракции, полностью освобожденной от взвешенных частиц. Остаток вновь подается в биореактор. Кроме того, периодически необходимо проводить очистку фильтра ультрафильтрации, которая занимает 4-6 часов в день. При этом фильтр работать не может.

Проблема, решение которой разработано в изобретении, состоит в том, чтобы
10 предложить экономически обоснованный метод непрерывной и эффективной переработки переброженной массы, который преодолел бы несовершенства технологии-прототипа.

Один из аспектов изобретения представляет технологию переработки жидких
15 органических отходов, включающий стадию анаэробного сбраживания в биореакторе с образованием переброженной массы и стадию ультрафильтрации и обратного осмоса. Перед фильтрацией переброженная масса из биореактора проходит центрифугу и разделяется на центрифугированную жидкую фракцию и центрифугированную фракцию концентрата. Жидкая фракция направляется на
20 ультрафильтрацию, а фракция концентрата возвращается в биореактор.

Как будет показано ниже, преимущество применения центрифуги состоит в уменьшении объема жидкости, которая поступает на фильтр сверхтонкой очистки. При этом не происходит потерь органического субстрата, подвергающегося
25 ферментации, и полезных бактерий. В то же время, применение центрифуги позволяет сокращать в непрерывном режиме и до заданного значения содержание сухого вещества в жидкой фракции, направляемой на ультрафильтрацию, а, значит, управлять процессом сверхтонкой очистки с наибольшей технологической и экономической эффективностью.

При наилучшей режиме описанной технологии с применением центрифуги центрифугированная жидкая фракция содержит не более 3%, и даже 2%, сухого вещества,

- 5 В другом варианте технологии центрифуга имеет такую конфигурацию, при которой центрифугированная фракция концентрата составляет от 20 до 50%, а, при наилучшем варианте, 20-30% от объема переброженной массы, поступающей на центрифугу.
- 10 Для наилучшей эффективности, центрифугированная жидкая фракция проходит ультрафильтрацию очистку с образованием удержанного остатка и фильтрата, при которой предполагается регулярное изменение направления циркуляции удержанного остатка. Еще лучше, если сверхтонкая очистка включает операцию обратной промывки, при которой направление потока фильтрата через мембрану
- 15 меняется на одну минуту каждые полчаса. Желательно также, чтобы ультрафильтрация включала регулярную промывку кислотой или гидроокисью натрия, проводимую не чаще одного раза в день.

- При наилучшей реализации изобретения удержанный на фильтре сверхтонкой
- 20 очистки остаток и/или продукты, образующиеся при обратной промывке фильтра, вновь направляются в биореактор.

- Желательно, чтобы фильтрат тонкой очистки на следующей стадии прошел обратный осмос после того, как его pH изменится путем добавления кислоты.
- 25 Самое лучшее, когда после изменений pH примет значение ниже 8.

Предпочтительно, чтобы операция обратного осмоса включала регулярную промывку мембран водой, проводимую одновременно с промывкой мембраны фильтра сверхтонкой очистки.

Дополнительно, переброженная масса может быть подвергнута твердой/жидкой сепарации перед обработкой в центрифуге. Сепарация позволяет удалить частицы более 3 мм.

- 5 Другой аспект изобретения представляет комплекс оборудования /производство/ для переработки жидких органических отходов, состоящий из биореактора, установки фильтра сверхтонкой очистки и обратного осмоса в конфигурации, в которую включена центрифуга для обработки переброженной массы перед ультрафильтрацией, после чего центрифугированный концентрат вновь
- 10 направляется в биореактор. Предпочтительно, чтобы центрифуга имела цельный ротор. Дополнительно, производство может быть оснащено устройством для завершения твердой/жидкой сепарации, помещенным перед центрифугой, что позволяет удалять частицы больше 3 мм.
- 15 При наилучшей реализации изобретения производство имеет линию для рекуперации тепловой энергии от переброженной массы на выходе из биореактора перед прохождением центрифуги и/или от воды на выходе из устройства обратного осмоса.
- 20 Предпочтительно, производство должно быть оснащено оборудованием для отвода удержанного на фильтре сверхтонкой очистки остатка и/или продуктов, образующихся при обратной промывке фильтра, к биореактору.

- Из этого описания следует, что изобретение основывается на внедрении
- 25 непрерывного центрифугирования с целью устанавливать и контролировать содержание сухого вещества в жидкой фракции, направляемой на ультрафильтрацию фильтрацию. Суть изобретения состоит также в постоянной очистке мембраны ультрафильтрации в зависимости от содержания сухого вещества в отфильтрованной жидкой фракции. Суть изобретения состоит также в
- 30 нахождении наилучшего компромисса между удалением сухого вещества и защитой мембран ультрафильтрации. Кроме того, изобретение предлагает выбор

возможности полного разложения органической массы за один, два или более циклов ферментации в одном и том же биореакторе.

5 Технология и комплекс оборудования /производство/, разработанные в изобретении, показаны на рис.1 в прилагаемых чертежах, которые иллюстрируют процесс переработки, изложенный в изобретении.

10 Предлагается схема производства, начинающаяся с приемного бака (1) для органических жидких отходов (3а). Желательно, чтобы приемный бак (1) был оснащен устройствами для перемешивания (5). В приемном баке органический материал (3а) собирается и разводится водой (7). Сжиженные отходы подаются насосом для отстаивания в биореакторе (9) при концентрации сухого вещества менее 12%. Именно значение 12% позволяет произвести перекачку сжиженной массы. Однако, в изобретении указывается, что существует возможность подачи
15 отходов непосредственно в биореактор при содержании сухого вещества выше 12%, напр., от 25 до 35 %, в пределах одной десятой от общего входящего потока. Мы хотели бы напомнить, что сухое вещество состоит как из взвешенных, так и невзвешенных частиц, которые можно обнаружить в жидких органических отходах (3а, 3б), направляющихся на ферментацию.

20 Анаэробное сбраживание проходит в биореакторе (9). Он может достигать значительных размеров и вмещать, к примеру, около 2 000 - 11 000 м³. Биогаз (11), образующийся при ферментации, отводится через выходное отверстие (13) в верхней части емкости реактора(9). Сбор биогаза (11) осуществляется обычными,
25 принятыми в таких технологиях, способами, и потому он не изложен в настоящем описании.

30 В соответствии с изобретением, биореактор (9) оснащен устройствами для перемешивания (15) и циркуляционными насосами (не представлены на схеме) для того, чтобы жидкая органическая масса постоянно находилась в движении. Это позволяет избежать осаждения сухого вещества и образования отложений на дне реактора (9). Постоянное перемешивание жидкой органической массы

необходимо во избежание образования пленки или корки на поверхности жидкости, которые затрудняют сбор биогаза (11) и, в частности, метана.

5
10
15
20
25
30

Время отстаивания в биореакторе зависит от нескольких факторов, таких как происхождение отходов (3а, 3в), например. Для свиного навоза средняя продолжительность нахождения в биореакторе составляет около 20 дней, в то время как для испражнений крупного скота она составляет около 60 дней. При соблюдении технологии изобретения в биореактор поступает постоянный поток жидких органических масс, как новых (3а, 3б), так и рециркуляционных (27, 33, 37). Как мы увидим позднее, для обеспечения непрерывности процесса жидкие органические отходы подаются в биореактор непрерывным потоком, и такой же объем жидкости постоянно отводится в качестве переброженной массы (17). Объем биореактора и характеристики потоков на входе и выходе из реактора определяют время отстаивания жидких органических отходов в реакторе, необходимое для проведения ферментации.

Таким образом, после завершения анаэробной ферментации, переброженная масса (17), находящаяся в биореакторе (9), подается насосами на дальнейшую переработку в соответствии с изобретением. Оборудование для утилизации тепла установлено на линии выхода переброженной массы (17) из биореактора (9). В зависимости от природы жидкого органического материала переброженная масса (17) может содержать твердые частицы. К примеру, свиной навоз содержит солому, которая, как известно, не восприимчива к ферментации. Если в переброженной массе (17) присутствуют такие частицы размером более 3 мм, их следует удалить до стадии центрифугирования. Это может быть сделано посредством механического сепаратора (19) или фильтрации. В качестве сепаратора (19) может использоваться шнековый пресс или любое другое оборудование, позволяющее проводить жидкую/твердую сепарацию в непрерывном режиме. Отделенная твердая фаза (21), которая отводится или пропускается через фильтр, может быть использована, например, в качестве компоста. Подразумевается, что эта стадия является опцией, и ее проведение необязательно, к примеру, для навоза. Установка трехступенчатого клапана (57)

предусматривает возможность подавать переброженную массу (17) непосредственно в центрифугу (25), либо направлять его к сепаратору (19).

5 Жидкая фаза (23) переброженной массы (17), содержащая сухое органическое вещество в виде суспензии направляется на установку переработки для проведения переработки согласно изобретению. Жидкая фаза (23) переброженной массы (или переброженной масса, когда удаление твердых частиц не нужно), поступающая на установку переработки, может содержать от 3 до 6% или более сухого вещества в виде взвешенных частиц.

10

Согласно изобретению, установка по переработке включает центрифугу (25), установки фильтра сверхтонкой очистки (31) и обратного осмоса (45).

Стадия центрифугирования

15 Центрифугирование осуществляется в центрифуге (25), желательнo, с цельным ротором. Одно из преимуществ такой центрифуги (25) заключается в возможности осуществлять переработку переброженной массы (17, 23) в непрерывном режиме. Центрифуга применяется для очистки переброженной массы, т.е. удаления наибольшего количества суспензии перед проведением сверхтонкой фильтрации.

20 В самом деле, перед стадий центрифугирования жидкий материал для переработки содержит от 3 до 6% и даже более сухого вещества. Параметры центрифуги с цельным ротором подбираются таким образом, что позволяют получить снижение содержания сухого вещества в очищенном жидком материале до значения менее 3% и, в наилучшем случае, менее 2%. Это значение
25 достигается за счет подбора таких показателей, как время нахождения в центрифуге, дифференциальной скорости шнека и ротора и/или конструкции шнека.

Подбираемые характеристики зависят от качества переброженной массы (17, 23) и могут соответственно изменяться. Регулировка характеристик центрифуги не
30 представляет чрезмерной трудности для специалистов. Согласно изобретению, в

центрифуге может обрабатываться от 5 до 20 м³ жидкого материала в час, оптимальным значением является 15 м³ в час.

5 Центрифугированный концентрат (27) представляет от 20 до 50% общего объема жидкого материала, прошедшего центрифугу. При оптимальном варианте центрифугированный концентрат (27) составляет от 20 до 30% от переработанного жидкого материала, предпочтительно, 20%.
10 Центрифугированный концентрат (27) содержит около 80-95% воды, предпочтительно, 85-90% воды. Желательно, чтобы центрифугированный концентрат (27) содержал 88% воды. Центрифугированный концентрат может быть отделен и использован в качестве компоста. Однако, согласно изобретению, центрифугированный концентрат (27) возвращается в биореактор (9).

15 Повторная подача центрифугированного концентрата (27) обратно в биореактор (9) способствует более активному разложению органических элементов и ферментации, поскольку бактерии, участвующие в сбраживании, вновь поступают в биореактор (9). В биореакторе частицы суспензии или сухого вещества, отделенные на стадии центрифуги, подвергаются разложению в новом цикле метанизации. Возврат в цикл переработки сухого вещества, активизированного
20 метанообразующими бактериями, способствует росту существующих колоний и, тем самым, ускоряет метанизацию.

Содержание диоксида углерода зависит только от природы поступающего субстрата (3a, 3b) и изменяется согласно соответствующему метанообразующему
25 потенциалу. Каждый субстрат проявляет свой различный метанообразующий потенциал, в среднем от 50 до 75 % CH₄. При наилучшем режиме процесса согласно изобретению, центрифугированный концентрат (27) всегда возвращается обратно в цикл. Возврат в цикл центрифугированного концентрата позволяет провести второй цикл метанизации для содержащегося в нем
30 органического материала. При вторичной метанизации предположительно

получается примерно на 10% больше биогаза (11), под воздействием остаточной ферментации.

5 В противоположность первоначальной технологии, где остаточная ферментация протекает во втором биореакторе, изобретение позволяет избежать его использования или проводить процесс ферментации в два этапа.

10 Подача сухого вещества управляется в реальном времени. Высокая концентрация метанобразующих бактерий, связанных с ним, позволяет реализовать полную ферментацию при вторичной или последующей подаче сухого вещества в биореактор (9). Благодаря возможности настройки характеристик центрифугирования, изобретение не требует добавления флокулянтов в центрифугированную жидкую фракцию (29) или в очищенную фракцию. Очищенная фракция не нуждается в последующей фильтрации или повторном
15 прохождении центрифуги (25) перед подачей на фильтр тонкой очистки. Согласно изобретению, осветленная фракция, содержит менее 3% сухого вещества, и даже, что предпочтительнее, менее 2%. Осветленная фракция представляет примерно от 80 до 50% жидкости, поступающей на центрифугу. Желательно, чтобы осветленная фракция представляла примерно от 80 до 70% жидкости,
20 поступающей на центрифугу, наилучшим значением является 80%.

Стадия ультрафильтрации

Назначение стадии ультрафильтрации состоит в получении из центрифугированной жидкой фракции фильтрата, полностью освобожденного от
25 частиц. Фильтрация осуществляется в фильтре сверхтонкой очистки (31), с трубчатыми мембранами. Фильтровальная установка (31) оснащена набором модулей с пластиковыми мембранами для ультрафильтрации, работающими в режиме внутренней/ внешней тангенциальной ультрафильтрации. Число модулей зависит от масштабов производства по переработке. Сепарация осуществляется
30 при давлении ниже 2 бар. Для того, чтобы защитить наилучшим образом мембрану при фильтрации, в процесс согласно изобретению включены:

- Изменение направления циркуляции удержанного остатка для того, чтобы минимизировать отложения на входе мембраны, образующиеся со временем.
- Регулярная обратная промывка с изменением направления потока через мембрану для того, чтобы уменьшить загрязнение фильтра и, следовательно, минимизировать падение объема фильтрата (35) в течение времени.

Обратная промывка проводится путем впрыскивания определенного количества ультрафильтрата (35) с внешней стороны к внутренней стороне полых волокон, составляющих модули. При обратной промывке давление через мембрану периодически меняется на противоположное с помощью второго насоса, и таким образом поток фильтрата течет в обратном направлении к подаче, смывая загрязнения с поверхности мембраны. Обратная промывка помогает уменьшить осадения, которые образуются на мембране и ограничивает поток фильтрата (35) через волокно.

Частота и продолжительность этих обратных промывок определяются свойствами переброженной массы, поступающей на переработку. К примеру, эта операция может быть повторена каждые полчаса в течение 1 минуты.

При наилучшем режиме процесса продукт, образующийся в результате этих обратных промывок, может быть перемешан с концентратом, очищенным в процессе центрифугирования, и направлен обратно в биореактор. Несомненно, эта фракция также содержит бактерии и сухое вещество.

Согласно формуле изобретения, предусматривается этап промывки кислотой или гидроксидом натрия (39). Кислота или гидроксид натрия используются для разложения минеральных или органических веществ. Следует напомнить, что переброженная масса (17,23) состоит, в основном, из органического материала.

Этап промывки занимает от 1 до 4 часов и выполняется в одной из частей модулей установки для ультрафильтрации (31).

5 Для непрерывной обработки переброженной массы (17,23), промывка не производится во всех модулях одновременно. Таким образом, во время промывки установка ультрафильтрации может продолжать работать. Согласно формуле изобретения производительность установки во время промывки уменьшается наполовину по сравнению с первоначальной величиной. Это позволяет производить непрерывную обработку переброженной массы (17, 23) 24 часа в
10 сутки. Промывка может выполняться каждый день. Однако, согласно формуле изобретения она выполняется менее одного раза в день. Несомненно, низкая доля сухого вещества, поступающего на установку сверхтонкой фильтрации в соединении с регулярным изменением направления удержанного фильтрата и обратной промывкой мембран позволяет ограничить время простоя модуля
15 ультрафильтрации, требуемого для промывки.

Ультрафильтрат (35) затем направляется к установке обратного осмоса, подвергаясь изменению кислотности, путем добавления кислоты в бак. После изменения кислотность (рН) должна быть ниже 8-ми.

20

Обратный осмос

Стадия обратного осмоса проводится в установке обратного осмоса (45) с использованием обычных спиральных мембран для обратного осмоса. Обратный осмос может проводиться как ограниченный процесс, либо в непрерывном
25 режиме. При наилучшем режиме обратный осмос проводится как непрерывный процесс. Он состоит из двух проходов.

На первом проходе (45) обратного осмоса, ультрафильтрат разделяется на 2 части:

- Фильтрат (49), который проходит через мембрану и очищается от большей
30 части ионов перед направлением его на второй проход (45b).

- Удержанный остаток (47), который не может пройти сквозь мембрану и содержит все задержанные компоненты, отводится для практического применения, поскольку он богат минеральными солями и аммонием. Удержанный остаток проходит обработку вакуумным выпариванием (59) для
5 получения твердых удобрений (61), при этом используется тепло, восстановленное из самой системы.

Второе прохождение (45b) , в принципе, идентично, первому, однако качество полученного фильтрата (53) сопоставимо с выбросом в естественную среду. Удержанный остаток (51) может быть повторно использован и возвращен в начало
10 первого прохода.(45a).

В соответствии с изобретением, предполагается регулярная промывка мембран водой или кислотой или гидроокисью натрия. Этот этап управляется так, чтобы поддержать непрерывность процесса. Предпочтительно, этап промывки обратного
15 осмоса (45) совмещается по времени с этапом промывки установки ультрафильтрации (31) гидроокисью натрия или кислотой.

Вода (53), отводимая из модуля обратного осмоса, имеет рН между 5,2 и 7. Индекс рН изменяется в зависимости от качества перебродившей массы (17, 23).
20 Вода (53) является слабо минерализованной, и, потому, для улучшения ее рН, при необходимости, потребуются лишь незначительное количество добавок. Температура воды находится в пределах 35-40°C. Она может использоваться в оборудовании, утилизирующем тепло системы, до того, как будет выпущена во внешнюю среду.

25 Важным преимуществом производства по переработке отходов, описанного выше, является то, что стадии полной жидкой/твердой сепарации проводятся после выхода из биореактора, и тем самым обеспечивается возможность непрерывности процесса.

30

Пример

В биореактор (9) 10654 м^3 подаются в непрерывном режиме жидкие органические отходы в объеме $10 \text{ м}^3/\text{ч}$. Туда же (9) подводится жидкий материал, рециркулированный в ходе процесса переработки переброженной массы в соответствии с изобретением. Общий объем жидкого материала (новый органический материал, добавленный к рециркулированному) составляет $17,8 \text{ м}^3/\text{ч}$. Такое же количество $17,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ переброженной массы (17) отводится с помощью насоса из биореактора, чтобы в нем поддерживался постоянный уровень жидкого материала (9).

10 Переброженная масса (17) переходит на стадию центрифугирования (25), откуда потом центрифугированный концентрат (27) возвращается в биореактор со скоростью потока $4,1 \text{ м}^3/\text{ч}$. В этом примере, 23% жидкого материала, прошедшего стадию центрифугирования (25), возвращается в биореактор в то время, как 77%, соответствующие жидкой фракции (29) с содержанием сухого вещества менее 2%,
15 направляются на установку ультрафильтрации (33).

Жидкая фракция (29) из центрифуги (25) поступает на установку ультрафильтрации со скоростью $13,7 \text{ м}^3/\text{ч}$. Удержанный остаток (ретантант) после сверхтонкой очистки возвращается в биореактор со скоростью около $0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$.
20 Фильтрат (35) направляется в промежуточную емкость (41) со скоростью потока $13,3 \text{ м}^3/\text{ч}$. Из этого промежуточного бака (45) поток фильтрата подается насосом для использования для обратной промывки мембраны ультрафильтрации. Продукт обратной промывки возвращается в биореактор (9) в общем объеме $3,3 \text{ м}^3/\text{ч}$. Поэтому общая скорость потока рециркулированного материала
25 составляет $7,8 \text{ м}^3/\text{ч}$. Следует учитывать, что материал, возвращаемый в систему после обратной промывки, представляет около 42% от общего объема рециркулированного жидкого материала. 74% объема, подающегося в биореактор (9) выходят из фильтра сверхтонкой очистки в качестве фильтрата, освобожденного от частиц.

Благодаря обратной промывке только 56% первоначального объема, подводимого насосом из биореактора, подвергается обратному осмосу (45).

5 Фильтрат (35) подкисляется в промежуточном баке путем добавления сернистой кислоты до pH ниже 8. Затем фильтрат (35) закачивается насосом с мощностью потока около $10 \text{ м}^3/\text{ч}$. Он соединяется с потоком $2,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ жидкого материала (51), возвращаемого после второго этапа обратного осмоса. Общая мощность потока, входящего на первый этап (45b) обратного осмоса, составляет, таким образом, $12,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

10

С первой стадии обратного осмоса (45a) удержанный остаток (ретантат) (47) отводится при скорости потока $1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$. Фильтрат (49) подается на вторую стадию (45b) со скоростью потока $10,5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Концентрат (51) с этой второй стадии возвращается на первую стадию (45a) со скоростью потока $2,1 \text{ м}^3/\text{ч}$, поэтому рециркулированная вода (53) выходит с установки переработки с скоростью потока $8,4 \text{ м}^3/\text{ч}$.

15

Изобретение не ограничено режимами, которые были приведены выше единственно в качестве примеров и включает все режимы, которые могут быть
20 представлены специалистами в рамках данной технологии.

Формулы изобретения:

1 – Технологический процесс переработки органических отходов в жидкой форме (3а, 3б), включающий анаэробную ферментацию в биореакторе (9) с
5 образованием переброженной массы (17,23) и прохождение переброженной массы через установки сверхтонкой очистки (31) и обратного осмоса (45), имеет характерной особенностью центрифугирование (25) переброженной массы с разделением на центрифугированную жидкую фракцию (29) и центрифугированную фракцию концентрата (27), проводимое перед этапом
10 сверхтонкой очистки, и последующую рециркуляцию центрифугированного конденсата (27) в биореактор (9).

2 – Технологический процесс согласно формуле 1 отличается тем, что центрифугированная жидкая фракция (29) имеет содержание сухого вещества
15 ниже 3%, а, при наилучшем режиме, 2%.

3 – Технологический процесс согласно формулам 1 и 2 характерен тем, что этап центрифугирования (25) имеет конфигурацию, при которой центрифугированная фракция конденсата представляет около 20-50%, и, при наилучшем режиме, 20-
20 30%, в объеме переброженной массы (17, 23), поступающей на центрифугу.

4 – Технологический процесс согласно любой из формул 1-3 имеет характерной особенностью то, что центрифугированная жидкая фракция (29) проходит этап ультрафильтрации (31) с образованием удержанного остатка (33) и фильтрата
25 (35), в ходе которого производится регулярная смена направления циркуляции удержанного остатка (33).

5 – Технологический процесс согласно любой из формул 1-4 имеет характерной особенностью то, центрифугированная жидкая фракция (29) проходит этап
30 ультрафильтрации (31), сопровождающийся обратной промывкой с изменением

направления потока фильтрата через мембрану каждые полчаса в течение одной минуты.

5 6 – Технологический процесс согласно любой из формул 1-5 отличается тем, этап ультрафильтрации (31) включает регулярную промывку кислотой или гидроокисью натрия, выполняемую не более 1 раза в день.

10 7 – Технологический процесс согласно формулам 4 и 5 имеет особенностью то, что удержанный остаток (33) после ультрафильтрации и/или продукты (37), образованные при обратной промывке, направляются в биореактор (9) для вторичной переработки.

15 8 – Технологический процесс согласно любой из формул 1-7 отличается тем, что фильтрат (35) поступает на следующий этап обратного осмоса после изменения его pH путем добавления кислоты (43), при наилучшем режиме pH фильтрата снижается до значения менее 8.

20 9 – Технологический процесс согласно любой из формул 1-8 имеет характерной особенностью то, что этап обратного осмоса (45) включает регулярную промывку мембран водой, проводимую одновременно с промывкой мембран фильтра.

25 10 – Технологический процесс согласно любой из формул 1-9 имеет характерной особенностью то, перебродившая масса проходит жидкую/твердую сепарацию (19), позволяющую удалять частицы более 3 мм.

30 11 – Комплекс оборудования /производство/ по переработке органических отходов в жидкой форме, включающее биореактор (9), установки ультрафильтрации (31) и обратного осмоса (45), характеризуется тем, что дополнен центрифугой (25) для переработки перебродившей массы (17,23) перед установкой ультрафильтрации (31) и оборудованием для возврата центрифугированного концентрата в биореактор (9).

- 12 – В комплекс оборудования /производство/ согласно формуле 11 входит центрифуга с цельным ротором.
- 13 – Комплекс оборудования /производство/ согласно формулам 11 и 12
5 отличается наличием дополнительного оборудования (19) для завершения твердой/жидкой сепарации до этапа центрифуги (25), при наилучшем режиме это оборудование позволяет удалять частицы более 3 мм.
- 14 – Комплекс оборудования /производство/ согласно любой из формул 11-13
10 отличается наличием оборудования для рекуперации тепловой энергии (55) от переброженной массы (17,23) на выходе из биореактора (9) перед ее поступлением на центрифугу (25) и/или от воды (53), выходящей из установки обратного осмоса. (45).
- 15 15 – Комплекс оборудования /производство/ согласно любой из формул 11-14 характеризуется наличием оборудования для возврата удержанного остатка (33) из установки ультрафильтрации (31) и/или продукта (37) обратной промывки установки ультрафильтрации к биореактору (9).

ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ /ПРОИЗВОДСТВО/ ДЛЯ
ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

5

Резюме:

Изобретение описывает технологический процесс и комплекс оборудования /производство/ по переработке органических отходов (3а, 3b) в жидкой форме, включающий анаэробную ферментацию в биореакторе (9) с образованием перебродившей массы (17,23) и прохождение перебродившей массой этапов ультрафильтрации (31) и обратного осмоса (45), причем до этапа ультрафильтрации перебродившая масса (17,23) из биореактора проходит этап центрифугирования (25) с разделением на центрифугированную жидкую фракцию (29), содержащую менее 3% сухого вещества, и центрифугированную фракцию концентрата (27), которая возвращается в биореактор (9).

Рис. 1

