



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012143176/10, 30.03.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.03.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
01.04.2010 DE 102010014239.5

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2014 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 27.08.2015 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: DE 10056338 A1, 07.06.2001. EP1762607
A1, 14.03.2007. RU 2365080 C2, 27.08.2009

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 01.11.2012

(86) Заявка РСТ:
EP 2011/054911 (30.03.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/121024 (06.10.2011)

Адрес для переписки:
117036, Москва, ул. Профсоюзная, д. 5/9, кв. 274,
А.Г. Матвееву

(72) Автор(ы):

**РОШТАЛЬСКИ Кай (DE),
ШПРИНГЕР Преер (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

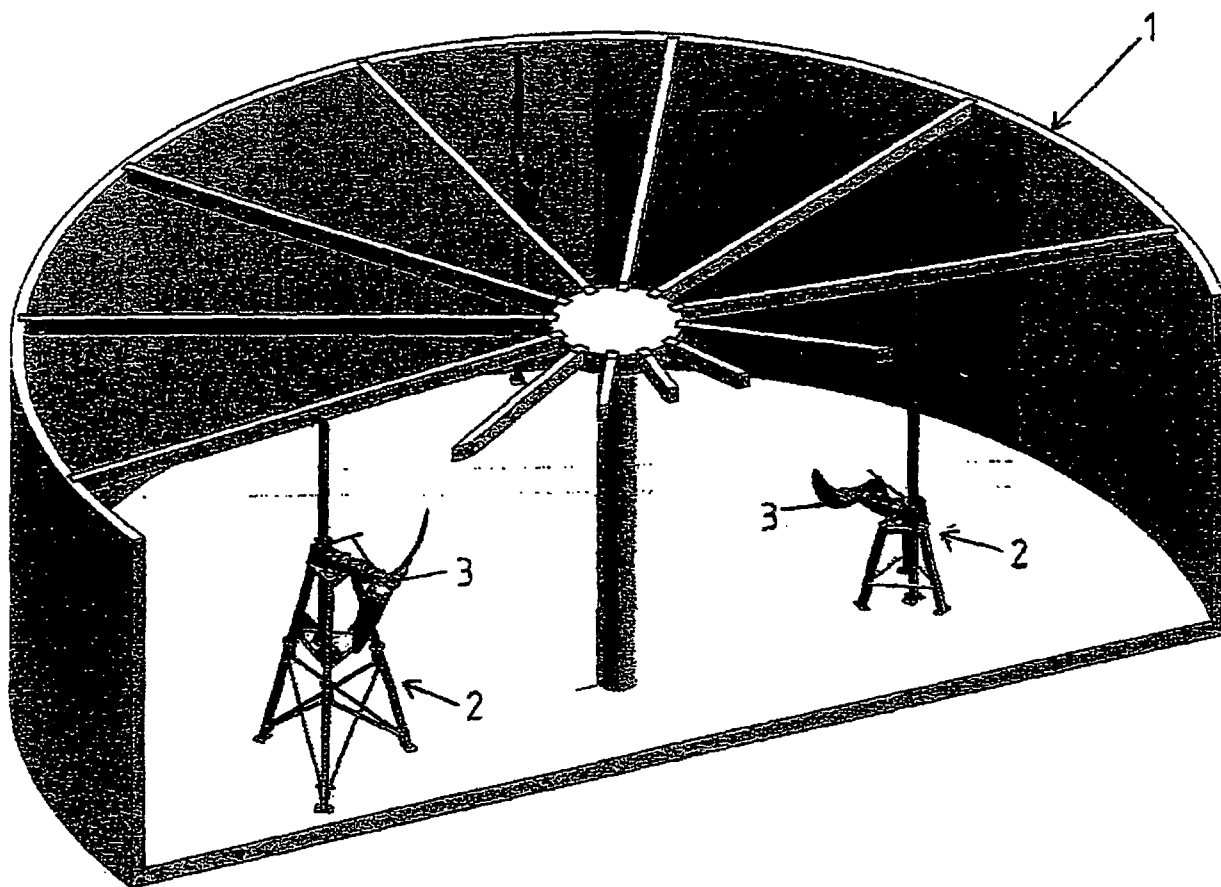
КСБ Акциенгезельшафт (DE)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области биохимии. Предложен способ и устройство производства биогаза из органических веществ. Способ включает подачу субстрата в контейнер с двумя перемешивающими механизмами с крыльчатками. В контейнере создают общую зону перемешивания субстрата ферментации, определяют среднюю скорость субстрата ферментации и/или средней вязкости субстрата ферментации в зоне перемешивания. Данные измерения передают в блок регулирования и с помощью блока регулирования изменяют

регулируемые количественные величины. Устройство содержит контейнер, систему подачи, датчик контроля хода технологического процесса и перемешивающих механизмов, блок регулирования, перемешивающие механизмы с крыльчатками. Крыльчатки обеспечивают создание в контейнере горизонтальных потоков содержимого контейнера. Изобретения обеспечивают увеличение количества преобразованного субстрата ферментации и сгенерированного количества газообразного метана. 2 н. и 18 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

RU 2561460 C2

RU 2561460 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C12M 1/107 (2006.01)*C12M* 1/36 (2006.01)*C12Q* 3/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012143176/10, 30.03.2011

(24) Effective date for property rights:
30.03.2011

Priority:

(30) Convention priority:
01.04.2010 DE 102010014239.5

(43) Application published: 10.05.2014 Bull. № 13

(45) Date of publication: 27.08.2015 Bull. № 24

(85) Commencement of national phase: 01.11.2012

(86) PCT application:
EP 2011/054911 (30.03.2011)(87) PCT publication:
WO 2011/121024 (06.10.2011)

Mail address:

117036, Moskva, ul. Profsojuznaja, d. 5/9, kv. 274,
A.G. Matveevu

(72) Inventor(s):

ROShTAL'SKI Kaj (DE),
ShPRINGER Preer (DE)

(73) Proprietor(s):

KSB Aktiengesellschaft (DE)(54) **METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING BIOGAS**

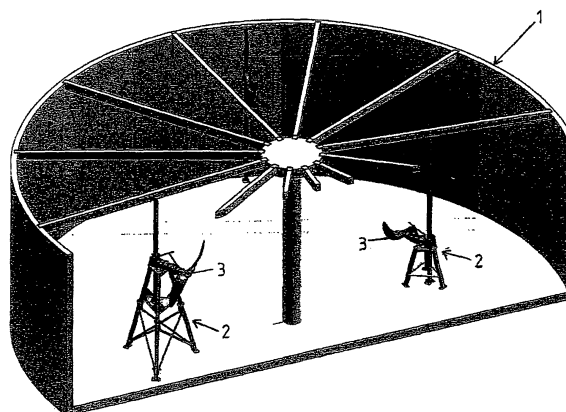
(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: group of inventions relates to biochemistry. A method and an apparatus for producing biogas from organic substances are disclosed. The method includes feeding a substrate into a container with two mixing mechanisms with impellers. A common area is created in the container for mixing the fermentation substrate. The average speed of the fermentation substrate and/or average viscosity of the fermentation substrate in the mixing area are determined. The measurement data are sent to a control unit and controlled quantitative values are varied by the control unit. The apparatus comprises a container, a feeding system, a sensor for monitoring the process and mixing mechanisms, a control unit and mixing mechanisms with impellers. The impellers enable to generate horizontal streams of the contents of the container.

EFFECT: larger amount of the converted fermentation substrate and the generated amount of methane gas.

20 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к способу и к устройству для производства биогаза из органических веществ, причем субстрат подают в контейнер посредством системы подачи, и в контейнере расположены, по меньшей мере, два перемешивающих механизма, крыльчатки которых установлены с возможностью вращения посредством приводов, причем эти крыльчатки создают в контейнере, в основном, горизонтальные потоки содержимого контейнера.

Способ служит для генерации биогаза из органических веществ. Сырье, используемое в таких установках для генерации биогаза, именуют субстратом. Субстрат состоит из биомассы, способной к биологическому разложению, такой как, например, навозная жижа, силос или биологические отходы. Контейнеры, используемые для производства биогаза, также именуют биореакторами или ферментерами. Когда установки для производства биогаза функционируют непрерывно, то субстрат непрерывно подают в контейнер, и извлекают биогаз, а также остаток, получаемый при ферментации. Субстрат, расположенный в контейнере,

преобразовывают посредством микроорганизмов различных типов. Эту биомассу, подлежащую преобразованию, именуют субстратом ферментации. Разложение субстрата ферментации микробами вызывает создание метана и диоксида углерода в качестве основных компонентов биогаза.

Подаваемый субстрат смешивают с содержимым контейнера.

Субстрат подают, в основном, путем точечной подачи при помощи систем подачи питательных веществ. Время выдержки биомассы, необходимое для выработки как можно большего количества биогаза, критически зависит от смешивания субстрата с субстратом ферментации. В случае тех сред, которые характеризуются, в первую очередь, увеличенными значениями вязкости, необходима циркуляция содержимого контейнера для смешивания и/или перемешивания, которое, как правило, производят посредством перемешивающих механизмов.

В области технологии анаэробных биореакций во многих областях применения используются ферментеры с отношением высоты к диаметру свыше 0,5. В этом случае смешивание выполняют обычно посредством вертикальных перемешивающих механизмов. В этом случае крыльчатки перемешивающего механизма расположены на центральном валу, приводимом в движение снаружи. Вал привода расположен вертикально и выступает в контейнер сверху, при этом он обычно проходит параллельно стенкам контейнера. Такой ферментер известен, например, из публикации заявки на патент Германии DE 19947339A1.

Между тем, в способе производства биогаза согласно настоящему изобретению использует формы контейнеров, в которых отношение высоты к диаметру является меньшим, чем 0,5. Диаметр контейнеров предпочтительно составляет от 16 до 40 метров. При таких размерах контейнера использование центрального вертикального перемешивающего механизма, приводимого в действие снаружи, больше не является экономически эффективным. Для перемешивания содержимого контейнера используют перемешивающие механизмы, которые расположены преимущественно в периферийной зоне контейнера и в последнем, и которые генерируют, в основном, горизонтальный поток среды в контейнере. Такое устройство известно, например, из публикации международной заявки W0 2008/104320 A2.

В публикации заявки на патент Германии DE 202007002835 U1 раскрыто множество перемешивающих механизмов для перемешивания содержимого контейнера, при этом два перемешивающих механизма расположены один над другим, будучи расположенными противоположно отдельному перемешивающему механизму. Для

обеспечения высокой эффективности процесса ферментации необходимым считают как можно более однородное распределение биомассы в жидкости ферментера. Кроме того, предусмотрено наличие устройства измерения уровня наполнения, посредством которого регистрируют высоту наполнения в контейнере и генерируют соответствующий сигнал измерения уровня наполнения в качестве сигнала, характеризующего фактическое значение высоты. Сигнал измерения уровня наполнения подают в управляющее устройство, которое, когда зарегистрировано нижнее значение высоты наполнения, приводит в действие серводвигатель регулировки высоты перемешивающего механизма, выполненного как перемешивающее устройство с погружным электродвигателем, опуская последний, и, таким образом, полностью погружая его перемешивающие лопасти еще глубже.

Субстраты ферментации, которые используют для генерации биогаза, обычно имеют структурно вязкие реологические свойства. Термин "структурно вязкий" означает, что динамическая вязкость субстрата ферментации уменьшается с увеличением скорости сдвига. Следовательно, вязкость является не величиной, а функцией. Для каждой индуцированной скорости сдвига получают соответствующую вязкость. Следовательно, вязкость в контейнере является локально различной. Она зависит от скоростей сдвига, существующих локально. Причиной этого являются локальные скорости, которые влияют на поток в контейнере.

Скорости сдвига создаются за счет движения крыльчатки перемешивающего механизма. В случае структурно вязких субстратов ферментации локальная вязкость уменьшается в окрестностях крыльчатки. С увеличением расстояния от крыльчатки скорость сдвига уменьшается, и вязкость соответственно повышается. Результатом этого является то, что крыльчатка преимущественно всасывает субстрат ферментации из тех областей вблизи крыльчатки, где субстрат ферментации имеет низкую вязкость. Это вызывает то, что области вблизи крыльчатки, в которых субстрат перемещают с высокими скоростями, расположены в небольшом объеме только вокруг самой крыльчатки. Эти области вблизи крыльчатки именуют кавернами. Когда перемешивающие механизмы работают только лишь локально в каверне, оптимальное перемешивание содержимого контейнера не происходит, поскольку генерация потока ограничена этими областями. Следовательно, это приводит к снижению полезного объема реактора относительно фактической емкости биореактора. В результате, в меньшем полезном объеме реактора создается меньше биогаза и, следовательно, также менее полезного метана. Доля метана или количество метана влияет на экономически эффективную работу биореактора.

Задачей настоящего изобретения является максимальное увеличение количества преобразованного субстрата ферментации и необходимого для этого времени выдержки, а также формирование большой зоны эффективного перемешивания. Еще одной задачей является создание способа, в котором зону перемешивания создает множество перемешивающих механизмов, при минимизации необходимых для этого затрат энергии и с оптимизацией выхода вырабатываемого метана из зоны перемешивания.

Согласно настоящему изобретению, эта задача достигнута за счет того, что диаметр крыльчатки, геометрическая конфигурация крыльчатки и положение крыльчаток выбраны так, что в контейнере может быть создана общая зона перемешивания среды, и за счет регистрации данных измерений для определения средней скорости и/или вязкости среды в зоне перемешивания, и передачи данных измерений в блок регулирования, причем этот блок регулирования способен изменять регулируемые количественные величины, которые изменяют введение мощности от перемешивающих

механизмов в зону перемешивания и/или состав содержимого контейнера. Цель состоит в увеличении объема реакции.

При помощи этого способа можно обеспечить возможность оптимального смешивания содержимого контейнера с одновременно минимизацией введения 5 необходимой для этого энергии. В этом случае первый перемешивающий механизм генерирует струю от перемешивающего механизма. Второй перемешивающий механизм расположен так, что он перемещает струю от первого перемешивающего механизма далее и, таким образом, сам генерирует струю. За счет перемешивающих механизмов, 10 преднамеренно расположенных надлежащим образом и работающих согласованно друг с другом, увеличивают объем смешивания между отдельными перемешивающими механизмами. Для этого, согласно настоящему изобретению, блок регулирования также переключает работу дополнительных перемешивающих механизмов, или блок регулирования изменяет количество и/или состав подаваемого субстрата и/или рециркулята.

Кроме того, регистрируют среднюю скорость потока субстрата ферментации в зоне перемешивания и/или вязкость в зоне перемешивания. Доказано, что особенно целесообразным является тот вариант, когда в качестве меры для оптимального введения 15 энергии используется средняя скорость в зоне перемешивания. При помощи этой количественной величины в способе согласно настоящему изобретению технологический процесс оптимизирован с точки зрения энергии. Если перемешивающие механизмы работают со слишком низкими гидравлическими мощностями, то средняя скорость субстрата ферментации на выходе в зоне перемешивания, которую имеет перемешивающий механизм, является слишком низкой. Результатом этого является то, что зона перемешивания распадается на неэффективные отдельные зоны. Средние 20 скорости в них снова возрастают вследствие высоких локальных скоростей сдвига, что является неэкономичным с точки зрения энергии. Если перемешивающие механизмы работают со слишком высокими гидравлическими мощностями, то средняя скорость в зонах перемешивания становится более высокой, чем величина, необходимая для их формирования, что в итоге неблагоприятным образом влияет на введение энергии и/ 25 или на выработку метана из биогаза. Между этими неблагоприятными режимами работы существует оптимальная скорость, которая, согласно настоящему изобретению, используется в качестве регулируемой количественной величины для оптимального введения энергии и кругооборота в контейнере.

Оптимальная скорость зависит от многих факторов, например, от расположения 35 перемешивающих механизмов и/или от состава субстрата ферментации. Таким образом, для каждого применения возникают конкретные оптимальные значения скорости, и при этих значениях достигается минимизация энергоемкости за счет оптимального введения мощности и тяги от перемешивающих механизмов в общую зону перемешивания. Размещение перемешивающих механизмов сконфигурировано так, 40 что перемешивающие механизмы не работают, будучи ограниченными локально, но работают согласованно друг с другом.

В структурно вязких средах существует прямое соотношение между скоростью и вязкостью. Таким образом, для гидравлической мощности, необходимой для оптимизированного по энергии перемешивания содержимого контейнера, в 45 альтернативном варианте или в дополнение к скорости также может использоваться вязкость в качестве функции скорости сдвига. Для этого производится прямое или косвенное определение мощности одного или множества перемешивающих механизмов имеет место на основании данных электрических или механических измерений.

Соотношение между скоростью и вязкостью может быть описано согласно формуле Оствальда - Де Вилля (Ostwald-De-Waele). Локальная вязкость зависит от скорости сдвига, существующей локально. Последняя, в свою очередь, связана с локальной скоростью следующим выражением:

$$\eta = k \cdot \dot{\gamma}^{m-1} = k \cdot \left(\frac{dv}{ds} \right)^{m-1},$$

где η : динамическая вязкость,

$\dot{\gamma}$: скорость сдвига,

$\frac{dv}{ds}$: градиент скорости,

k, m : свободные параметры.

После того, как были зарегистрированы данные измерений для определения средней скорости и/или вязкости в зоне перемешивания, данные измерений передают в блок регулирования. Используемым блоком регулирования может являться, например, средство управления на основе сохраненной программы.

Блок регулирования сравнивает измеренные значения с желательными значениями для конкретной установки. Ими могут являться значения скорости или значения вязкости в зоне перемешивания, в которой поддерживается общая зона перемешивания, наряду с минимальным введением мощности от перемешивающих механизмов. Кроме того, важными факторами являются субстраты, используемые для генерации метана, их количество и составы, а также их время выдержки в ферментере. Желательные значения для конкретного режима работы зависят, например, от размера контейнера, от типа перемешивающих механизмов и от расположения перемешивающих механизмов друг относительно друга. Они являются неизменными для каждого применения.

В особо предпочтительном варианте настоящего изобретения используемой регулируемой количественной величиной является скорость вращения перемешивающих механизмов. Если скорость или вязкость отклоняются от их оптимальных значений с точки зрения введения мощности или выработки газообразного метана и/или содержания газообразного метана, блок регулирования изменяет скорость вращения перемешивающих механизмов. Если скорость является слишком высокой или вязкость является слишком низкой, то скорость вращения уменьшают. Если скорость является слишком низкой или вязкость является слишком высокой, то блок регулирования увеличивает скорость вращения.

Введение мощности перемешивающими механизмами также может отличаться тем, что включают дополнительные перемешивающие механизмы. Это включение обеспечивает дополнительное введение мощности и, тем самым, может препятствовать разделению общей зоны перемешивания на отдельные каверны.

Блок регулирования также может изменять регулируемые количественные величины, которые изменяют состав содержимого контейнера. Для этого блок регулирования может увеличивать или уменьшать количество подаваемых субстратов. Еще одна возможность состоит в изменении расщепления субстрата ферментации посредством ферментов. Также возможно разбавление субстрата ферментации навозной жижей и/или рециркулятом и изменение реологических свойств субстрата ферментации путем добавления химически или биологически активных механизмов. В этом случае даже может иметь место просто синхронизированное включение одного или большего количества перемешивающих механизмов, например, в случае временного изменения состава субстрата или состава субстрата ферментации из-за пути движения рециркулята.

Для определения средней скорости и средней вязкости в зоне перемешивания могут использоваться различные способы измерений. В особо предпочтительном варианте настоящего изобретения среднюю скорость в зоне перемешивания регистрируют ультразвуковыми зондами. Преимущество этого состоит в том, что этот способ измерений является бесконтактным. При измерении локальных скоростей среда остается не подверженной воздействию, поскольку в поток не вводят какой-либо дополнительной преграды. Введение дополнительной преграды влекла бы за собой изменение локальной скорости сдвига. Следовательно, предпочтительно применяются бесконтактные способы измерений.

В альтернативном варианте или в дополнение к измерению скорости также может производиться регистрация реологических свойств субстрата ферментации. В особо предпочтительном варианте способа регистрируют данные измерений для определения вязкости в зоне перемешивания по энергопотреблению перемешивающих механизмов. Для этого предпочтительно используют перемешивающий механизм с регулируемой скоростью вращения. Путем регулируемого изменения скорости вращения для целей измерения может быть определен зависящий от вязкости коэффициент мощности как функция скорости вращения и, следовательно, скорости сдвига в окрестности перемешивающего механизма. Измерение вязкости, производимое в перемешивающем механизме, выполняют путем проверки энергопотребления перемешивающего механизма при переменной скорости вращения последнего. Путем сравнения с соответствующей кривой для воды может быть определена вязкость среды в зависимости от напряжения сдвига. Одна цель состоит в обнаружении вязкости при помощи оценок для обеспечения возможности определения гидравлической мощности одного или большего количества перемешивающих механизмов.

В еще одном варианте во время работы регистрируют данные измерений для определения плавающего слоя и его толщины. Эти плавающие слои образуются тогда, когда пузырьки газа прилипают к частицам, и они поднимаются и связываются с поверхностью, образуя сплошные слои. Такой слой вида может вырасти до такой степени, что выход газа из субстрата ферментации больше невозможен. Следовательно, необходимо предотвращать

возникновение этих плавающих слоев, и для этого включают, по меньшей мере, один дополнительный перемешивающий механизм, который создает турбулентность, которая разрушает этот плавающий слой. Турбулентность может предотвращать соединение частиц, образующих слой, в результате чего частицы могут быть снова размешаны в оставшемся субстрате ферментации.

В этом способе для производства биогаза предпочтительно используются цилиндрические контейнеры. Доказано, что в этом случае особенно целесообразным является тот вариант, если отношение их высоты к диаметру является меньшим, чем 0,5. В альтернативном варианте также могут использоваться кольцевые контейнеры или контейнеры с периферийным потоком.

Дополнительные признаки и преимущества настоящего изобретения могут быть собраны из описания вариантов осуществления изобретения, которые приведены в качестве примеров, со ссылкой на чертежи и непосредственно из самих чертежей.

На этих чертежах изображено следующее:

на чертеже Фиг. 1 на виде в перспективе показан контейнер для производства биогаза с двумя основными перемешивающими механизмами,

на чертеже Фиг. 2 показана схематическая иллюстрация регулирования производства биогаза,

на чертеже Фиг. 3 показано моделирование потока, созданного в контейнере посредством трех основных перемешивающих механизмов.

На чертеже Фиг. 1 проиллюстрирован цилиндрический контейнер 1 для производства биогаза. Также возможны контейнеры иных форм. Отношение наибольшего диаметра к высоте контейнера является меньшим, чем 0,5. В контейнере 1 расположены два перемешивающих механизма 2, крыльчатки 3 которых создают в контейнере 1, в основном, горизонтальные потоки субстрата ферментации. Перемешивающие механизмы 2 или их крыльчатки 3 расположены на различных высотах внутри контейнера 1. Дополнительный перемешивающий механизм 11 включают по мере необходимости.

На чертеже Фиг. 2 показана схематическая иллюстрация блока 4 регулирования для способа производства биогаза. Им может являться средство управления на основе сохраненной программы (SPS) или иная система регулирования.

Блок 4 регулирования имеет участок 5 ввода сигнала и участок 6 вывода сигнала. Сигналы с данными, которые зарегистрированы во время измерений в данном способе, подают в участок 5 ввода сигнала. В блоке 4 регулирования выполняют обработку данных от различных датчиков 7, 8, 9, 10, 15, 17 контроля за ходом технологического процесса и от перемешивающих механизмов 2. Участок 6 вывода сигнала соединен с агрегатами, влияющими на технологический процесс, с возможностью выполнения его функции. Агрегатами, влияющими на технологический процесс, являются перемешивающие механизмы 2, 11, нагревательный элемент 12 ферментера, система 13 подачи и блок 14 рециркуляции. Ими управляют таким образом, что отдельные параметры технологического процесса могут быть оптимизированы для обеспечения максимальной выработки метана.

Для контроля за ходом технологического процесса могут использоваться следующие датчики: по меньшей мере, один датчик для измерения 7 вязкости, один или большее количество датчиков для измерения 8 скорости потока, по меньшей мере, один детектор 9 плавающего слоя, измеритель 10 количества газа, блок 15 для анализа остатка после ферментации и, по меньшей мере, один блок 17 для определения реологических свойств субстрата ферментации.

Экономическая эффективность установки для производства биогаза зависит, по существу, от удельного энергопотребления в технологии перемешивающего устройства или установки. Оно зависит, в частности, от реологических свойств субстрата ферментации. Следовательно, одна из основных целей, состоит в расходовании как можно меньшей гидравлической мощности для работы.

Датчик 7 служит для регистрации вязкости. Для определения вязкости также могут использоваться данные измерений, которые определены посредством перемешивающих механизмов 2. В альтернативном варианте или в дополнение к этому может использоваться отдельный блок 17 определения реологических свойств. В этом случае определение реологических свойств может производиться по отдельности или одновременно во множестве мест. Определение реологических свойств необходимо для предотвращения слишком критичных реологических свойств в контейнере 1 с точки зрения соответствующих параметров технологического процесса, а также повреждения всех перемешивающих механизмов 2, 11, используемых в технологическом процессе, и для оптимизации их удельного энергопотребления. Скорость, создаваемая в субстрате ферментации, имеет важное значение для оптимизации между выработкой газа и удельным энергопотреблением.

Датчик 8 используется для измерения скорости в контейнере 1. В этом случае

измерение скорости может производиться в различных местах посредством одного или большего количества определений скорости.

Образование плавающего слоя контролируют посредством датчика 9. Поскольку верхняя часть плавающего слоя оказывает неблагоприятный эффект на выделение биогаса из субстрата ферментации, то необходимо предотвращать ее возникновение, или ее необходимо разрушать как можно скорее после ее возникновения. Для этого, например, может быть включен дополнительный перемешивающий механизм 11 и/или может быть изменена скорость вращения одного или большего количества основных перемешивающих механизмов 2. Это вызывает турбулентность потока, которая разрушает плавающий слой.

В установке для производства биогаса основной целью является генерация метана, и, следовательно, в этом способе регистрируют массовый расход сгенерированного газа и/или массовый расход метана посредством газового массметра 10. Если масса метана падает ниже конкретного уровня, то блок 4 регулирования адаптирует агрегаты, влияющие на технологический процесс, к этому технологическому режиму. Цель ферментации состоит в использовании потенциальных возможностей получения как можно большего количества биогаса из субстрата.

Остатки после ферментации собирают в хранилище 16 остатков после ферментации. Определение потенциальной возможности производства биогаса из остатка в остатке после ферментации выполняют посредством блока 15, и эта величина является еще одной входной количественной величиной для блока 4 регулирования и для регулирования перемешивающих механизмов 2, 11. Определение потенциальной возможности производства биогаса из остатка может производиться в различных местах в установке. Если конкретная потенциальная возможность производства биогаса из остатка является слишком высокой в остатке после ферментации, то блок 4 регулирования адаптирует агрегаты 2, 11, 12, 13, 14, влияющие на технологический процесс, к этому технологическому режиму.

По существу, в блоке 4 регулирования производится обработка всех данных из участка 5 ввода сигнала. Обработка данных производится на основании алгоритма, хранящегося в памяти. Этот алгоритм предполагает задачу определения по входным количественным величинам значений регулируемых количественных величин, определенных из них. Определенные регулируемые количественные величины используют для регулирования агрегатов 2, 11, 12, 13, 14, влияющих на технологический процесс, из участка 6 вывода сигнала.

Из участка 6 вывода сигнала исходят сигналы для регулирования различных регулируемых количественных величин. Следовательно, например, приводят в действие перемешивающие механизмы 2, и скорость их вращения может быть отрегулирована в зависимости от средней скорости в объеме смешивания и/или от вязкости в объеме смешивания. Если конкретная предельная скорость субстрата ферментации превышена или не достигнута, то это может оказывать неблагоприятное воздействие на формирование потока и, следовательно, на технологический процесс. Кроме того, при отсутствии движения на поверхности субстрата ферментации может образовываться плавающий слой. Кроме того, отсутствие движения может вызывать такую подачу субстрата или субстрата ферментации, которая приводит просто к неудовлетворительному его распределению в контейнере 1.

Когда подают новый субстрат, или образовался плавающий слой, то может быть включен или отрегулирован дополнительный перемешивающий механизм 11. Нагревательный элемент 12 подает тепло в контейнер 1 при подаче нового субстрата.

Субстрат подает система 13 подачи. Следовательно, количество питательных веществ может быть адаптировано к параметрам технологического процесса. Избыточная подача питательных веществ в контейнер 1 с субстратом оказывало бы неблагоприятный эффект на реологические свойства в контейнере 1 и, следовательно, на производстве метана. Если реологические свойства неблагоприятно изменяются, то уменьшают количество питательных веществ и/или изменяют другие регулируемые количественные величины, такие как, например, скорость или количество рециркулята.

Если количество питательных веществ является слишком низким, то субстрата недостаточно для образования метана. Это состояние обнаруживают при помощи газового массметра 10 и/или путем анализа потенциальной возможности производства биогаза из остатка после ферментации и вызывают подачу питательных веществ в виде субстрата. В способе имеется блок 14 рециркуляции, который, например, добавляет дозированное количество рециркулята в случае слишком критичных реологических свойств. Цель состоит в изменении реологических свойств субстрата ферментации для обеспечения соответствия потока между перемешивающими механизмами 2. Это соответствие между перемешивающими механизмами обеспечивает настолько оптимальный объем реакции субстрата ферментации, насколько это возможно. Кроме того, улучшение реологических свойств обеспечивает лучшую передачу скорости сдвига, в результате чего каверна в субстрате ферментации, образованная струей перемешивающего механизма, становится большей. Для таких каверн оптимальным является перетекание одной в другую, что показано на чертеже Фиг. 3 как большая каверна. Это обеспечивает лучший выход газа. В результате, улучшена выработка биогаза и метана. Улучшение реологических свойств также возможно путем добавления дозированного количества ферментов, микропримесей или иных веществ, изменяющих реологические свойства. Тем самым достигнута более высокая оборачиваемость субстрата и увеличенная выработка биогаза.

На чертеже Фиг. 3 проиллюстрировано моделирование потока, созданного в контейнере 1 посредством трех горизонтально расположенных перемешивающих механизмов 2. Каждый перемешивающий механизм 2 генерирует путь циркуляции потока. Расстояния перемешивающих механизмов 2 друг от друга выбраны так, что в контейнере 1 создана общая зона перемешивания субстрата ферментации. Перемешивающие механизмы 2 расположены так, что поток, сгенерированный в каждом случае соседним перемешивающим механизмом 2, передается далее, и, следовательно, получена общая зона перемешивания. Границы зоны перемешивания зафиксированы предельными значениями скорости. Это предельное значение скорости проиллюстрировано на поверхности сплошной линией 18.

Формула изобретения

1. Способ производства биогаза из органических веществ, при котором субстрат подают в контейнер (1) посредством системы (13) подачи, причем в контейнере (1) установлены по меньшей мере два перемешивающих механизма (2), крыльчатки (3) которых приводятся во вращение посредством приводов, причем эти крыльчатки (3) создают в контейнере (1) преимущественно горизонтальные потоки содержимого контейнера, отличающийся тем, что в контейнере (1) создают общую зону перемешивания субстрата ферментации путем выбора диаметра крыльчатки, геометрической конфигурации крыльчатки и расположения крыльчаток (3) таким образом, что генерируемая первым перемешивающим механизмом струя субстрата попадает на второй перемешивающий механизм, который перемещает эту струю дальше,

при этом с использованием датчиков (7, 8, 9, 10, 15, 17) контроля за ходом технологического процесса и перемешивающих механизмов регистрируют данные измерений для определения средней скорости субстрата ферментации и/или средней вязкости субстрата ферментации в зоне перемешивания и данные измерений передают в блок (4) регулирования, причем с помощью блока (4) регулирования изменяют регулируемые количественные величины так, что изменяется мощность, вводимая перемешивающими механизмами (2) в зону перемешивания, и/или изменяется состав и/или реологические свойства содержимого контейнера, причем такими регулируемыми количественными величинами являются, например, скорость вращения по меньшей мере одного из перемешивающих механизмов (2), количество и/или состав подаваемого субстрата и/или рециркулята и/или реологические свойства субстрата ферментации.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что блок (4) регулирования включает, по меньшей мере, один дополнительный перемешивающий механизм (11).

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что блок (4) регулирования изменяет количество и/или состав подаваемого субстрата и/или рециркулята и/или изменяет реологическое свойство субстрата ферментации биохимически - путем добавления химически или биологически активных механизмов или физически - путем синхронизированного включения одного или более перемешивающих механизмов.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что среднюю скорость субстрата ферментации в зоне перемешивания регистрируют ультразвуковым зондом.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что данные измерений для определения вязкости регистрируют по энергопотреблению одного или более перемешивающих механизмов (2).

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что данные измерений для определения реологических свойств регистрируют по энергопотреблению одного или большего количества перемешивающих механизмов (2).

7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что производят прямое или косвенное определение мощности одного или более перемешивающих механизмов (2) на основании данных электрических или механических измерений.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что данные измерений для определения вязкости регистрируют посредством вискозиметра.

9. Способ по п. 1, отличающийся тем, что регистрируют данные измерений для определения плавающего слоя и его толщины.

10. Способ по п. 9, отличающийся тем, что когда возникает плавающий слой, то включают, по меньшей мере, один дополнительный перемешивающий механизм (11), причем этот дополнительный перемешивающий механизм (11) создает турбулентность, которая разрушает этот плавающий слой.

11. Способ по п. 1, отличающийся тем, что используют контейнер (1), в котором отношение высоты к наибольшему диаметру составляет менее 0,5.

12. Устройство для производства биогаза из органических веществ, содержащее контейнер (1), а также систему (13) подачи для подвода субстрата в контейнер (1), причем в контейнере (1) расположены по меньшей мере два перемешивающих механизма (2), крыльчатки (3) которых установлены с возможностью вращения посредством приводов, причем эти крыльчатки (3) обеспечивают создание в контейнере (1) преимущественно горизонтальных потоков содержимого контейнера, отличающееся тем, что диаметр крыльчатки, геометрическая конфигурация крыльчатки и расположение крыльчаток (3) выбраны таким образом, что в контейнере (1) создана общая зона перемешивания субстрата ферментации, причем предусмотрен по меньшей мере один

датчик (7, 8, 9, 10, 15, 17) контроля за ходом технологического процесса и перемешивающих механизмов, выполненный с возможностью регистрации данных измерений для определения средней скорости субстрата ферментации и/или средней вязкости субстрата ферментации в зоне перемешивания и передачи этих данных в блок (4) регулирования, причем этот блок (4) регулирования выполнен с возможностью изменения регулируемых количественных величин для изменения мощности, вводимой перемешивающими механизмами (2) в зону перемешивания, и/или состава, и/или реологических свойств содержимого контейнера, причем такими регулируемыми количественными величинами являются, например, скорость вращения, по меньшей мере одного из перемешивающих механизмов (2), количество и/или состав подаваемого субстрата и/или рециркулята и/или реологические свойства субстрата ферментации.

13. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что блок (4) регулирования выполнен с возможностью включения, по меньшей мере, одного дополнительного перемешивающего механизма (11).

14. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что блок (4) регулирования выполнен с возможностью изменения количества и/или состава подаваемого субстрата и/или рециркулята и/или изменения реологического свойства субстрата ферментации биохимически - путем добавления химически или биологически активных механизмов или физически - путем синхронизированного включения одного или более перемешивающих механизмов.

15. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что для регистрации средней скорости субстрата ферментации в зоне перемешивания предусмотрен ультразвуковой зонд.

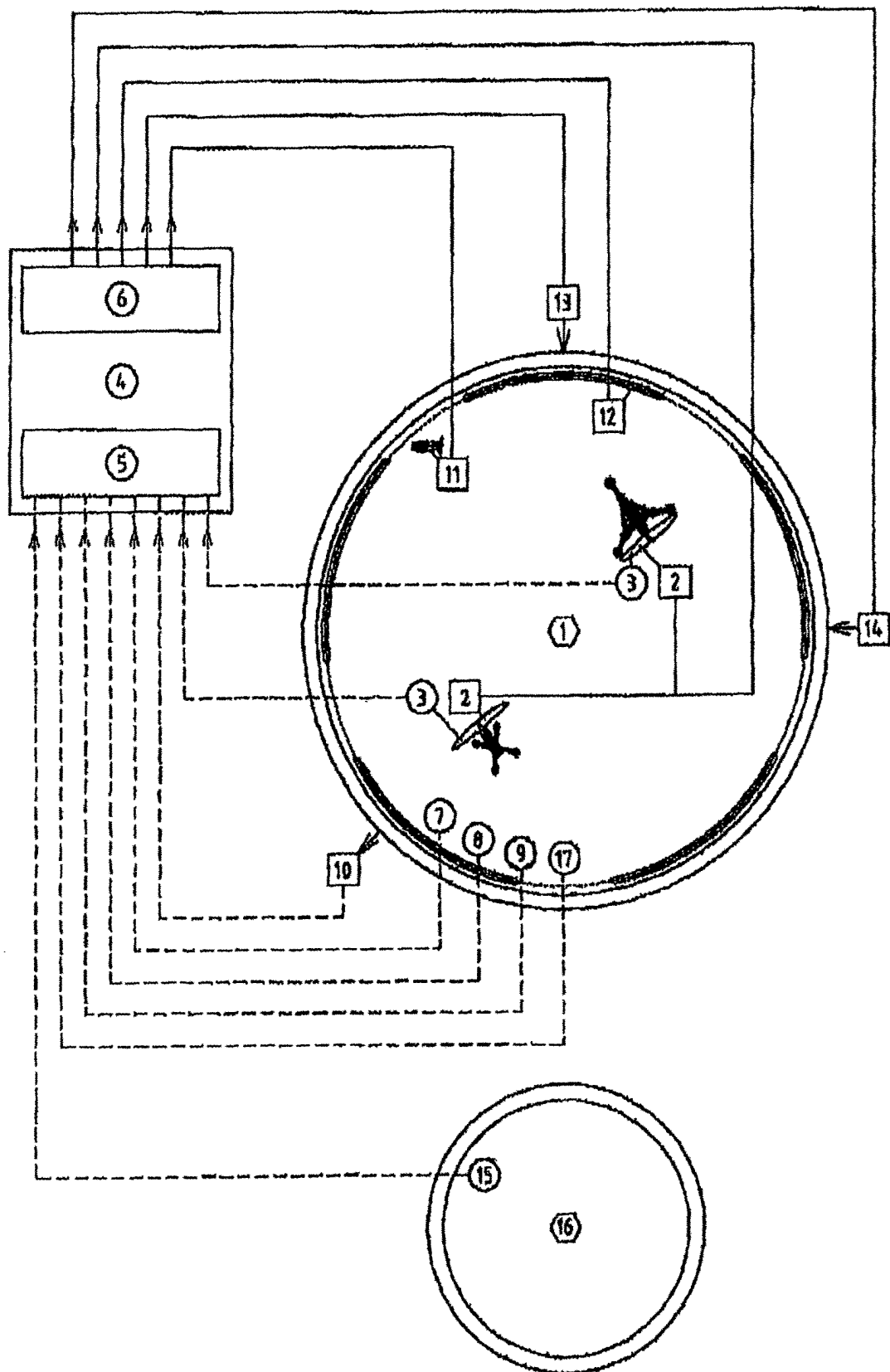
16. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что предусмотрена регистрация данных измерений для определения вязкости на основе данных об энергопотреблении одного или более перемешивающих механизмов (2).

17. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что предусмотрена регистрация данных измерений для определения реологических свойств на основе данных об энергопотреблении одного или более перемешивающих механизмов (2).

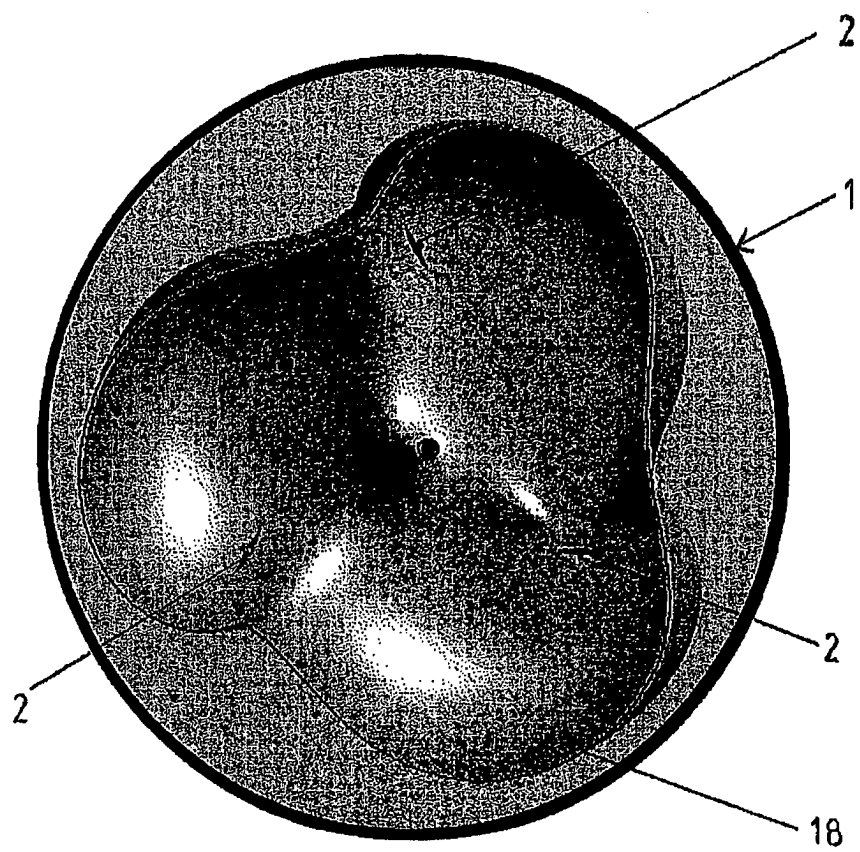
18. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что предусмотрено прямое или косвенное определение мощности одного или более перемешивающих механизмов (2) на основании данных электрических или механических измерений.

19. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что для регистрации данных измерений для определения вязкости предусмотрен вискозиметр.

20. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что в нем использован контейнер (1), в котором отношение высоты к наибольшему диаметру составляет менее 0,5.



Фиг. 2



Фиг. 3