

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036285**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.22

(21) Номер заявки
201790566

(22) Дата подачи заявки
2015.09.08

(51) Int. Cl. **C02F 3/10** (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)
C02F 3/20 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)

(54) МОДУЛЬ, РЕАКТОР, СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

(31) **62/047,267**

(32) **2014.09.08**

(33) **US**

(43) **2017.08.31**

(86) **PCT/IL2015/050910**

(87) **WO 2016/038606 2016.03.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЭМЕФСИ ЛТД. (IL)

(72) Изобретатель:
**Шехтер Ронен-Итцхак, Леви Эйтан
Барух, Эшед Лиор, Бар-Тал Ярон,
Спектор Томер, Сигель Ноам
Мордешай (IL)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **WO-A2-2008130885
WO-A1-2011073977
US-A1-2004079692
WO-A1-2013059216
WO-A2-2013039626**

(57) Изобретение предоставляет модуль для обработки воды, биореактор, содержащий один или несколько таких модулей, и систему для обработки принимаемой воды. Также предоставлен способ с применением вышеуказанного модуля, биореактора и системы. Модуль для обработки воды содержит (i) по меньшей мере один удлиненный газовый корпус, содержащий впускное отверстие для газа и две вертикальные стенки, по меньшей мере одна вертикальная стенка содержит непроницаемую для воды и газопроницаемую мембрану, имеющую сторону, обращенную к воде, и сторону, обращенную к газу, две вертикальные стенки являются разделяющими между водой, внешней по отношению к указанному газовому корпусу, и газом внутри указанного корпуса, газовый корпус имеет свернутую в рулон или сложенную конфигурацию, чтобы тем самым определять извитый горизонтальный путь и одно или несколько пространств для обработки воды, сформированных между противоположными, обращенными к воде сторонами корпуса; и (ii) диффузорный аппарат, содержащий газовые диффузоры, сконфигурированные для введения потока газа в одно или несколько пространств для обработки воды.

036285 B1

036285 B1

Область техники

Данное изобретение относится к технологиям обработки воды и в особенности для обработки сточных вод.

Предшествующий уровень техники

Ссылки, рассматриваемые как являющиеся первоисточником для раскрытого здесь объекта изобретения, приведены ниже.

Публикация международной заявки на патент № WO 2011/073977.

Публикация международной заявки на патент № WO 2008/130885.

Публикация международной заявки на патент № WO 2013/059216.

Публикация международной заявки на патент № WO 2013/039626.

Уведомление о вышеуказанных ссылках в данном документе не предполагает, что они каким-либо образом относятся к патентоспособности раскрытого здесь объекта изобретения.

Уровень техники

Реакторные системы для обработки воды могут варьироваться в зависимости от вида требуемой обработки. Некоторые реакторы считаются биореакторами, поскольку они обычно используют микроорганизмы для биологического разложения органических загрязняющих примесей, присутствующих в воде, подлежащей обработке. Некоторые реакторы применяют средства аэрации, помимо прочего, для перемешивания воды, подлежащей обработке.

WO 2011/073977 описывает систему для обработки сточных вод, включающую по меньшей мере один путь для обработки воды, имеющий по меньшей мере одно впускное отверстие для сточных вод, по меньшей мере одну стенку, проницаемую для кислорода, непроницаемую для воды, отделяющую внутреннее пространство пути от наружного воздуха, и по меньшей мере одно выпускное отверстие для обработанных сточных вод, и приспособленный, по меньшей мере, для аэробной обработки сточных вод, когда они протекают по меньшей мере из одного впускного отверстия для сточных вод по меньшей мере к одному выпускному отверстию для обработанных сточных вод, по меньшей мере один канал для подачи сточных вод, подающий сточные воды по меньшей мере к одному впускному отверстию для сточных вод пути для обработки воды, и по меньшей мере один канал для обработанных сточных вод, принимающий обработанные сточные воды по меньшей мере из одного выпускного отверстия для обработанных сточных вод по меньшей мере одного пути для обработки воды.

WO 2008/130885 описывает устройство с мембранами, поддерживающими биопленку, имеющее несколько газопроницаемых мембран из полых волокон в резервуаре, содержащем воду, подлежащую обработке. Мембраны имеют внешний диаметр примерно 200 мкм или менее и занимают между 0,5 и 4% от объема резервуара. Биопленка, поддерживаемая на мембранах, занимает между примерно 40 и 80% от объема воды, подлежащей обработке, в реакторе. Мембраны ориентированы обычно вертикально, и разделитель может быть расположен вблизи дна устройства, чтобы разделять мембраны. Также описаны способы обработки сточных вод.

WO 2013/059216 описывает модуль для применения в мембранном биопленочном реакторе и системы, содержащие такие модули. Модуль содержит ткань, образованную из листа половолоконных мембран, и разделительный материал, расположенный между соседними мембранными листами, которые намотаны на центральную внутреннюю трубу в модуле.

WO 2013/039626 описывает аэрирующую систему с аэраторами, которые поддерживаются в основном в состоянии заполнения воздухом, когда подачу сжатого воздуха прекращают или выполняют вентилирование. Вода не достигает специальных отверстий аэратора для выпуска пузырьков, которые поддерживаются незасоренными. Аэратор имеет корпус со сквозным отверстием в стенке корпуса, чтобы выпускать пузырьки. Отверстие окружено юбкой на стенке корпуса. Юбка вытянута ниже высоты расположения отверстия. Корпус аэратора соединен с источником сжатого газа через открытую донную камеру. Отверстие между корпусом аэратора и внутренним пространством камеры расположено ниже высоты расположения отверстия. Когда подача газа прекращена, вода поступает в камеру и возможно юбку. Однако вода может подниматься лишь до тех пор, пока она не достигла юбки и отверстия, которые расположены ниже отверстия, и корпус аэратора в целом поддерживается сухим. Загрязнение аэратора уменьшено, и аэратор начинает создавать равномерный поток пузырьков незамедлительно, когда подача газа возобновлена.

Общее описание

Данное изобретение основано на разработке улучшенного реактора для обработки воды или водосодержащих сред. А именно, эффективный, рентабельный и времясберегающий модуль для обработки воды был разработан при применении удлиненного, рукавного типа корпуса, в котором газ протекает и может диффундировать по меньшей мере от части стенок рукавного корпуса к воде с внешней стороны корпуса, данный газ выбран таким образом, чтобы участвовать в разложении вещества внутри воды с внешней стороны рукава (например, загрязняющих веществ, органического вещества); вода затем подвергается воздействию газовых потоков, выпущенных из диффузорного аппарата, как дополнительно рассмотрено ниже.

Соответственно, данное изобретение предоставляет в соответствии с первым из его аспектов мо-

дуль для обработки воды, который содержит по меньшей мере один удлиненный газовый корпус, который имеет впускное отверстие для газа и две вертикальные стенки. По меньшей мере одна из вертикальных стенок имеет непроницаемую для воды и газопроницаемую мембрану со стороны, обращенной к воде, и стороной, обращенной к газу. Две вертикальные стенки, соответственно, являются разделяющими между водой, внешней по отношению к указанному газовому корпусу, и газом внутри указанного корпуса. Газовый корпус имеет свернутую в рулон или сложенную конфигурацию, чтобы тем самым определять извитый горизонтальный путь для газа в газовом корпусе и одно или несколько пространств для обработки воды, сформированных между противоположными, обращенными к воде сторонами газового корпуса, т.е. с внешней стороны извитого корпуса. Модуль также содержит диффузорный аппарат по меньшей мере с одним газовым диффузором, сконфигурированным для введения потока газа (типично в форме пузырьков) в одно или несколько пространств для обработки воды.

При функционировании газ диффундирует через указанную мембрану в одно или несколько пространств для обработки воды и участвует в разложении загрязняющих веществ внутри воды. Кроме того, при функционировании диффузорный аппарат вызывает, помимо прочего, турбулентность внутри воды, которая улучшает выполнение обработки.

В некоторых вариантах осуществления газ, который диффундирует через мембрану к пространству(ам) для обработки воды, является кислородом или содержит кислород, и микроорганизмы, типично образующие биопленку на мембране, используют продиффундировавший кислород и вызывают разложение органических загрязняющих веществ, которые находятся в воде. Газ, выпущенный по меньшей мере из одного диффузора в диффузорном аппарате, перемешивает воду в пространстве для обработки воды, делая питательные вещества для микроорганизмов, находящиеся внутри воды, более доступными для микроорганизмов и вызывая разрывание биопленки, приставшей на стороне стенок, обращенной к воде (посредством очистки стенок), тем самым уменьшая или даже устраняя засорение биопленкой стенок и пространства для обработки воды.

Извитый корпус может определять одно или несколько удлиненных пространств для обработки воды, сконфигурированных, чтобы сообщаться с указанной водой. В некоторых вариантах осуществления извитый корпус вместе с его одним или несколькими пространствами для обработки воды и диффузорный аппарат погружены (частично или полностью) в воду. Вода может находиться внутри специального резервуара, пруда, природного источника воды и т.д., как дополнительно описано ниже. В некоторых других вариантах осуществления извитый корпус вместе с его одним или несколькими удлиненными пространствами для обработки воды имеет один конец, соединенный с возможностью протекания текучей среды с впускным отверстием для исходной воды, и один другой конец, соединенный с возможностью протекания текучей среды с выпускным отверстием для обработанной воды.

Диффузорный аппарат типично расположен ниже извитого газового корпуса. В некоторых вариантах осуществления газовые диффузоры в диффузорном аппарате имеют отверстия для выделения газа, которые расположены ниже одного или нескольких пространств для обработки воды. В результате, и в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, газовые потоки выталкиваются или высвобождаются из газовых диффузоров, обеспечивая перемешивание воды в пространстве для обработки воды, очистку по меньшей мере частей сторон корпуса, обращенных к воде, обогащение воды газом, требующимся для разложения содержащихся в ней веществ и т.д.

В некоторых вариантах осуществления модуль содержит один или несколько первых разделительных элементов, которые расположены внутри удлиненного газового корпуса и сконфигурированы, чтобы поддерживать первое минимальное расстояние между противоположными, обращенными к газу сторонами двух вертикальных стенок. Один или несколько первых разделительных элементов имеют типично соответствующую толщину или сконфигурированы иным образом, чтобы поддерживать первое минимальное расстояние между примерно 1 и примерно 20 мм.

В некоторых вариантах осуществления модуль содержит один или несколько вторых разделительных элементов, расположенных внутри одного или нескольких пространств для обработки воды, чтобы поддерживать второе минимальное расстояние между указанными противоположными сторонами, обращенными к воде. Один или несколько вторых разделительных элементов имеют типично соответствующую толщину или сконфигурированы иным образом, чтобы поддерживать второе минимальное расстояние между примерно 1 и примерно 20 мм.

В некоторых вариантах осуществления толщина одного или нескольких первых разделительных элементов находится в интервале от 1 до 10 мм, иногда в интервале 2-4 мм.

В некоторых вариантах осуществления толщина одного или нескольких вторых разделительных элементов находится в интервале от 1 до 10 мм, иногда в интервале 2-6 мм.

Для одного или нескольких первых и вторых разделительных элементов не требуется иметь одинаковую толщину, и в некоторых вариантах осуществления толщина одного или нескольких первых и вторых разделительных элементов является разной.

Один или несколько первых или вторых разделительных элементов могут иметь общую форму решетки или сетки. Наряду с тем, что они могут являться независимыми элементами, в некоторых вариантах осуществления разделительный элемент сформирован интегрированным образом по меньшей мере

на части одной из вертикальных стенок. Например, такие интегрированные разделительные элементы могут быть сконфигурированы в качестве опор по меньшей мере на одной вертикальной стенке. Опоры могут иметь форму рельсов, ямок, гофров, выступов в виде крюков или любой их комбинации.

Две вертикальные стенки корпуса являются, как правило, цельными; например, сформированы (например, посредством экструзии) в виде удлиненного рукава. В еще одном варианте осуществления две вертикальные стенки сварены одна с другой на их верхних и/или нижних концах.

В одном из вариантов осуществления газовый корпус свернут в рулон в виде спирали. В другом варианте осуществления газовый корпус сложен, чтобы образовать гофрированный (зигзагообразный или "с волнистостью взад и вперед") путь для протекания газа.

По меньшей мере часть обращенной к воде стороны водонепроницаемой, газопроницаемой мембраны поддерживает рост на ней биопленки. В некоторых вариантах осуществления обращенная к воде сторона водонепроницаемой, газопроницаемой мембраны, которая поддерживает рост биопленки, является поверхностно обработанной или содержит материал, который поддерживает развитие биопленки. В некоторых вариантах осуществления мембрана предоставляет большую площадь поверхности для роста на ней биопленки, и проницаемость мембраны предоставляет селективное преимущество для желательных микроорганизмов, такое как подача воздуха изнутри корпуса для аэробных микроорганизмов, подача метана изнутри корпуса для метанотрофных микроорганизмов, соответственно поддерживая развитие биопленки.

Диффузорный аппарат содержит газовые отверстия для выпуска газовых потоков в воду в пространстве для обработки воды.

В некоторых вариантах осуществления диффузорный аппарат содержит газовые отверстия для предоставления пузырьков в воду в пространстве для обработки воды. В этом контексте, диффузорный аппарат рассматривается как газобарботажный аппарат.

В некоторых вариантах осуществления газовый диффузорный аппарат содержит газовый канал с пространственно разнесенными газовыми отверстиями.

В некоторых других вариантах осуществления диффузорный аппарат сформирован в виде второго удлиненного корпуса ниже указанного газового корпуса. В некоторых вариантах осуществления второй удлиненный корпус сформирован интегрированным образом с указанным газовым корпусом, как дополнительно описано и проиллюстрировано в данном документе ниже.

Диффузорный аппарат является также частью данного изобретения. А именно, посредством данного изобретения предоставлен также диффузорный аппарат, который содержит по меньшей мере один, однако предпочтительно несколько газовых диффузоров, каждый из которых имеет первый канал, второй канал и газожидкостную камеру. Первый канал соединен на его верхней части с возможностью протекания газа с одним или несколькими отверстиями для выпуска газа и соединен на его нижней части с возможностью протекания текучей среды со вторым каналом. Второй канал соединен на его верхней части с возможностью протекания текучей среды с газожидкостной камерой. Газожидкостная камера имеет герметизированную верхнюю часть, открыта на своей нижней части для источника жидкости и соединена с возможностью протекания газа с источником сжатого газа, давление является достаточным для вытеснения жидкости из камеры. При функционировании газ вытесняет жидкость из газожидкостной камеры и одновременно с этим вытесняет жидкость из двух каналов (из выпускных отверстий). Как только вся жидкость была вытеснена из двух каналов, прямой путь для протекания газа устанавливается между газожидкостной камерой и отверстиями для выпуска газа, вызывая резкое увеличение выпуска газа. Это резкое увеличение выводит газ из указанной камеры и приводит к повторному поступлению жидкости, которое вызывает прекращение резкого увеличения выпуска газа; и затем этот рабочий цикл возобновляется.

Этот диффузорный аппарат подходит для применения в модуле для обработки воды по данному изобретению. При таком применении источник жидкости является обычно водой, подлежащей обработке. Такой диффузор может быть отделен от газового корпуса и/или разделительных элементов. В некоторых вариантах осуществления этот тип диффузорного аппарата сформирован интегрированным образом с нижней частью по меньшей мере одной из вертикальных стенок и/или нижней частью второго разделительного элемента. В некоторых вариантах осуществления этот тип диффузорного аппарата сформирован интегрированным образом в нижней части газового корпуса.

Газовый корпус может быть связан посредством поддерживающих структур.

В некоторых вариантах осуществления предоставлена верхняя поддерживающая структура, которая соединена, по меньшей мере, с верхней частью указанного корпуса и сконфигурирована, чтобы поддерживать корпус в его намеченной конфигурации с извитым горизонтальным путем, когда модуль погружен в воду.

В некоторых вариантах осуществления предоставлена нижняя поддерживающая структура, которая соединена по меньшей мере с нижней частью указанного корпуса и сконфигурирована для поддержания корпуса в его намеченной конфигурации с извитым горизонтальным путем, когда модуль погружен в воду.

В некоторых вариантах осуществления конфигурация газового корпуса поддерживается посред-

вом центральной вертикальной поддерживающей структуры, типично трубчатой вертикальной поддерживающей структуры, вытянутой от верхнего конца газового корпуса до нижнего конца. Центральная трубчатая поддерживающая структура может иметь круговое поперечное сечение, например, когда газовый корпус свернут в рулон в виде спирали, эллиптическое поперечное сечение, квадратное поперечное сечение и т.д., при том, что газовый корпус соответственно свернут в рулон, чтобы соответствовать форме центрального трубчатого поддерживающего элемента.

В некоторых вариантах осуществления центральная поддерживающая структура также предоставляет канал, чтобы принимать воду, подлежащую обработке, и направлять ее в одно или несколько пространств для обработки воды.

Модуль для обработки воды может иногда содержать два или более указанных удлиненных газовых корпуса, расположенных один поверх другого. В некоторых вариантах осуществления два или более удлиненных газовых корпуса разделены посредством поддерживающей структуры (каждая пара модулей "прослоена" поддерживающей структурой). В некоторых вариантах осуществления такие пакетированные модули образуют диффузорный аппарат с расположением в нижней части самого нижнего модуля в пакете.

Также посредством данного изобретения предоставлен биореактор, который содержит резервуар для обработки воды с впускным отверстием для исходной воды и выпускным отверстием для обработанной воды и один или несколько модулей такого вида, как описано выше. Биореактор может содержать один, два, три или более модулей внутри одного и того же реактора.

В некоторых вариантах осуществления, как дополнительно рассмотрено ниже, бассейн или природный или искусственный пруд, содержащий воду, подлежащую обработке, может служить в качестве резервуара.

В некоторых вариантах осуществления биореактор сконфигурирован, чтобы удалять твердотельные вещества из обрабатываемой воды. С этой целью и в соответствии с некоторыми вариантами осуществления резервуар содержит отверстие для выпуска твердотельных веществ и иногда также содержит разделительный резервуар для приема обработанной воды и для удаления твердотельных веществ из указанной обработанной воды.

В некоторых вариантах осуществления биореактор содержит в верхней части указанного резервуара для обработки водослив, сконфигурированный для приема обработанной воды и передачи обработанной воды к указанному выпускному отверстию для обработанной воды. В некоторых вариантах осуществления водослив спроектирован, чтобы принимать очищенную обработанную воду.

В некоторых вариантах осуществления биореактор снабжен одним или несколькими датчиками для мониторинга различных параметров, которые показывают качество воды внутри указанного резервуара для обработки.

Биореактор может быть частью системы. Соответственно, данное изобретение также предоставляет систему, содержащую один или несколько таких биореакторов и контроллер для управления функционированием указанных одного или нескольких биореакторов.

В некоторых вариантах осуществления два или более биореактора соединены последовательно таким образом, что обработанная вода, вытекающая из одного или нескольких резервуаров для обработки одного биореактора, является исходной водой для одного или нескольких последующих резервуаров для обработки другого биореактора в последовательности. В некоторых вариантах осуществления два или более биореактора могут также быть расположены параллельно для параллельного протекания воды, подвергаемой обработке, через два или более биореактора. В некоторых других вариантах осуществления система может содержать комбинацию двух или более биореакторов, функционирующих последовательно и вместе с двумя или более биореакторами, расположенными параллельно.

В некоторых вариантах осуществления контроллер сконфигурирован, чтобы принимать данные от одного или нескольких датчиков указанного биореактора и управлять функционированием указанного диффузорного аппарата на основании указанных данных. Например, когда качество обработанной воды, выпускаемой из выпускного отверстия для обработанной воды, ниже предварительно заданного порога, указанный контроллер управляет диффузорным аппаратом, чтобы увеличить (объем и/или продолжительность) барботирования газа в воду внутри пространств для обработки воды.

Также посредством данного изобретения предоставлен способ обработки воды, данный способ включает введение воды в одно или несколько пространств для воды биореактора, вид которого описан в данном документе; введение газа для обработки воды по меньшей мере в один удлиненный газовый корпус; введение газа в диффузорный аппарат, чтобы тем самым вызвать выпуск потока газа в одно или несколько пространств для обработки воды; и отбор обработанной воды. Понятно, что последовательности выполнения операций, указанные выше, не являются последовательными, а выполняются обычно все параллельным образом.

В зависимости от природы загрязняющих веществ в воде газ может являться воздухом, воздухом, обогащенным кислородом, или воздухом с добавленным метаном, чистым кислородом, чистым метаном или любым газом, содержащим метан или кислород. Когда вода, подлежащая обработке, содержит органическое вещество и/или аммиак, газ для обработки воды является обычно газом, который обогащен ки-

слородом. Когда вода, подлежащая обработке, содержит соединения, содержащие оксиды азота (например, нитрат), газ для обработки воды может также являться газом, который обогащен метаном.

В некоторых вариантах осуществления способ включает функционирование указанного диффузорного аппарата для непрерывного или периодического введения газа в указанное пространство для обработки воды. В некоторых вариантах осуществления введенный газ находится в форме отдельных пузырьков.

В некоторых вариантах осуществления способ включает непрерывным образом (i) введение воды в биореактор и (ii) отбор обработанной воды.

В еще некоторых вариантах осуществления способ включает периодический выпуск обработанной воды. В этом варианте осуществления обычно имеет место приостановка функционирования диффузорного аппарата при выпуске обработанной воды.

В некоторых вариантах осуществления способ включает любую одну из следующих операций:

поддержание твердых веществ в суспензированной форме в резервуаре для обработки;

отделение твердых веществ от обработанной воды и возврат циркуляционным образом по меньшей мере части указанных твердых веществ в указанный резервуар для обработки;

выпуск по меньшей мере части обработанной воды из верхней части указанного резервуара для обработки.

В заключение, в некоторых вариантах осуществления способ включает получение данных, представляющих качество указанной обработанной воды, и управление функционированием указанного диффузорного аппарата на основании указанных данных.

Краткое описание чертежей

Для того чтобы лучше понять предмет изобретения, которое описано в данном документе, и чтобы проиллюстрировать, каким образом оно может быть выполнено на практике, теперь будут описаны варианты осуществления, посредством лишь неограничивающих примеров, при ссылках на сопроводительные чертежи, среди которых

фиг. 1 представляет собой схематический перспективный вид модуля для обработки воды в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 2А и 2В представляют собой, соответственно, схематическое перспективное поперечное сечение (фиг. 2А) и перспективное изображение с пространственным разделением деталей (фиг. 2В) модуля для обработки воды по фиг. 1;

фиг. 3А представляет собой схематический перспективный вид модуля для обработки воды в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 3В-3D представляют собой увеличенные, более подробные виды в разрезе, обозначенные В-D, соответственно, на фиг. 3А;

фиг. 3Е представляет собой увеличенный более подробный вид области, обозначенной Е на фиг. 3D;

фиг. 4А представляет собой схематический перспективный вид поперечного сечения модуля для обработки воды в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 4В и 4С представляют собой перспективные виды сбоку и снизу, соответственно, с частичными вырезами, выровненного сегмента части, образующей стенку такого модуля для обработки;

фиг. 5А представляет собой схематический перспективный вид поперечного сечения модуля для обработки воды в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 5В представляет собой перспективный вид, с частичными вырезами, выровненного сегмента части, образующей стенку такого модуля для обработки;

фиг. 5С представляет собой разделенный вид нижней части сегмента фиг. 5В, иллюстрирующий диффузор;

фиг. 5D представляют собой схематические иллюстрации рабочих стадий диффузора по фиг. 5С;

фиг. 6А и 6В представляют собой, соответственно, вид сбоку и вид сверху диффузорного аппарата в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 7А-7В представляют собой, соответственно, перспективный вид и разделенный вид модуля в соответствии с еще одним вариантом осуществления данного изобретения;

фиг. 8А-8С представляют собой, соответственно, перспективное поперечное сечение (фиг. 8А) резервуара с модулем по данному изобретению, разделенный вид (фиг. 8В) такого резервуара и системы для обработки воды с несколькими такими резервуарами (фиг. 8С);

фиг. 9А-9С представляют собой, соответственно, перспективное поперечное сечение (фиг. 9А) резервуара с модулем в соответствии с другим вариантом осуществления данного изобретения, разделенный вид (фиг. 9В) такого резервуара и системы для обработки воды с несколькими такими резервуарами (фиг. 9С);

фиг. 10А-10В представляют собой, соответственно, пакетированный модуль, поддерживаемый в упрочняющей структуре (фиг. 10А) в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения и систему с несколькими такими модулями (фиг. 10В);

фиг. 11А-11В представляют собой, соответственно, пакетированный модуль, поддерживаемый в

упрочняющей структуре (фиг. 11A) в соответствии с другим вариантом осуществления данного изобретения и систему с несколькими такими модулями (фиг. 11B);

фиг. 12A-12C представляют собой схемы технологического процесса для денитрификации воды в соответствии с некоторыми вариантами осуществления данного изобретения;

фиг. 13 представляет собой схему технологического процесса аэробной биологической обработки воды в соответствии с некоторыми вариантами осуществления данного изобретения.

Подробное описание

Описание вначале представлено при ссылках на фиг. 1, представляющую модуль для обработки воды в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения, в целом обозначенный как 100 и содержащий удлиненный газовый корпус 110, который содержит впускное отверстие 112 для газа и опделен двумя вертикальными стенками 114 и 116, по меньшей мере одна из которых содержит непроницаемую для воды и газопроницаемую мембрану. Каждая стенка из 114 и 116 имеет сторону, обращенную к воде, 114a и 116a соответственно, и сторону, обращенную к газу, 114b и 116b соответственно (сторона, обращенная к воде, и сторона, обращенная к газу, также называются в данном документе как "внешняя сторона" и "внутренняя сторона" соответственно).

Две вертикальные стенки герметизированы в продольном направлении на любом их конце из верхнего конца 118 и нижнего конца 120. Герметизация может быть выполнена посредством сварки, склеивания, прошивки или любого другого средства закрепления двух стенок таким образом, чтобы образовать герметизированный в отношении жидкости корпус. В альтернативном варианте осуществления корпус сформирован как единый узел, в котором две стенки сформированы интегрированным образом как часть удлиненного рукава.

Газовый корпус 110 свернут в рулон или сложен таким образом, чтобы образовать извитую горизонтальную конфигурацию пути. В этом частном варианте осуществления газовый корпус 110 свернут в рулон с концентрической спиральной конфигурацией. Помимо этого другие конфигурации применимы равным образом. В некоторых альтернативных конфигурациях извитый горизонтальный путь предоставлен посредством свертывания корпуса в рулон с эллиптической спиральной конфигурацией. Помимо этого в некоторых других альтернативных конфигурациях извитый горизонтальный путь предоставлен посредством изгиба с образованием гофрированной ("с волнистостью взад и вперед" или "зигзагообразной") конфигурации, как проиллюстрировано на фиг. 7A.

Стенки 114 и 116 определяют между их соответствующими сторонами, обращенными к воде, непрерывное и равномерное спиральное пространство 122 для обработки воды, которое образовано между противоположными сторонами корпуса 110, обращенными к воде. В некоторых вариантах осуществления извитый корпус определяет более чем одно удлиненное пространство для обработки воды. Этого достигают, например, посредством введения разделительных перегородок, вытянутых вертикально от одной стороны одной стенки до обращенной к ней стороны противоположной ей стенки (не проиллюстрировано).

Обе стенки 114 и 116 являются водонепроницаемыми. По меньшей мере одна и иногда обе стенки 114 и 116 содержат части с газопроницаемой мембраной. В некоторых вариантах осуществления мембрана содержит полимерную ткань. Например, полимерная ткань может являться нетканой полимерной тканью, такой как ткань, образованная из первого полимерного листа, покрытого экструзионным методом или ламинированного вторым, обращенным к воде слоем или пленкой. Посредством некоторых вариантов осуществления первый полимерный лист содержит полиолефин (включая нетканый полиолефин фильерного способа производства), такой как полиэтилен (особенно полиэтилен (PE) высокой плотности) или полипропилен, или же содержит сложный полиэфир.

Полимерная пленка или слой, обращенные к воде, являются пленкой или слоем, которые могут обеспечить водонепроницаемость мембраны, наряду с предоставлением газопроницаемости. В одном варианте осуществления полимерный лист, обращенный к воде, содержит гомо- и сополимеры поли(н-алкилакрилата), известные своей газопроницаемостью. В еще одном альтернативном варианте осуществления полимерный лист, обращенный к воде, содержит поли(метилпентен), такой как поли(4-метил-1-пентен) (PMP), обычно применяемый в газопроницаемых упаковочных материалах.

Следует заметить, что поли(н-алкилакрилаты) являются совместимыми с полиолефинами, в то время как поли(метилпентены) совместимы со сложными полиэфирами. Соответственно, в одном варианте осуществления водонепроницаемая, газопроницаемая мембрана содержит первый полимерный лист, содержащий полиолефин, и полимерный лист, обращенный к воде, содержащий поли(н-алкилакрилат); и в других вариантах осуществления водонепроницаемая, газопроницаемая мембрана содержит сложный полиэфир и полимерный лист, обращенный к воде, содержащий поли(4-метил-1-пентен) (PMP).

Полимеры, образующие водонепроницаемую, газопроницаемую мембрану, могут быть объединены посредством любой подходящей технологии, известной в данной области техники, такой как нанесение покрытия методом экструзии, горячее ламинирование и/или холодное ламинирование.

Данное изобретение также предоставляет удлиненный корпус, содержащий стенку, разделяющую внутренний удлиненный путь внутри указанного корпуса и пространство с внешней стороны указанного удлиненного корпуса, данная стенка содержит первый полимерный материал, покрытый посредством

экструзии второй водонепроницаемой, газопроницаемой мембраной.

Следует заметить, что приведенные в качестве примера полимерные ткани и материалы, описанные выше, подходят также для применения в других вариантах осуществления, описанных выше.

Газ поступает в газовый корпус через впускное отверстие 112 и наряду с тем, что он протекает по газовому корпусу 110, его части диффундируют в окружающую воду в водном пространстве через газопроницаемую мембрану. Иногда и в соответствии с некоторыми вариантами осуществления газовый корпус 110 содержит выпускное отверстие 124 для газа, из которого газ выпускается в атмосферу, выдувается в воду внутри пространства для обработки воды, отбирается и/или рециркулируется в газовый корпус. Поток газа протекает обычно в направлении от впускного отверстия 112 для газа к выпускному отверстию 124 для газа, и на фиг. 1 это направление соответствует в целом горизонтальному спиральному пути.

При эксплуатации, когда пространство 122 для воды заполнено зараженной или загрязненной водой, биопленка будет нарастать на стороне, обращенной к воде, стенки, содержащей водонепроницаемую, газопроницаемую мембрану. Модуль 100 дополнительно содержит диффузорный аппарат 126, содержащий впускное отверстие 128 для газа, соединенное с возможностью протекания газа посредством специальных труб, таких как манифольд 130, с диффузорами 132, каждый из которых имеет по меньшей мере одно отверстие, сконфигурированное, чтобы выпускать поток газа в виде пузырьков в пространство 122 для обработки воды. В некоторых вариантах осуществления диффузорный аппарат 126 сконструирован и функционирует, чтобы вводить поток газа в виде пузырьков таким образом, что он протекает в верхнем направлении вблизи стенки газового корпуса 110, обращенной к воде. В некоторых вариантах осуществления газ, выпущенный из отверстий диффузора, способствует турбулентности воды и смешиванию, чтобы поддерживать рост биопленки с одной стороны и минимизировать засорение водного пространства нарастающей биопленкой, с другой стороны.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 1, диффузоры 132 расположены в нижней части корпуса 110, и при функционировании газовые пузырьки, выпущенные из отверстия 134, перемещаются вверх через пространство 122 для обработки воды и в основном вдоль противоположных сторон корпуса 110, обращенных к воде. Этот поток газа в виде пузырьков предоставляет по меньшей мере одну операцию из (i) смешивания объема воды, чтобы предоставлять возможность питательным веществам для биопленки, присутствующим в воде, приходить в контакт с биопленкой, суспендированной в воде и присоединенной к мембране, обычно вдоль всей длины стороны корпуса стенки, обращенной к воде; (ii) очистки биопленки, приставшей к мембране, минимизируя тем самым засорение водного пространства биопленкой; и (iii) суспендирования и гомогенизирования осаждающейся биомассы в объеме воды в пространстве для обработки воды.

В некоторых вариантах осуществления диффузоры 132 сконфигурированы, чтобы предоставлять мелкие пузырьки. В некоторых вариантах осуществления диффузоры сконфигурированы в виде пористой или перфорированной трубы, проколотой или перфорированной мембраны, мембраны с тонкими порами или отверстиями.

В соответствии с некоторыми другими типичными вариантами осуществления, диффузоры могут иметь обращенные вниз отверстия, такие как показано на фиг. 4A-4C, или могут иметь конфигурацию, представленную на фиг. 5A-5D, или такую, которая представлена на фиг. 6A-6B. Диффузоры могут быть сконфигурированы, чтобы функционировать в непрерывном режиме, т.е. при введении непрерывного потока пузырьков, или могут быть сконфигурированы, чтобы функционировать в прерывистом режиме или лишь при необходимости (например, когда имеет место риск засорения или имеются указания на засорение).

Типичный модуль, в соответствии с вариантом осуществления данного изобретения, показан на фиг. 2A и 2B. Для простоты, использованы те же самые цифровые обозначения для представления элементов, которые имеют функцию или структуру, сходную с элементами на фиг. 1, и читателю рекомендуется обратиться к описанию фиг. 1 для пояснения структуры или функции. На фиг. 2A-2B акцент сделан на диффузорном аппарате 126, который включает подающую трубу 128, которая соединена с источником (не показан) газа, обычно сжатого воздуха, связанную с манифольдом или рядом труб (3 в этом примере труб круглого сечения) 123 со множеством отверстий для выпуска газа (не видно). В некоторых вариантах осуществления отверстия для выпуска газа сформированы на нижней части труб. В некоторых вариантах осуществления манифольд или ряд труб расположены в виде ряда в основном параллельных прямых труб.

На фиг. 2A и 2B также проиллюстрирована упрочняющая структура, которая включает верхний поддерживающий элемент 140, нижний поддерживающий элемент 142 и центральный стержневой элемент 144. Нижний поддерживающий элемент, который структурирован в виде сетки, также предоставляет возможность прохождения воздуха из диффузорного аппарата 126 к пространству для обработки воды в целом, а также прохождение воды в пространства для обработки воды.

В некоторых вариантах осуществления модуль 100 содержит по меньшей мере один из упрочняющих/поддерживающих элементов. В некоторых альтернативных вариантах осуществления комбинация указанных упрочняющих элементов включена в модуль.

Поддерживающий элемент (верхний, нижний и/или центральный стержневой) сконфигурирован для поддержания корпуса 110 в его извитой конфигурации, предпочтительно, когда газовый корпус погружен (даже частично) в воду. Фиксирование достигается, например, посредством соединения или прочного прикрепления иным образом корпуса 110 к указанным упрочняющим структурам. Иногда верхний поддерживающий элемент 140 и нижний поддерживающий элемент 142 прикреплены к центральному стержневому элементу 144.

Нижний поддерживающий элемент 142 также сконфигурирован и функционирует, чтобы поддерживать корпус 110 над диффузорным аппаратом 120. Когда несколько модулей 100 расположены один над другим, то может иметься единственный нижний поддерживающий элемент 142 под нижним модулем и один верхний поддерживающий элемент 140 над верхним модулем, или при этом могут быть предоставлены также промежуточные поддерживающие элементы, которые расположены между двумя расположенными один над другим модулями. Одна центральная стержневая структура 144 может быть использована, чтобы совмещать концентрическим образом два или более расположенных один над другим модулей для обработки воды.

В некоторых вариантах осуществления центральная стержневая структура 144 служит также в качестве буфера подачи (или источника подачи) для воды между прерывистым барботированием газа из диффузоров и тем самым способствует смешиванию воды прерывистым образом, посредством чего она смешивается в пространствах для обработки воды во время прерывистых периодов смешивания, и в результате этого исходные сточные воды (т.е. вода перед обработкой) не приводится в непосредственный контакт с вертикальными стенками (и мембраной) и не вызывает чрезмерного разрастания биопленки и последующего засорения мембраны.

Данное изобретение также предоставляет биореактор, содержащий водонепроницаемую, газопроницаемую мембрану внутри камеры для обработки воды, и вторую камеру, сформированную интегрированным образом внутри указанного биореактора, данная вторая камера сконфигурирована, чтобы принимать воду, подлежащую обработке, и направлять указанную воду в камеру для обработки воды. В некоторых вариантах осуществления вторая камера физически расположена внутри камеры для обработки воды.

Упрочняющие структуры могут быть сконфигурированы в различных формах и могут быть сформированы из различных материалов, таких как, и без ограничения ими, стекловолокно, полимер, упрочненный волокнами, и/или нержавеющей сталь.

В некоторых вариантах осуществления центральный стержневой элемент 144 может действовать в качестве каркаса, с которым элементы модуля 100 соединены и соответственно закреплены на месте. В некоторых вариантах осуществления центральная стержневая структура 144 имеет размер поперечного сечения по меньшей мере 200 мм. Понятно, что размеры центральной стержневой структуры 144 могут варьироваться в зависимости от габаритных размеров модуля. Обычно размеры поперечного сечения центральной стержневой структуры должны быть небольшими по отношению к применяемому эффективному объему, но все не слишком малыми, чтобы делать возможным вращение газового корпуса вокруг нее и обеспечивать тем самым достаточный поток воды во время функционирования.

На фиг. 3А-3Е проиллюстрирован модуль для обработки воды, сходный с тем, что представлен на фиг. 1 и 2, теперь показывающий разделительные элементы. Для простоты те же самые числовые обозначения, использованные на фиг. 1 и 2, также применены, чтобы представлять идентичные элементы на фиг. 3А-3Е, и читателю рекомендуется обратиться к вышеуказанным описаниям для пояснения структуры и функции таких элементов.

Фиг. 3В показывает увеличенный вид секции В на фиг. 3А и иллюстрирует первый разделительный элемент 150, расположенный внутри удлиненного газового корпуса 110 и сконфигурированный, чтобы поддерживать первое минимальное расстояние между противоположными, обращенными к газу сторонами двух вертикальных стенок 114 и 116 корпуса 110. Первый разделительный элемент 150 этого варианта осуществления имеет сетчатую конфигурацию. В некоторых вариантах осуществления первый разделительный элемент 150 может быть вытянут на всем протяжении корпуса, и в некоторых других вариантах осуществления несколько отдельных разделительных элементов расположены вдоль корпуса 110, занимая каждым из элементов его сегмент.

Первый разделительный элемент 150 сконструирован таким образом, чтобы предоставлять открытый путь для протекания газа в газовом корпусе 110, и иными словами, минимальное расстояние между противоположными стенками газового корпуса 110, обращенными к газу.

Как можно видеть на фиг. 3С, второй разделительный элемент 160 размещен в пространстве 122 для обработки воды, между противоположными сторонами корпуса 110, обращенными к воде. Вторым разделительным элементом 160 сконфигурирован, чтобы поддерживать второе минимальное расстояние между указанными двумя противоположными сторонами корпуса 110, обращенными к воде.

В некоторых вариантах осуществления второй разделительный элемент 160 является листом, который имеет массив ямчатых опор 162 (а именно, каждая из них определяется ямками на одной стороне и выступами на другой стороне), выступающих на противоположных сторонах листа, и расстояние между плоскостью, определенной вершинами выступов на одной стороне, и той, что определена выступами на

другой стороне, определяет толщину разделительного элемента 160. Эти выступы, которые сформированы посредством формования участков листа (соответственно, оставляя углубления на противоположной стороне), могут также быть видны на фиг. 3Е.

Второй разделительный элемент размещен вблизи корпуса 110, в пространстве для обработки воды. В некоторых вариантах осуществления второй разделительный элемент 160 может быть вытянут на всем протяжении пространства для обработки воды вблизи корпуса 110, и в некоторых других вариантах осуществления несколько отдельных разделительных элементов расположены внутри указанного пространства, занимая каждым из элементов его сегмент.

Второй разделительный элемент 160 сконструирован таким образом, чтобы предоставлять открытое пространство для воды внутри пространства 122 для обработки воды и, иными словами, минимальное расстояние между противоположными сторонами стенок корпуса 110, обращенными к воде. Наряду с тем, что пространство 122 может иногда расширяться, второй разделитель обеспечивает то, что зазор между двумя вертикальными стенками не составляет менее, чем минимальное расстояние, обусловленное шириной второго разделительного элемента.

Следует заметить, что структура и конфигурация первого разделительного элемента 150 и второго разделительного элемента 160 является лишь примером и не ограничивается проиллюстрированными вариантами. Кроме того, первый и второй разделительные элементы могут иметь одинаковую или разную конфигурацию, каждый независимым образом может быть в форме безнапорного элемента со свободным течением или в форме гидравлического элемента, таким как сетка или лист с выступами, такой как проиллюстрированный ямчатый лист. В некоторых вариантах осуществления выступы вытянуты лишь в одном направлении от листа (односторонние выступы) и в некоторых других вариантах осуществления выступы вытянуты от листа в двух противоположных направлениях (двусторонние выступы), как показано на фиг. 3С и 3Е.

В качестве альтернативы ямчатому листу разделитель может содержать распределенные индивидуальные и дискретные трехмерные элементы, присоединенные по меньшей мере к одной стороне по меньшей мере одной из вертикальных стенок и соответственно поддерживающие расстояние, обусловленное толщиной дискретных элементов. В некоторых вариантах осуществления индивидуальные элементы сформированы из полимерного материала, такого как клей, применяемый в горячем состоянии, нанесенного на любую из сторон, обращенных к воде, и/или сторон, обращенных к воздуху, вертикальных стенок. В других вариантах осуществления индивидуальные элементы сформированы из фрагментов, таких как пластиковые диски, размещенные на стороне любой из стороны, обращенной к воде, и/или стороны, обращенной к воздуху, одной или обеих вертикальных стенок.

Данное изобретение также предоставляет биореактор по меньшей мере с одним разделительным элементом, содержащим поверхностно поддерживаемые, дискретные, пространственно разнесенные опоры (трехмерные элементы). В некоторых вариантах осуществления пространственно разнесенные опоры расположены на водонепроницаемой, газопроницаемой мембране, как описано в данном документе.

Также в данном документе описан удлиненный корпус, содержащий стенку, отделенную от внутреннего удлиненного пути внутри указанного корпуса и пространства с внешней стороны указанного удлиненного корпуса, данная стенка содержит в качестве неотъемлемой части дискретные, пространственно разнесенные опоры такого вида, который описан в данном документе.

В некоторых вариантах осуществления мембрана с пространственно разнесенными опорами образует часть биореактора такого вида, который описан в данном документе.

В некоторых вариантах осуществления первый и/или второй разделительные элементы являются комбинацией любой из описанных выше конфигураций разделителей. Например, разделительный элемент может содержать сетчатую структуру, которая наложена на ямчатый лист, и т.д.

Минимальное расстояние, обусловленное первым разделительным элементом, как проиллюстрировано разделительным элементом 150, и минимальное расстояние, обусловленное вторым разделительным элементом, как проиллюстрировано разделительным элементом 160, являются независимыми одно от другого и могут быть одинаковыми или разными.

Выбор вида и/или ширины второго разделителя может зависеть от вида воды, подлежащей обработке. Выбор вида и/или ширины первого разделителя может зависеть от вида газа, вводимого в корпус, и некоторых условий эксплуатации, таких как давление газа внутри корпуса и других.

При применении разделителей одной и той же конфигурации они расположены таким образом, что они не смыкаются встречным образом, например, когда оба разделителя имеют выступы, такие как показано на примере ямок, разделители могут быть расположены таким образом, что выступы/ямки от одного разделителя, по существу, обращены к противоположным выступам/ямкам от другого разделителя таким образом, чтобы избежать смыкания выступов. Подобным образом, при применении одного разделителя в форме решетки или сетки и другого разделителя в форме листа с выступами, разделители могут быть расположены таким образом, что выступы не вводятся в отверстия другого разделителя.

Разделительные элементы могут быть из одного и того же или разных материалов. В некоторых вариантах осуществления каждый из разделительного элемента 150 и разделительного элемента 160 независимо изготовлен из водостойкого полимерного материала. Неограничивающие примеры

полимерных материалов включают полиэтилен высокой плотности, полиэтилен низкой плотности, полиэтилентерефталат (PET), полипропилен, полиамид.

В некоторых примерах разделители характеризуются тем, что имеют предел прочности при сжатии выше 2 т/м^2 , иногда выше 20 т/м^2 , как определено производителем и испытано посредством известных во всем мире стандартов, чтобы соответствовать по меньшей мере двум требованиям: (i) противостоять усилиям, приложенным во время производства, и (ii) противостоять давлению воды (в основном применимо к требованиям в отношении первого разделителя 150).

Фиг. 3Е представляет собой увеличенный вид сверху части модуля 100, показывающий конкретно верхний поддерживающий элемент 140, центральный стержневой элемент 144 с выпускным отверстием 124 для газа. В примере варианта осуществления на фиг. 3А-3Е удлиненный корпус 110 является свернутым в рулон поверх центральной стержневой структуры 144.

Наряду с тем, что в определенных вариантах осуществления первый и второй разделительные элементы являются раздельно сформированными элементами, в некоторых других вариантах осуществления первый или второй разделительный элемент сформирован интегрированным образом по меньшей мере с одной из вертикальных стенок корпуса 110. Иногда, соответственно, интегрированная вертикальная стенка сконфигурирована, чтобы предоставлять несколько функциональных возможностей: (i) непроницаемость для воды; (ii) размещение на определенном расстоянии со стороны воды; (iii) размещение на определенном расстоянии со стороны газа и (iv) необязательно газопроницаемость и поддержку роста биопленки. Это может быть достигнуто, например, и без ограничения этим, посредством водонепроницаемой, газопроницаемой мембраны, имеющей сформированные интегрированным образом выступы на внутренней стороне и на внешней стороне.

Подобным образом, в некоторых других вариантах осуществления второй разделительный элемент сформирован интегрированным образом с по меньшей мере одной из вертикальных стенок корпуса 110. Это означает, что по меньшей мере одна из вертикальных стенок корпуса сконфигурирована, чтобы предоставлять также минимальное требуемое расстояние от противоположной, обращенной к ней вертикальной стенки, обращенной к воде. Другими словами, мембрана имеет выступы на одной стороне, обращенной к воде, которые поддерживают расположение на определенном расстоянии по отношению к противоположной, обращенной к ней стенке. В некоторых вариантах осуществления интегрированные разделитель и вертикальная стенка сконфигурированы, чтобы предоставлять несколько функциональных возможностей: (i) непроницаемость для воды; (ii) размещение на определенном расстоянии со стороны воды; (iii) необязательно газопроницаемость и поддержку роста биопленки. Это может быть достигнуто, например, без ограничения ими, посредством применения водонепроницаемой, газопроницаемой (необязательной) мембраны, имеющей сформированные на ней интегрированным образом выступы, вытянутые наружу.

В некоторых вариантах осуществления лишь одна из двух вертикальных стенок корпуса является газопроницаемой. В некоторых вариантах осуществления лишь части одной или обеих двух вертикальных стенок являются газопроницаемыми. В еще одних некоторых других вариантах осуществления одна или обе вертикальные стенки корпуса являются практически полностью газопроницаемыми.

Данное изобретение также предоставляет удлиненный корпус, содержащий стенку, разделяющую внутренний удлиненный путь внутри указанного корпуса и пространство с внешней стороны указанного удлиненного корпуса, по меньшей мере часть стенки содержит газопроницаемую мембрану, указанная стенка дополнительно содержит пространственно разнесенные опоры, вытянутые наружу от указанного корпуса и/или внутрь в указанный внутренний путь.

Описание теперь представлено с ссылками на фиг. 4А-4С, которые схематически иллюстрируют модуль с диффузорным аппаратом в соответствии с другим вариантом осуществления данного изобретения. Числовые обозначения, аналогичные тем, что были использованы на фиг. 1-3, с изменением на 100, применены, чтобы идентифицировать компоненты, имеющие аналогичное назначение. Например, компонент 110 на фиг. 1 является корпусом с тем же самым назначением, что и корпус 210 на фиг. 4А. Читателю рекомендуется обратиться к соответствующему описанию выше для разъяснения структуры и функции таких элементов.

Вариант осуществления, проиллюстрированный на фиг. 4А-4С, отличается от модуля, проиллюстрированного на фиг. 1-3, в конфигурации средства для аэрации, тем, что теперь предоставлен в форме удлиненного второго корпуса 226, сформированного между двумя вертикальными стенками 214' и 216', которые являются продолжением стенок 214 и 216 и сформированы интегрированным с ними образом соответственно.

Диффузорный аппарат 226 снабжен впускным отверстием 264 для газа и пространственно разделенными отверстиями 232 газового диффузора в виде отверстий, сформированных на нижней стороне корпуса 226, таким образом, что газовые пузырьки выпускаются из отверстий 232 в пространство для обработки воды 222 и поднимаются вдоль внешней поверхности стенки корпуса 210, как представлено стрелкой 233. Как можно видеть, диффузорный аппарат 226 также включает разделительный элемент 250', который, как показано, имеет такую же конфигурацию, что и элемент 250 (хотя и может иметь другую конфигурацию).

Данное изобретение также предоставляет удлиненный корпус, содержащий стенку, разделяющую внутренний удлиненный путь внутри указанного корпуса и пространство с внешней стороны указанного удлиненного корпуса, указанный корпус содержит первую удлиненную зону для обработки воды и сформированную интегрированным образом вторую удлиненную зону, параллельную указанной первой удлиненной зоне, которая сконфигурирована, чтобы выпускать газ к поверхностям удлиненного корпуса в указанной первой удлиненной зоне.

Фиг. 5A-5C иллюстрируют модуль для обработки воды в соответствии с другим вариантом осуществления данного изобретения. Для простоты числовые обозначения, аналогичные тем, что были использованы на фиг. 1-3, с изменением на 200, применены, чтобы идентифицировать компоненты, имеющие аналогичное назначение. Например, компонент 110 на фиг. 1 является корпусом с тем же самым назначением, что и корпус 210 на фиг. 5A. Читателю рекомендуется обратиться к соответствующим частям данного описания для пояснения структуры или функции.

Характерными особенностями модуля 300 по данному изобретению являются диффузоры в диффузорном аппарате, которые видны на фиг. 5B и более подробно на фиг. 5C. Этот диффузорный аппарат, как будет пояснено ниже, функционирует, чтобы выпускать газ импульсным образом (действуя в качестве диффузора с пульсирующим выпуском). Данная форма функционирования схематически проиллюстрирована на фиг. 5D.

Диффузорный аппарат 326 этого варианта осуществления включает удлиненный перевернутый корытообразный элемент 368, который имеет герметизированную верхнюю часть 370 (см. фиг. 5B) со множеством отверстий 334 и открытую нижнюю часть. Как хорошо видно на фиг. 5C, элемент 368 сформирован между ямчатой панелью 374, которая имеет множество углублений 375, и нижней частью вертикальной стенки 316 газового корпуса 310. На панели 374 также сформированы удлиненные углубления, включающие первое, горизонтальное удлиненное углубление 376A и три вертикальные удлиненные углубления, включающие второе углубление 376B, которое вытянуто от верхней части к нижней части ямчатой панели 374, третье углубление 376C, которое вытянуто вверх от конца углубления 376A и заканчивается ниже верхнего конца 370 панели, и четвертое углубление 376D, которое вытянуто вниз от верхнего конца 370 панели в направлении к средней части первого углубления 376A, однако заканчивается выше него. Глубина углублений и удлиненных канавок, а также ширина стенки, которая определяет верхний конец 370, являются все, по существу, одинаковыми, и, соответственно, углубления и канавки на стенке 316 примыкают к противоположным участкам стенки 316. Посредством такого примыкания газожидкостная камера 378 с открытой нижней частью определена между двумя последовательными канавками 376B, которые связаны через обычно U-образный канал 380, который включает нисходящий сегмент 380D канала и восходящий сегмент 380U канала, который заканчивается на отверстии 334. Нижняя часть стенки 316 включает несколько отверстий 382, каждое из которых открыто в одну из камер 378, предоставляя возможность газу из корпуса 310 поступать в камеру 378 через ее открытую нижнюю часть, чтобы заполнять камеру, и выпускаться из нее, чтобы освобождать камеру. Посредством воздействия давления газа, поступающего через отверстия 382, газ будет высвобождаться из отверстий 334 пульсирующим образом, как будет проиллюстрировано ниже при ссылках на фиг. 5D.

Форма функционирования диффузорного аппарата этого варианта осуществления проиллюстрирована на фиг. 5D. Вначале (стадия 1) камера 378 заполняется водой, поступающей через открытую нижнюю часть. Одинаковым образом, оба сегмента канала 380 (показанных как сегмент 380D и 380U) также заполняются водой, поступающей через отверстие 334. Однако давление газа (через отверстия 382; не показано на этой фигуре), представленное направленными вниз стрелками, создает вытесняющее усилие, приложенное к воде внутри камеры и в канале 380 (стадия 2). При последующей пороговой фазе, при которой уровень воды достигает нижнего уровня в сегменте 380U канала (стадия 3), вся вода отводится из канала, и затем газ из камеры 378 может вытекать через отверстие 334 при резком увеличении выпуска, что отводит газ из камеры (стадия 4), делая возможным возврат жидкости, как представлено стрелками, направленными вверх, до возвращения в первоначальное состояние (стадия 5).

Фиг. 6 представляет собой схематическую иллюстрацию диффузорного аппарата другого варианта осуществления, который, хотя структурно отличается, работает сходным с функциональной точки зрения образом с формой функционирования, представленной на фиг. 5A-5D. Диффузорный аппарат, в целом обозначенный как 402, является частью модуля 400 и включает газожидкостную камеру 478, которая имеет открытую нижнюю часть и связана с источником сжатого воздуха 406. Внутри камеры 478 сформирован направленный вверх, первый, обычно вертикальный канал 480D, который является с функциональной точки зрения эквивалентом нисходящей трубы 380D и определяет цилиндрическое пространство 404, вмещающий второй, обычно вертикальный канал 480U, который является с функциональной точки зрения эквивалентом восходящей трубы 380U и соединен с возможностью протекания текучей среды с головной частью 438 диффузора, которая в этом варианте осуществления включает два перекрестных массива отверстий (фиг. 6B), однако может иметь большое число других конфигураций.

С практической точки зрения, первоначально газожидкостную камеру 478, цилиндрическое пространство 404, определенное посредством первого, обычно вертикального канала 380D и второго, обычно вертикального канала 480U, заполняют водой. Затем давление газа создает вытесняющее усилие, при-

ложенное к воде, которое вызывает понижение уровня воды в газожидкостной камере 478 и, одновременно с этим, выталкивание воды в нижнем направлении в первый, обычно вертикальный канал 480D и во второй, обычно вертикальный канал 380U, которая выпускается через диффузоры 438. Как только из первого, обычно вертикального канала 480D и второго, обычно вертикального канала 480U выпущена вода, передача газа в нижнем направлении в первый, обычно вертикальный канал 480D и в верхнем направлении во второй, обычно вертикальный канал 480U устанавливается таким образом, что вызывает резкое увеличение выпуска газа из головной части 434 диффузора. Это резкое увеличение выводит газ, вызывая повторное поступление воды и возобновление этого рабочего цикла.

При обращении теперь к альтернативным конфигурациям модуля, описанным в данном документе, ссылки сделаны на фиг. 7А-7В, предоставляющие схематические перспективные иллюстрации модуля 500 в соответствии с другим вариантом осуществления. Для простоты числовые обозначения, аналогичные тем, что были использованы на фиг. 3А, с изменением на 400, применены, чтобы идентифицировать компоненты, имеющие аналогичное назначение. Например, компонент 110 на фиг. 2 является газовым корпусом с тем же самым назначением, что и газовый корпус 510 на фиг. 7А-7В.

Фиг. 7А и 7В иллюстрируют модуль 500 с впускным отверстием 512 для газа и выпускным отверстием 524 для газа, верхним поддерживающим элементом 540 и нижним поддерживающим элементом 542 и диффузорным аппаратом 526 со множеством сопел для выпуска газа, размещенных раздельным образом вдоль всей длины трубы (не показано). Газовый корпус 510 имеет конфигурацию с волнистостью взад и вперед (зигзагообразную) вместо концентрической спиральной конфигурации, описанной выше.

В некоторых вариантах осуществления корпус 510 сложен поверх или вокруг вертикальных элементов 543 поддерживающей структуры 540.

В некоторых вариантах осуществления корпус 510 имеет несколько впускных отверстий для газа, подобных впускному отверстию 512 для газа, вдоль его длины и несколько выпускных отверстий для газа, подобных выпускному отверстию 524 для газа, для того чтобы уменьшить перепад давления или потери напора. В некотором месте вдоль длины удлиненного корпуса 510 имеется выпускное отверстие (не проиллюстрировано) для выпуска конденсированной воды и сливов. В других отношениях этот модуль действует с функциональной точки зрения аналогично модулям для обработки воды других вариантов осуществления, описанных выше.

В некоторых вариантах осуществления модуль образует часть биореактора, где один или несколько раскрытых модулей размещены внутри водной среды, например в резервуаре, бассейне, пруду и т.д., как более подробно описано при ссылках на фиг. 9А и 9В ниже.

Фиг. 8А-8В представляют собой схематические иллюстрации биореактора, и фиг. 8С представляет собой схематическую иллюстрацию массива биореакторов, описанных в данном документе, внутри системы, содержащей несколько биореакторов того вида, что проиллюстрирован на фиг. 8А и 8В, данный массив биореакторов находится во взаимном соединении с возможностью протекания текучей среды посредством соединительных труб.

А именно, как можно видеть на фиг. 8А и 8В, модуль 600, который представляет собой пакет из двух сборок намотанных корпусов 610, расположенных одна поверх другой, с верхним поддерживающим элементом 640, нижним поддерживающим элементом 642 и промежуточным поддерживающим элементом 641, а также диффузорным аппаратом 626.

Каждый модуль 600 размещен внутри соответствующего резервуара 602, включающего крышку 602', который сконфигурирован, чтобы удерживать воду, подлежащую обработке, и модуль 600 погружен в воду. Верхний поддерживающий элемент присоединен к резервуару 602 и крышке 602' резервуара посредством крепежных элементов 645. Резервуар 602 содержит впускное отверстие 605 для воды и выпускное отверстие 606 для обработанной воды.

В некоторых вариантах осуществления, как также проиллюстрировано на фиг. 8А-8С, каждый резервуар 602 дополнительно снабжен водосливом 608 для сбора удаленной воды, расположенной в верхней части резервуара 602 и сконфигурированной, чтобы собирать обработанную очищенную воду с верхнего уровня воды внутри резервуара 602. В некоторых вариантах осуществления водослив 608 имеет форму перфорированного желоба, предоставляющего возможность только лишь воде поступать в водослив. В процессе функционирования резервуар 602 поддерживает биомассу и выпускает обработанную и очищенную воду посредством переливания очищенной воды в водослив 608 при периодах работы, когда диффузорный аппарат является неактивным (т.е. между актами смешивания), и биомассе предоставляется возможность, по меньшей мере, частичного оседания в резервуаре 602. Вода в водосливе 608 направляется к выпускному отверстию для обработанной воды на дне водослива. Периодически, обычно также между актами смешивания посредством диффузорного аппарата осевшая биомасса может быть выпущена из резервуара 602 через отверстие для выпуска биомассы (не показано). Выпущенная биомасса может затем быть рециркулирована в данный биореактор или в другой биореактор или отобрана для будущего использования.

Данное изобретение также предоставляет биореактор для обработки воды, содержащий пространство для обработки воды и сформированный интегрированным образом водослив (камеру) в верхней части

указанного пространства для обработки воды, указанный водослив сконфигурирован, чтобы принимать очищенную обработанную воду и выпускать указанную очищенную обработанную воду из биореактора. В некоторых вариантах осуществления данный сформированный интегрированным образом водослив функционирует таким образом, чтобы выпускать очищенную обработанную воду, когда вода в пространстве для обработки воды находится в состоянии покоя (т.е. по существу, отсутствует перемешивание или турбулентность в воде).

Биореактор, описанный в данном документе, может дополнительно или в качестве альтернативы водосливу 608 быть снабжен резервуаром для разделения твердая фаза/жидкость (например, очистителем) для приема выпущенной обработанной воды, которая включает суспендированные твердотельные вещества, и для удаления твердотельных веществ из указанной обработанной воды. Более конкретно и как также проиллюстрировано на фиг. 12В, обработанная вода, содержащая в себе суспендированные твердотельные вещества, выпускается (посредством отверстия для выпуска обработанной воды) в специальный узел для разделения воды и твердотельных веществ ("очиститель"). Собранная биомасса может быть рециркулирована в биореактор или отобрана для будущего использования, наряду с тем, что обработанную и очищенную воду отбирают.

Кроме того, биореактор, как описано в данном документе, может содержать один или несколько датчиков для измерения одного или нескольких параметров обработки, которые показывают качество воды внутри указанного резервуара. Датчики могут быть любого известного типа, необходимого для применения при мониторинге и обеспечении качества воды. Они включают любые датчики pH, датчики окислительно-восстановительного потенциала (ORP), датчики растворенного кислорода, датчики оптической плотности (датчики мутности), химические датчики (например, для определения уровня содержания N-содержащих соединений, включая нитрат или аммоний) и потенциометрические датчики и т.д., применяемые в отдельности или в любой комбинации. Обычно, однако не единственно или обязательно, датчики могут быть расположены в месте выпуска обработанной воды таким образом, что мониторить качество обработанной воды. В одном варианте осуществления контролируемый параметр применяют при управлении функционированием одного или нескольких элементов биореактора. В некоторых вариантах осуществления на основании данных, полученных от одного или нескольких датчиков, можно управлять функционированием диффузорного аппарата. Например, частота смешивания и/или продолжительность смешивания под воздействием диффузорного аппарата могут быть увеличены в качестве отклика на любое показание об отклонении в качестве очищенных сточных вод.

В дополнение к этому биореактор может содержать несколько модулей. В одном варианте осуществления два модуля размещены один поверх другого таким образом, который аналогичен тому, что проиллюстрировано на фиг. 8А-8В.

В некоторых вариантах осуществления несколько резервуаров для обработки, каждый из которых содержит один или несколько модулей, например, такого вида, что проиллюстрирован на фиг. 1-3 или 8А и 8В, расположены при последовательном соединении, чтобы образовывать массив резервуаров для обработки выше по течению и массив резервуаров для обработки ниже по течению, при этом модули в каждом массиве соединены все параллельно. Вода, подлежащая обработке, первоначально поступает в массив модулей выше по течению и обрабатывается в нем, после чего она передается в массив модулей ниже по течению.

Биореактор, описанный в данном документе, может также являться частью системы 601 для обработки воды (станции водоочистки), такой как та, что схематически проиллюстрирована на фиг. 8С (части крышки одного биореактора были удалены, чтобы показать внутренние элементы), которое включает несколько биореакторов 602 того вида, что проиллюстрирован на фиг. 8А-8В. Канал 692 для исходной воды подает воду, подлежащую обработке, к каждому биореактору, и обработанная вода выпускается через канал 693 для выпуска воды. Газ, например воздух, в газовые корпуса подается посредством первого газового канала 694, и диффузорные аппараты принимают газ, обычно воздух, посредством второго газового канала 695, оба газовые канала снабжаются соответствующим газом при применении нагнетателя GB1 и нагнетателя GB2. Функционирование системы регулируется посредством блока управления 696.

Фиг. 9А-9С иллюстрируют систему другого варианта осуществления с применением, как можно видеть на фиг. 9А-9В, модулей для обработки воды того вида, что показан на фиг. 7А-7В, и элементы, аналогичные тем, что применены на фиг. 7А-7В, применены для подобных элементов. Система как таковая, проиллюстрированная на фиг. 9С, включает верхние ряды биореакторов, расположенные поверх нижних рядов биореакторов, однако в других отношениях она с функциональной точки зрения подобна системе на фиг. 8А-8С, за исключением того, что системы каналов являются двойными, по одной для каждого из верхнего и нижнего рядов биореакторов. Соответственно, числовые обозначения, аналогичные тем, что использованы на фиг. 8С, применены для эквивалентных с функциональной точки зрения элементов системы каналов, вместе с "А" для нижних элементов и вместе с "В" для верхних элементов (например, для водных каналов 692А и 692В).

В альтернативном варианте осуществления системы в соответствии с данным изобретением она может содержать несколько модулей, погруженных совместно в единственный резервуар, как показано в

иллюстративном примере на фиг. 10А и 10В. Для простоты числовые обозначения, аналогичные тем, что были использованы на фиг. 8А и 8В, применены, чтобы идентифицировать компоненты, имеющие аналогичное назначение.

Фиг. 10А схематически иллюстрирует другой вариант осуществления погружного единичного модуля 600, содержащего два газовых корпуса 610 при их расположении, аналогичном тому, что проиллюстрировано на фиг. 8А. Элементы модуля 600, собранные с помощью стабилизирующего элемента 697, также соединены с поддерживающими элементами 640 и 642 (не видно на фиг. 10А). Стабилизирующий элемент 697 обычно сконструирован, чтобы поддерживать погруженные модули на месте и предоставлять им достаточный вес таким образом, чтобы стабилизировать цельную структуру внутри водной среды. В качестве альтернативы погружные модули могут быть механически присоединены к дну резервуара механическими средствами, такими как винтовые анкеры, крюки, хомуты и болты.

Фиг. 10В схематически иллюстрирует секцию варианта осуществления с несколькими модулями по фиг. 10А, погруженными внутрь общего резервуара 602. На фиг. 10В также проиллюстрированы впускное отверстие 605 для исходной воды, отверстие 611 для выпуска осевшего шлама, выпускное отверстие 606 для обработанной воды, через водослив 608, выпуск обработанной воды регулируется выпускным клапаном 606', данный клапан находится в закрытом состоянии во время функционирования диффузорного аппарата.

Фиг. 11А и 11В предоставляют модуль (фиг. 11А) и систему (фиг. 11В), аналогичные тем, что проиллюстрированы на фиг. 10А и 10В, соответственно, хотя и вида, проиллюстрированного на фиг. 7А-7В. Группа модулей размещена в единственном резервуаре 602, каждый из них поддерживается на месте посредством стабилизирующего элемента 697.

Для специалистов в данной области техники понятно, что модуль, биореактор и/или система, описанные в данном документе, могут быть сконструированы и функционировать, чтобы обрабатывать воду в комбинации с другими типами модулей, биореакторов и/или системы. В некоторых вариантах осуществления системы, содержащей несколько модулей или биореакторов, как описано в данном документе, может быть применено, чтобы предоставлять первую стадию или последующие стадии обработки воды в комбинации с одним или несколькими модулями для обработки воды других типов. Другими словами, системы по данному изобретению могут быть установлены выше по течению и/или ниже по течению по отношению к другим системам для обработки воды в качестве части комплектного оборудования станции водоочистки. Без ограничения ими модуль, биореактор и/или система, описанные в данном документе, могут функционировать совместно с системами, описанными в публикации РСТ № WO 11073977, содержание которой включено в данный документ посредством ссылки. В основном, WO 11073977 описывает систему со свернутым в рулон в виде спирали корпусом, подобным газовому корпусу, раскрытому в данном документе, который предназначен для удерживания и протекания воды и поддержания роста биопленки внутри него.

Модуль, биореактор и/или система, описанные в данном документе, могут быть сконфигурированы, чтобы обрабатывать различные виды воды при применении, соответственно, газов различного типа. В последующем, в случае ссылки на систему, ее следует понимать как ссылку подобным образом на модуль или биореактор с соответствующими, необходимыми поправками. Некоторые типичные способы обработки воды с применением системы, описанной в данном документе, описаны при ссылках на технологические схемы, проиллюстрированные на фиг. 12А-12С и 13А-13С, в данном документе ниже. Для простоты одни и те же числовые обозначения использованы на фиг. 12А-12С и 13А-13С, чтобы представлять идентичные элементы.

Обычно система сконфигурирована, чтобы выполнять обработку воды посредством выполнения следующих общих стадий способа:

- введение газа в газовый корпус;
- введение воды, подлежащей обработке, в биореактор;
- функционирование диффузорного аппарата (непрерывным или периодическим образом или же при необходимости), чтобы вводить газовые потоки в воду, поддерживаемую внутри биореактора;
- отбор обработанной воды.

В некоторых вариантах осуществления газом, введенным в газовый корпус, является воздух. В некоторых других вариантах осуществления газом, введенным в газовый корпус, является воздух, обогащенный кислородом, другая газовая смесь, содержащая кислород, или метан, или же газовая смесь, содержащая метан.

В некоторых вариантах осуществления система функционирует в периодическом режиме, а именно, порцию воды вводят в биореактор(ы) и обработанную воду отбирают, как только вода достигла требуемого качества (требуемое качество зависит от конкретной потребности в воде и обычно определяется заранее с учетом специфики того или иного случая. При функционировании в периодическом режиме, как только обработанная вода достигает предварительно заданных критериев качества, обработанную воду отбирают, обычно через выпускное отверстие для обработанной воды. Предварительно заданные критерии качества могут изменять, в зависимости от вида воды, определенного применения обработанной воды (например, для питья, для орошения, для промышленных целей и т.д.), стадию обработки, на-

пример, когда система является частью станции водоочистки, включающей комбинацию систем для обработки воды, и т.д.

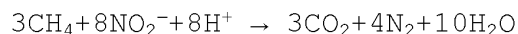
В некоторых других вариантах осуществления система функционирует в непрерывном режиме, в котором вода непрерывным образом вводится в биореактор из одной части и выводится из другой части биореактор(ов).

В еще одних некоторых других вариантах осуществления система функционирует таким образом, что вода, подлежащая обработке, подается, по существу, в непрерывном режиме, наряду с тем, что обработанная вода выпускается периодическим образом. Выпуск обработанной воды приостанавливается во время функционирования диффузорного аппарата и тем самым перемешивание воды внутри резервуара также приостанавливается.

В некоторых вариантах осуществления газовый аппарат функционирует периодическим образом. В качестве примера диффузорный аппарат может функционировать регулярно 10-20 с каждые 5-20 мин. В дополнение или в качестве альтернативы диффузорный аппарат может функционировать при необходимости, например, чтобы предоставлять возможность очистки избыточного накопления биопленки на мембране или чтобы улучшать качество обработанной воды, когда обнаружено такое накопление или ухудшение качества воды (например, при применении специальных датчиков, таких как датчики окислительно-восстановительного потенциала (ORP) или датчики растворенного кислорода (DO)), и/или когда имеет место необходимость в вызывании турбулентности в воде, подвергаемой обработке, и перемешивании тем самым суспендированных твердотельных веществ. В некоторых других вариантах осуществления диффузорный аппарат функционирует непрерывным образом.

При обращении теперь к неограничивающим примерам применения биореактора в соответствии с некоторыми вариантами осуществления данного изобретения, каждая из фиг. 12A-12C схематически иллюстрирует схему технологического процесса, поясняющую последовательные стадии обработки нитрифицированной воды при применении метана в качестве электронодонорного газа (денитрифицирующего газа) в газовом корпусе, в соответствии с одним вариантов осуществления данного изобретения. Применительно к данному изобретению, когда ссылаются на "нитрифицированную воду", ее следует понимать как азотсодержащую воду, более конкретно воду, содержащую растворенные соединения оксида азота, и наиболее конкретно нитрат и нитрит). В некоторых вариантах осуществления нитрифицированная вода также характеризуется низкой концентрацией органических веществ.

Нитрифицированная вода может быть связана с бескислородным окислением метана, посредством которого производится диоксид углерода, газообразный азот и вода в соответствии со следующим рядом химических реакций:



Для этого газообразный метан подают в газовый корпус. Газ, содержащий метан, может быть получен из разных источников. В некоторых примерах газ, содержащий метан, является биогазом, производным от анаэробных реакторов, например от анаэробного дигестора, применяемого в оборудовании для биологической обработки сточных вод (канализационных сточных вод).

В соответствии с одним вариантом осуществления, проиллюстрированным на фиг. 12A, биореактор 610 вида, проиллюстрированного в данном документе, принимает нитрифицированную воду. Газ, содержащий метан ("биогаз, обогащенный метаном"), непрерывным образом вдувается в газовые корпуса, и газ, обедненный метаном, выпускается из выпускного отверстия газовых корпусов.

Перемешивание выполняется периодически посредством сжатого воздуха, вводимого через диффузорный аппарат и выталкиваемого в пространства для обработки воды между стенками свернутого в рулон в виде спирали газового корпуса, также предоставляя очистку от биопленки сторон газового корпуса, обращенных к воде. Биопленка, которая развивается на внешней поверхности вертикальных стенок газового корпуса и функционирует, чтобы окислять газообразный метан, который диффундирует через мембрану, при применении оксидов азота в воде, соответственно, восстанавливая оксиды азота в воде (денитрифицируя воду).

В соответствии с еще одним вариантом осуществления, проиллюстрированным на фиг. 12B, биореактор 610 функционирует таким образом, который аналогичен тому, что описано в отношении фиг. 12A, и сконфигурирован, чтобы принимать нитрифицированную воду из аэрационного резервуара. Сточные воды, включающие суспендированные твердотельные вещества, органический материал и аммиак, первоначально поступают в аэрационный резервуар, в котором (i) органический материал окисляется посредством аэрирования воздухом внутри аэрационного резервуара, (ii) аммиак окисляется до нитрата, чтобы тем самым предоставлять нитрифицированную воду, которая вводится, вместе с ее шламом, в биореактор 610, где нитрифицированная вода подвергается денитрификации. Также, как проиллюстрировано на фиг. 12B, очиститель ниже по течению от биореактора 610 сконструирован и функционирует, чтобы принимать обработанную воду, в нем твердотельным веществам в обработанной воды предоставляют возможность осаждения в нижнюю часть очистителя, и только затем обработанная вода, не содержащая твердотельных веществ, ("денитрифицированные очищенные сточные воды") отбирается в кол-

латор для обработанной (денитрифицированной) воды (например, резервуар, трубопровод и т.д.). По меньшей мере часть шлама, собранного в очистителе, передается в узел для выпуска шлама.

Системы для осаждения твердотельных веществ (очистители) известны в данной области техники и иногда включают конически сформированный резервуар с отверстием для выпуска шлама в его нижней части, наряду с тем, что вода выпускается (переливается) из отверстия, расположенного (при верхнем расположении) выше отверстия для выпуска шлама.

Обработанная вода, выпускаемая из биореактора 610, принимается очистителем для последующего разделения твердой фазы и жидкости в очистителе. Иногда часть шлама из очистителя передается (циркулируется или рециркулируется) в аэрационный резервуар, в котором он смешивается с водой, подлежащей обработке, как описано выше. То есть возвращаемый шлам из очистителя является активной биомассой, которая обрабатывает воду в аэрационном резервуаре. Затем ее отделяют от воды в очистителе для того, чтобы выпускать чистую воду, и для того, чтобы удерживать активные твердотельные вещества в системе.

Принимая во внимание вышеизложенное, данное изобретение также предоставляет способ обработки воды, содержащий (i) погружение в нитрифицированную воду удлиненного корпуса, содержащего стенку, отделенную от внутреннего удлиненного пути внутри указанного корпуса, и пространство для обработки нитрифицированной воды с внешней стороны указанного удлиненного корпуса, данная стенка содержит водонепроницаемую, проницаемую для метана мембрану; и (ii) протекание газообразного метана внутри указанного внутреннего удлиненного пути.

В некоторых вариантах осуществления газообразный метан диффундирует в пространство для обработки нитрифицированной воды, чтобы принимать участие в окислительно-восстановительной реакции оксидов азота в нитрифицированной воде.

В некоторых вариантах осуществления газообразный метан является биогазом, полученным из анаэробных реакторов.

Фиг. 12С предоставляет схему технологического процесса, иллюстрирующую последовательные стадии с применением системы вида, проиллюстрированного на фиг. 8С, для обработки сточных вод, подобного тому, что показано в качестве примера на фиг. 12В. В этом варианте осуществления вода, выпущенная из биореактора 610, содержащая растворенные органические материалы, произведенные в результате окисления биопленкой газообразного метана, также вводимого в биореактор, подается в аэрационный резервуар, чтобы обогатить воду, подлежащую обработке, источником углерода, который поддерживает и промотирует денитрификацию в аэрационном резервуаре. Денитрифицированная вода, включающая суспендированные твердотельные вещества, затем подвергается удалению твердотельных веществ в очистителе, из которого твердотельные вещества удаляются в узел для выпуска шлама или возвращаются в аэрационный резервуар. Обработанная (очищенная) вода выпускается через выпускное отверстие для денитрифицированных очищенных сточных вод при том, что иногда по меньшей мере ее часть и передается (возможно циркуляционным образом) в биореактор 610, для дальнейшего применения. Вода, из которой твердотельные вещества были удалены, вводится в биореактор 610 или отбирается в качестве денитрифицированных очищенных сточных вод. Иногда вода, выпускаемая из биореактора 610, может быть повторно направлена в аэрационный резервуар.

Иногда, несмотря на то, что это не проиллюстрировано, коммерчески доступные метанол, ацетат или другие источники биodeградируемого органического вещества могут быть применены, чтобы способствовать процессу бескислородной денитрификации. Кроме того, иногда газ, содержащий метан, может быть получен в качестве биогаза от анаэробного реактора, например от реактора для ферментативного разложения шлама, обрабатывающего избыточный шлам от процесса биологической обработки сточных вод.

Вышеуказанные рабочие конфигурации устраняют проблему, связанную с недостаточными ресурсами (доноров электронов) для денитрификации до уровня, требуемого нормативными документами.

Общим решением такого недостатка ресурсов является снабжение метанолом, или ацетатом, или другим растворимым биodeградируемым органическим материалом для подачи его на этап бескислородной денитрификации процесса биологической обработки. Процесс, проиллюстрированный на фиг. 12А-12С, делает возможным более эффективное выполнение процесса денитрификации вследствие непрерывной подачи требуемых компонентов, являющихся донорами электронов.

Из вышеописанного следует, что данное изобретение также предоставляет способы получения раствора, содержащего органические соединения. Способ включает (i) погружение в воду удлиненного корпуса, содержащего стенку, отделенную от внутреннего удлиненного пути внутри указанного корпуса, и пространство для обработки воды с внешней стороны указанного удлиненного корпуса, данная стенка содержит водонепроницаемую, проницаемую для метана мембрану; и (ii) протекание газообразного метана внутри указанного внутреннего удлиненного пути; (iii) передачу обработанной воды к резервуару с активированным шламом, посредством чего получают раствор, содержащий органические соединения.

В некоторых вариантах осуществления способ включает выпуск воздуха (или любого другого газа, включающего, по меньшей мере, компоненты, содержащие кислород) в указанное пространство для обработки воды. Биопленка окисляет метан в присутствии компонентов, содержащих кислород, введенных

в воду, и образует, помимо прочего, органические соединения в растворе. Органические соединения могут быть, например, метанолом, ацетатом, бутиратом и т.д. Этот раствор может быть затем применен в качестве раствора с донорами электронов в процессах денитрификации, таких как те, что описаны в данном документе. В некоторых вариантах осуществления газообразный метан является биогазом, полученным из анаэробных реакторов.

На фиг. 13 предоставлена схема технологического процесса, иллюстрирующая технологические стадии для аэробной обработки воды в соответствии с еще одним вариантом осуществления данного изобретения и с применением биореактора 610 типа, проиллюстрированного на фиг. 8С. В этом примере, в частности, проиллюстрированными являются элементы для мониторинга и регулирования. Вода, подлежащая обработке, вводится в биореактор 610 с газовым корпусом, в который поступает газ, содержащий кислород, при применении нагнетателя GB. Функционирование нагнетателя GB регулируется посредством контроллера, регулирующего периоды времени, в течение которых нагнетатель GB является активным (Т1) или закрытым (Т2), и, соответственно, газ поступает в биореактор 610 через его диффузорный аппарат (не проиллюстрирован). Периоды времени Т1 и Т2 определены, чтобы предоставлять, помимо прочего, баланс между перемешиванием суспендированных веществ в воде, достаточной/эффективной очисткой стенок корпуса и осаждением шлама в биореакторе. Понятно, что Т1 и Т2 могут быть модифицированы во время функционирования системы, в соответствии с необходимостью, и эта модификация может быть отрегулирована контроллером.

Фиг. 13 также иллюстрирует модуль индикатора потока "FI", предоставляющий возможность мониторинга потока воды от источника воды в систему, и модуль индикации качества "QI", включающий один или несколько датчиков для определения качества обработанной воды, выпускаемой из биореактора 610. Датчики могут предоставлять контроллеру данные, включающие параметры, показывающие любую величину из концентрации ионов аммония, химического потребления кислорода (COD), окислительно-восстановительного потенциала (ORP), мутности и т.д., как описано выше. Контроллер принимает данные и сконфигурирован, чтобы, по меньшей мере, вызывать изменение в любом из Т1 и Т2, например, посредством увеличения Т1 и/или уменьшения Т2 в соответствии с любой индикацией отклонения в качестве очищенных сточных вод.

Дополнительно на фиг. 13 проиллюстрирован клапан, который может находиться в открытом или закрытом положении, как предписано контроллером, и в некоторых вариантах осуществления он находится в закрытом положении, когда нагнетатель GB активирован.

В заключение, из вышеизложенного следует, что данное изобретение также предоставляет способ определения режима аэрации воды во время обработки воды, данный способ включает получение данных, относящихся к качеству воды и изменение режима диффундирования/выпуска газа в соответствии с указанными данными. В некоторых вариантах осуществления указанные данные принимают от индикатора качества такого вида, который описан в данном документе. В некоторых вариантах осуществления режим аэрации содержит продолжительность операций аэрации от аппарата для диффузии газа такого вида, который описан в данном документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Модуль для обработки воды, содержащий

по меньшей мере один удлиненный газовый корпус, содержащий впускное отверстие для газа и две вертикальные стенки, по меньшей мере одна вертикальная стенка содержит непроницаемую для воды и газопроницаемую мембрану, имеющую сторону, обращенную к воде, и сторону, обращенную к газу, две вертикальные стенки являются разделяющими между водой, внешней по отношению к указанному газовому корпусу, и газом внутри указанного корпуса, газовый корпус имеет свернутую в рулон или сложенную конфигурацию, чтобы тем самым определять извитый горизонтальный путь и одно или более пространств для обработки воды, сформированных между противоположными, обращенными к воде сторонами корпуса;

диффузорный аппарат, содержащий газовые диффузоры, выполненные с возможностью введения потока газа в одно или более пространств для обработки воды, и

поддерживающую структуру, соединенную, по меньшей мере, с верхней частью или нижней частью корпуса и выполненную с возможностью поддержания корпуса, по существу, зафиксированным в его намеченной конфигурации с извитым горизонтальным путем, когда погружен в воду, и предоставления возможности прохождения воздуха от диффузорного аппарата к пространствам для обработки воды.

2. Модуль по п.1, содержащий один или более первых разделительных элементов, расположенных внутри указанного удлиненного газового корпуса и сконфигурированных, чтобы поддерживать первое минимальное расстояние между противоположными, обращенными к газу сторонами двух вертикальных стенок, и один или более вторых разделительных элементов, расположенных внутри одного или более пространств для обработки воды, чтобы поддерживать второе минимальное расстояние между указанными противоположными сторонами, обращенными к воде.

3. Модуль по п.1 или 2, в котором любой из одного или более разделительных элементов содержит

распределенные индивидуальные и дискретные трехмерные элементы, присоединенные по меньшей мере к одной стороне по меньшей мере одной из вертикальных стенок и сконфигурированные, чтобы поддерживать расстояние, обусловленное толщиной дискретных элементов.

4. Модуль по любому одному из пп.1-3, в котором указанные две вертикальные стенки сформированы интегрированным образом в виде удлиненного рукава, и указанный удлиненный рукав свернут в рулон в виде спирали.

5. Модуль по любому одному из пп.1-4, в котором указанная мембрана содержит первую полимерную ткань и слой, обращенный к воде, содержащий второй полимерный слой.

6. Модуль по любому одному из пп.1-5, причем по меньшей мере один из упомянутых газовых диффузоров имеет первый, в основном вертикальный канал, второй, в основном вертикальный канал и газожидкостную камеру;

первый канал соединен на его верхней части с возможностью протекания газа с одним или более газовыми отверстиями и соединен на его нижней части с возможностью протекания текучей среды со вторым каналом;

второй канал соединен на его верхней части с возможностью протекания текучей среды с газожидкостной камерой; и

газожидкостная камера имеет герметизированную верхнюю часть, соединенную с возможностью протекания газа с источником газа при давлении, достаточным для вытеснения жидкости из указанной камеры и по меньшей мере одного отверстия на ее нижней части к источнику жидкости.

7. Модуль по любому одному из пп.1-6, в котором указанная свернутая в рулон конфигурация является спиральной, и модуль содержит центральную вертикальную трубу, сконфигурированную, чтобы принимать указанную воду и направлять ее в одно или более пространств для обработки воды.

8. Биореактор, содержащий резервуар для обработки воды с впускным отверстием для исходной воды и выпускным отверстием для обработанной воды и один или более модулей по любому одному из пп.1-6.

9. Биореактор по п.8, содержащий разделительный резервуар для приема обработанной воды и для удаления суспендированных твердотельных веществ из указанной обработанной воды.

10. Биореактор по любому одному из пп.8 или 9, содержащий в верхней части указанного резервуара для обработки водослив, сконфигурированный для приема обработанной воды, по существу, не содержащей суспендированных твердотельных веществ, и передачи обработанной воды к выпускному отверстию для обработанной воды.

11. Биореактор по любому одному из пп.8-10, содержащий камеру для обработки воды и вторую камеру, сформированную интегрированным образом внутри указанного биореактора для воды, вторая камера сконфигурирована, чтобы принимать воду, подлежащую обработке, и направлять указанную воду в камеру для обработки воды.

12. Способ обработки воды, содержащий введение воды в одно или более пространств для обработки воды биореактора по любому из пп.8-10;

введение газа для обработки воды по меньшей мере в один удлиненный газовый корпус;

введение газа в диффузорный аппарат, чтобы тем самым вызвать выпуск потока газа в одно или более пространств для обработки воды; и

отбор обработанной воды.

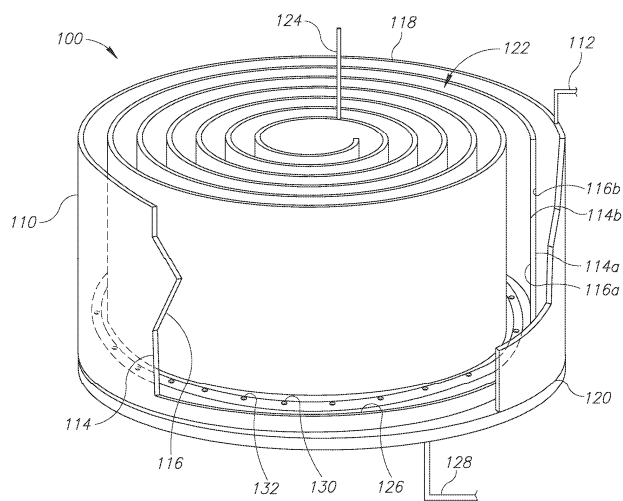
13. Способ по п.12, в котором указанный газ для обработки воды является газом, содержащим кислород, или газом, содержащим метан.

14. Способ по любому одному из пп.12 или 13, включающий периодическую подачу газа из диффузорного аппарата в пространство для обработки воды.

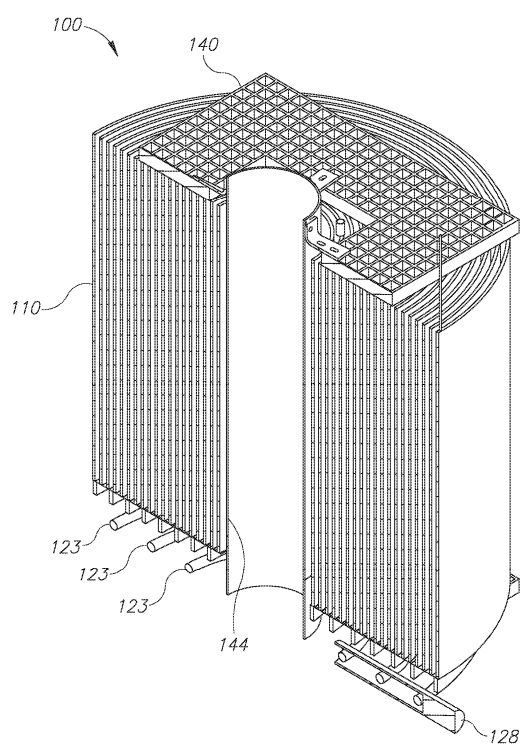
15. Способ по любому из пп.12-14, в котором отделение твердотельных веществ от обработанной воды выполняется вне указанного резервуара для обработки и при возврате циркуляционным образом по меньшей мере части указанных твердотельных веществ в указанный резервуар для обработки.

16. Способ по любому из пп.12-15, в котором отделение твердотельных веществ от обработанной воды выполняется внутри указанного резервуара для обработки и при выпуске по меньшей мере части обработанной воды из верхней части указанного резервуара для обработки.

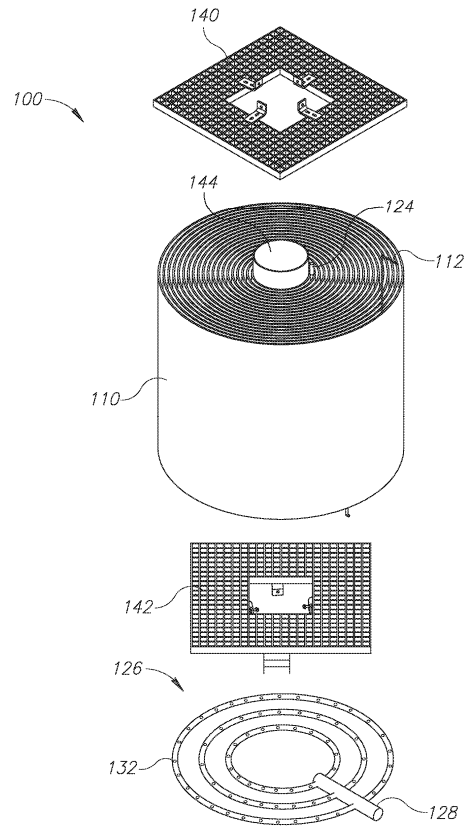
17. Способ по любому одному из пп.12-16, включающий получение данных, представляющих качество указанной обработанной воды, и управление функционированием, по меньшей мере, указанного диффузорного аппарата на основании указанных данных.



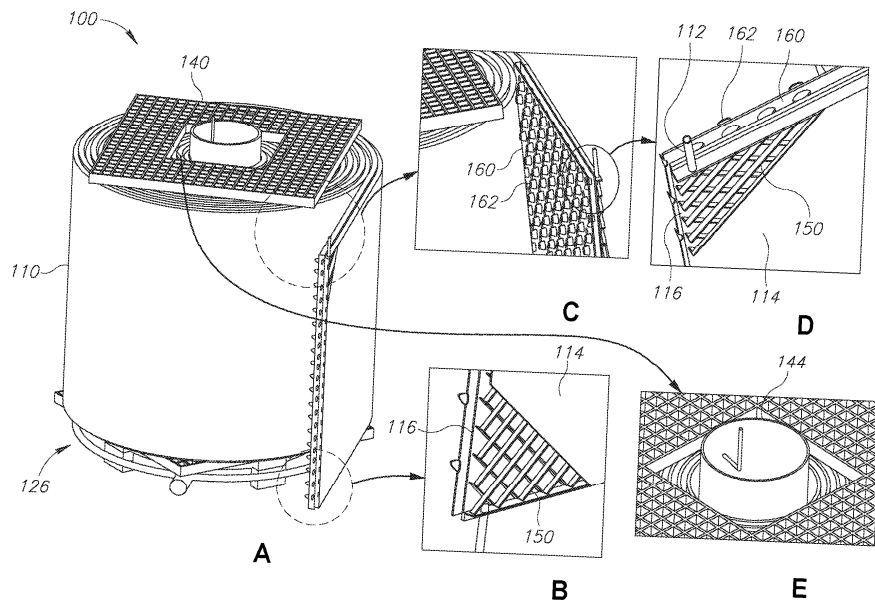
Фиг. 1



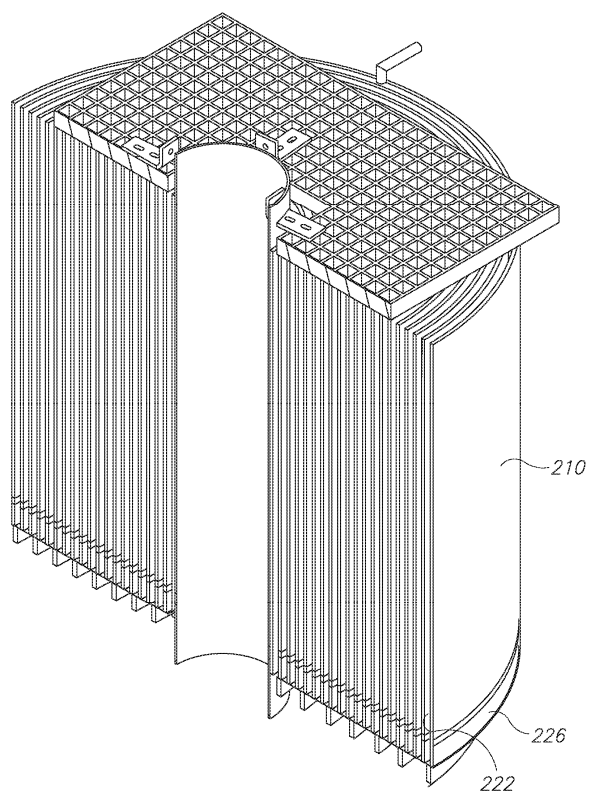
Фиг. 2А



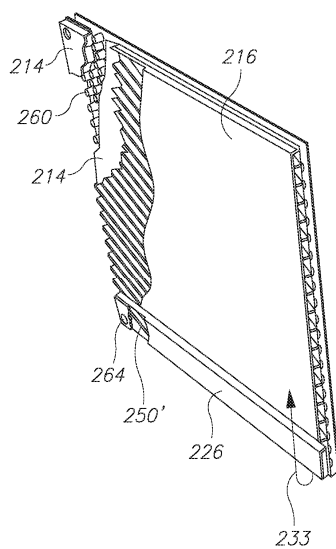
Фиг. 2В



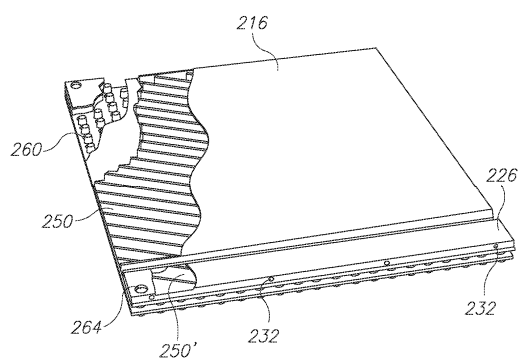
Фиг. 3



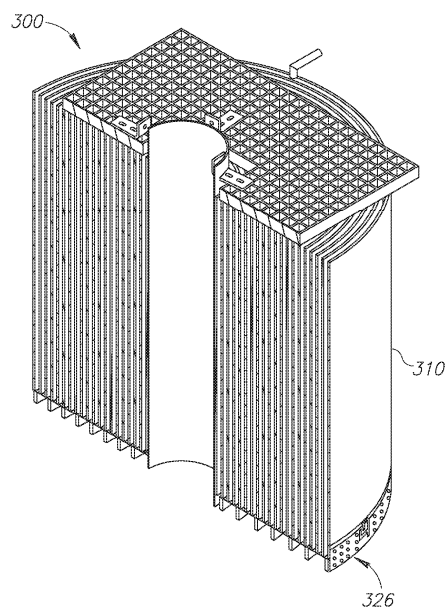
Фиг. 4А



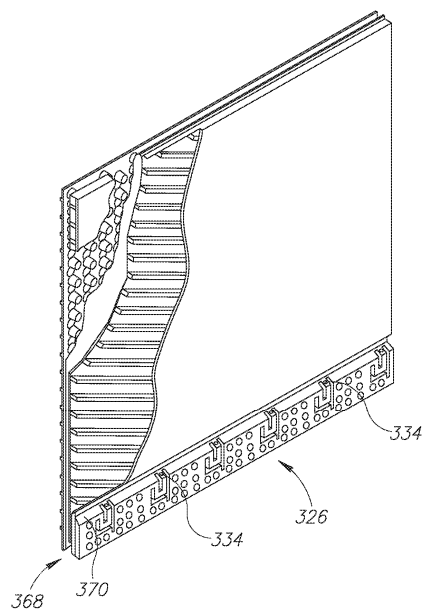
Фиг. 4В



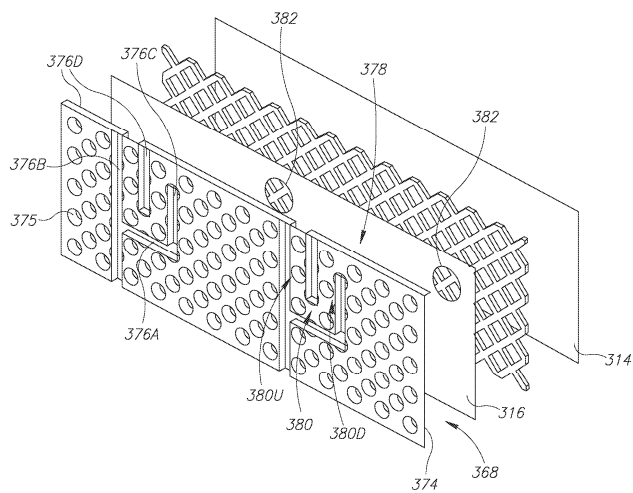
Фиг. 4С



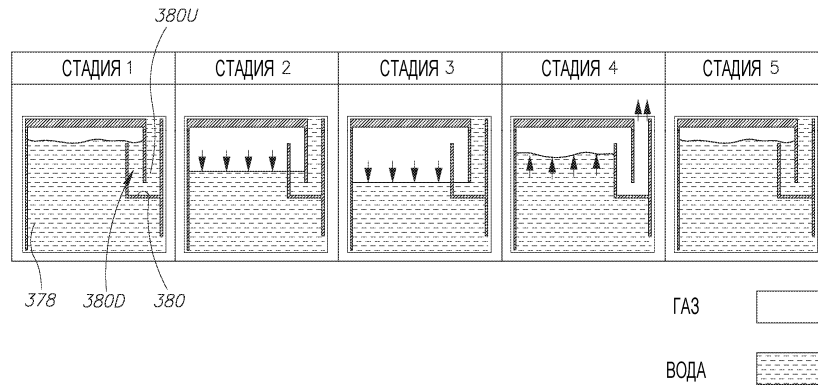
Фиг. 5А



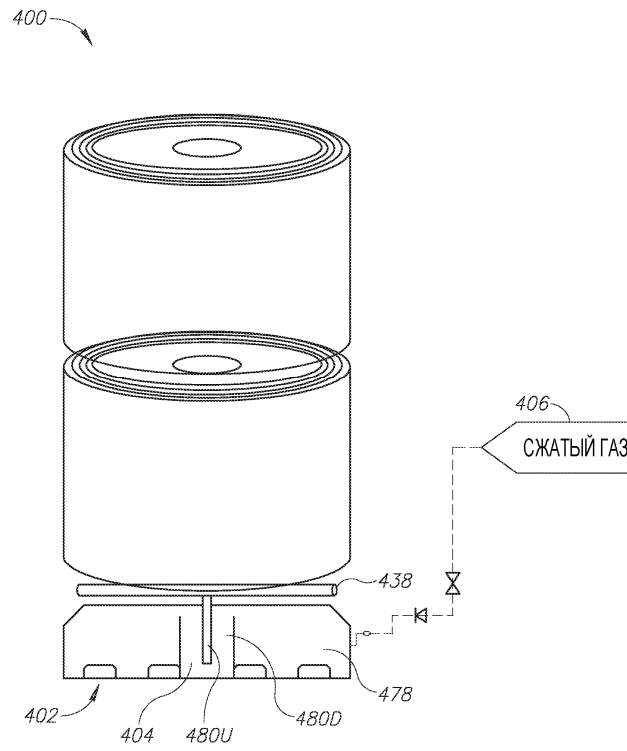
Фиг. 5В



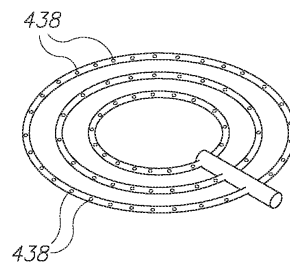
Фиг. 5С



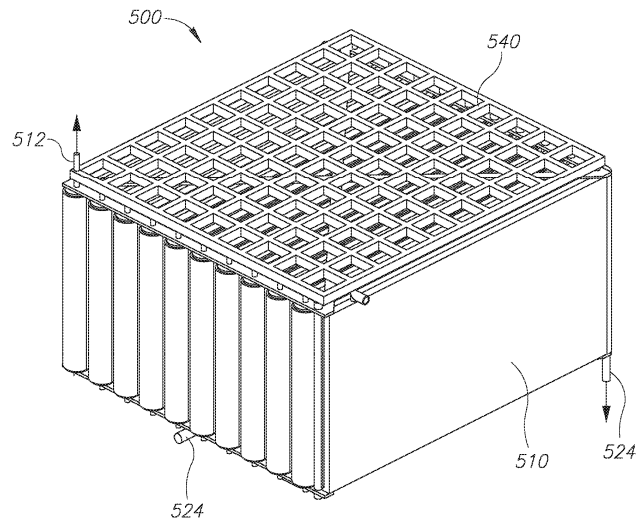
Фиг. 5D



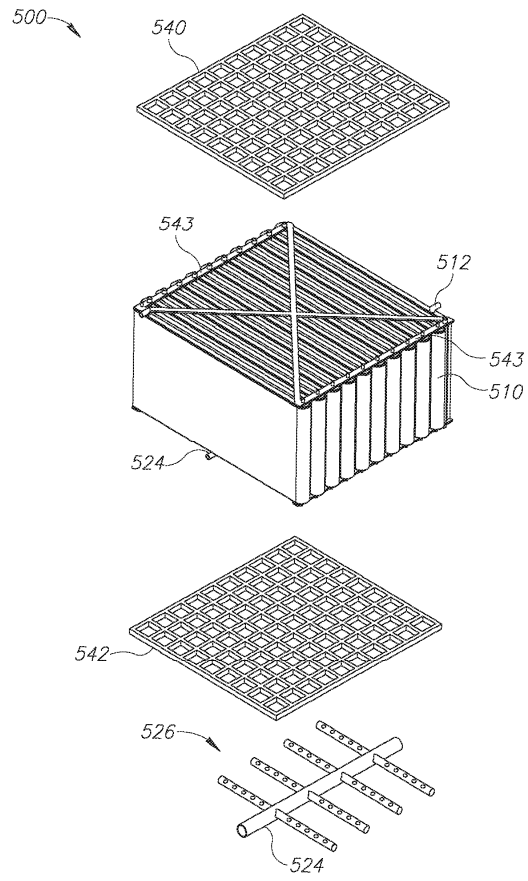
Фиг. 6А



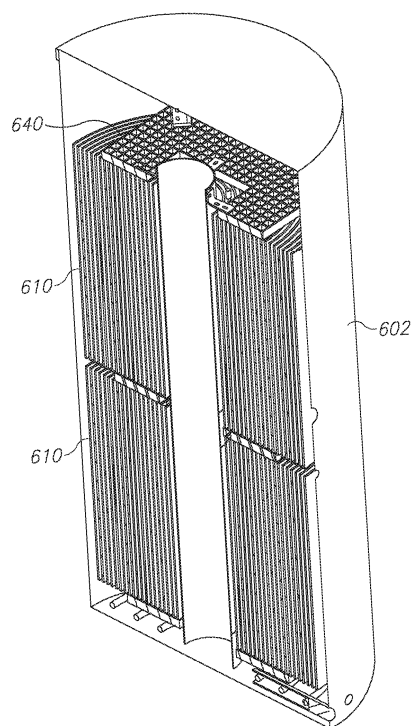
Фиг. 6В



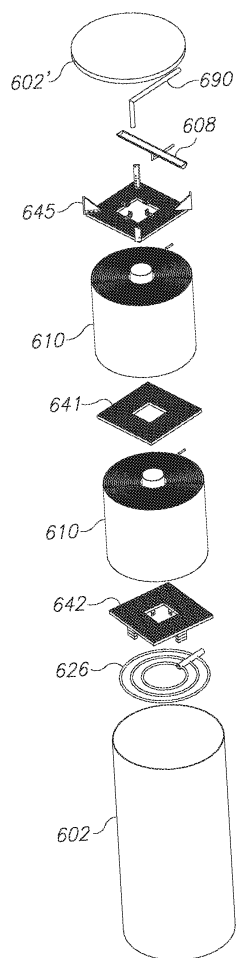
Фиг. 7А



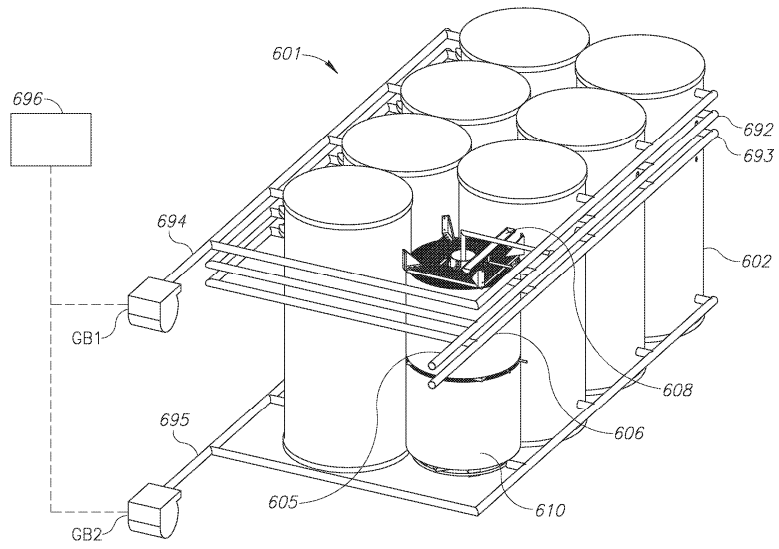
Фиг. 7В



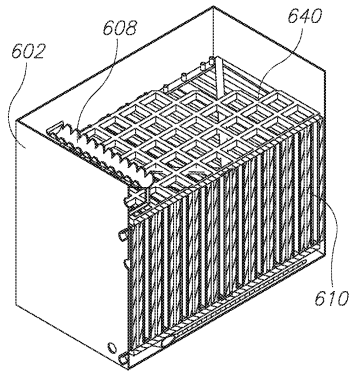
Фиг. 8А



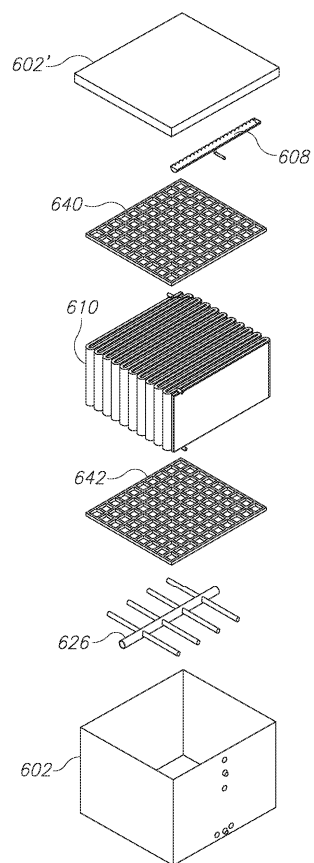
Фиг. 8В



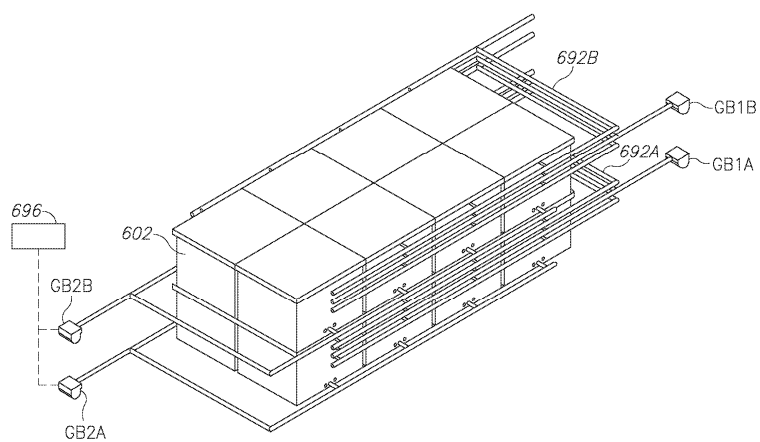
Фиг. 8С



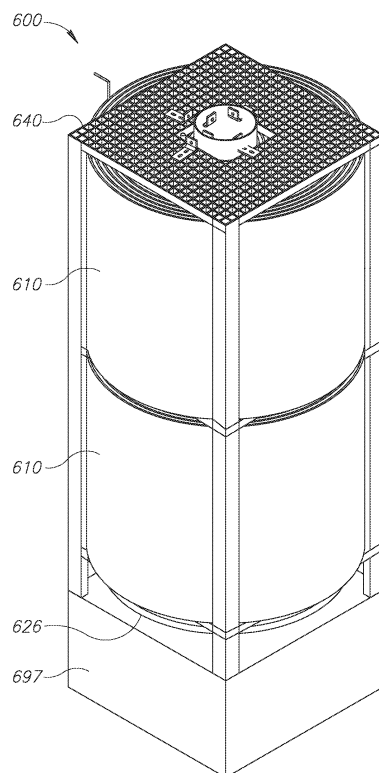
Фиг. 9А



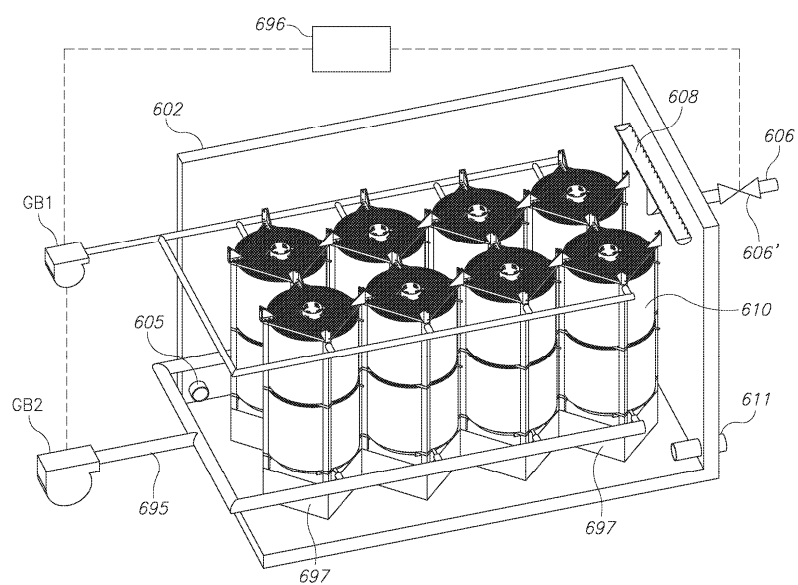
Фиг. 9В



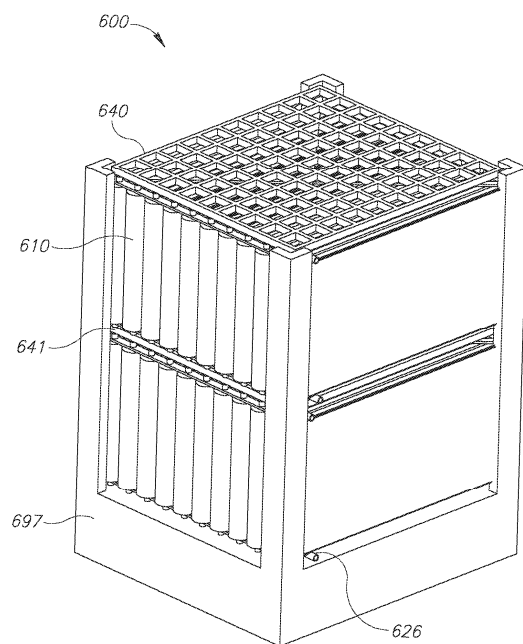
Фиг. 9С



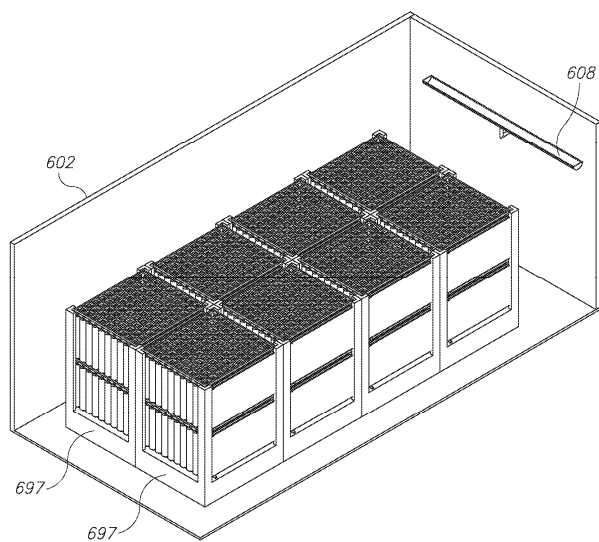
Фиг. 10А



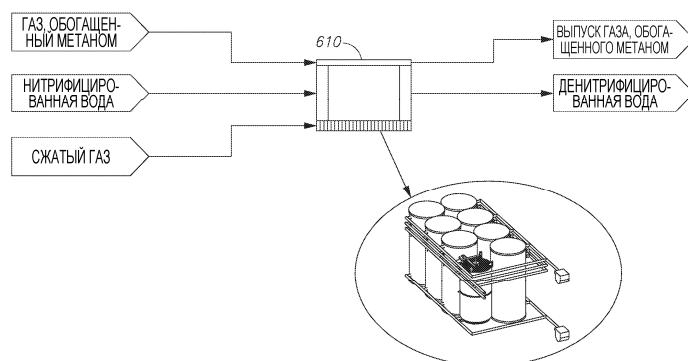
Фиг. 10В



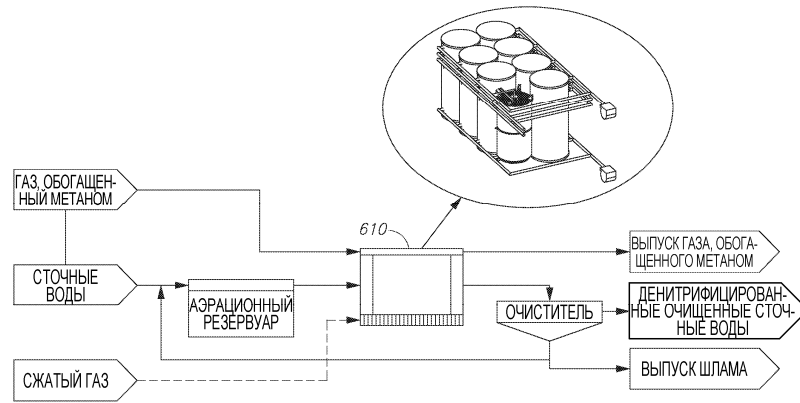
Фиг. 11А



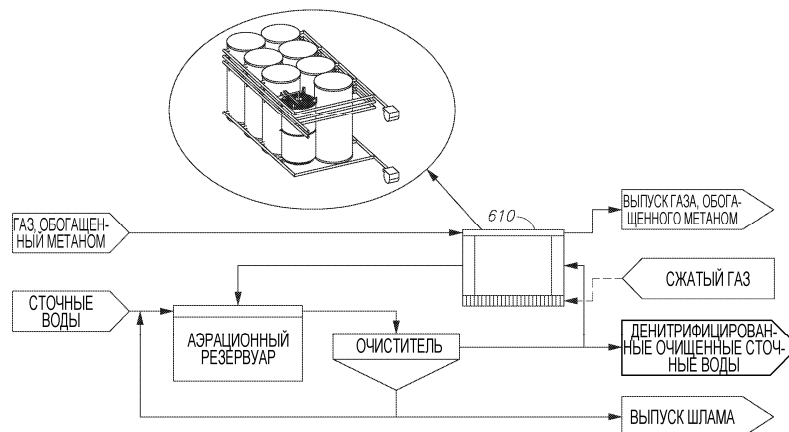
Фиг. 11В



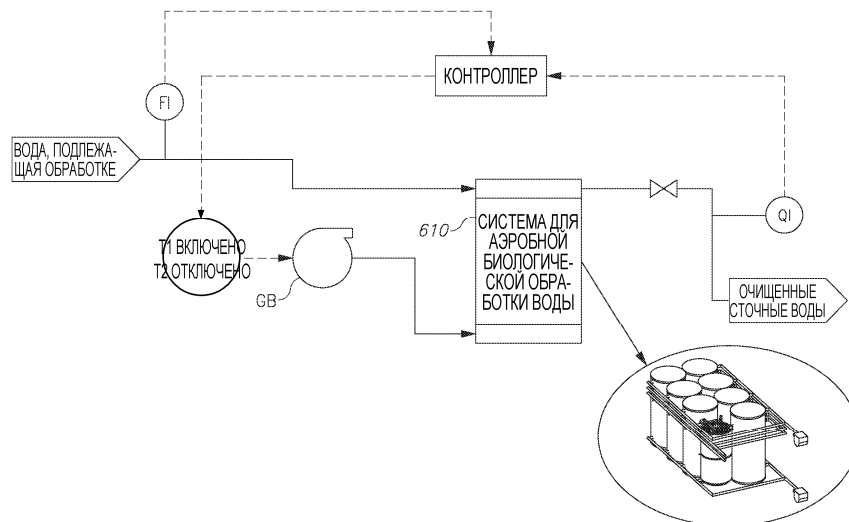
Фиг. 12А



Фиг. 12В



Фиг. 12С



Фиг. 13



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2