

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034806**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.24

(21) Номер заявки
201690778

(22) Дата подачи заявки
2014.10.14

(51) Int. Cl. **B01J 19/10** (2006.01)
B63B 13/00 (2006.01)
F04F 1/18 (2006.01)

(54) **УСТАНОВКА ДЛЯ КОНВЕРСИИ ГАЗА, ДВИГАТЕЛЬ, РАБОТАЮЩИЙ НА ТОПЛИВЕ, В КОМБИНАЦИИ С УКАЗАННОЙ УСТАНОВКОЙ И СПОСОБ КОНВЕРСИИ ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ ХИМИЧЕСКИХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ-РЕАГЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УКАЗАННОЙ УСТАНОВКИ**

(31) **1318187.0; 1416538.5**

(32) **2013.10.14; 2014.09.18**

(33) **GB**

(43) **2016.08.31**

(86) **PCT/GB2014/053089**

(87) **WO 2015/056003 2015.04.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КОЛДХАБЭ МАРИН ЛИМИТЕД
(GB)

(72) Изобретатель:
Уэллс Марк, Маршалл Эндрю, Питер
Джэймс Добсон (GB)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) US-A1-2008128362
GB-A-2432799
WO-A1-2008029311
WO-A1-9801394
US-A1-2005006313
US-A1-2008250715
US-A1-2009023821
GB-A-1074099
DE-A1-19524712
WO-A1-2013093527
WO-A1-2012001415

(57) Установка (100) для конверсии газа, предназначенная для конверсии технологического газа в один или несколько других газов, содержит средства (105) для введения технологического газа в жидкую среду в колонне (125) и ультразвуковой генератор (140), предназначенный для генерирования ультразвуковой энергии, причем установка (100) выполнена с возможностью направления ультразвуковой энергии, генерируемой генератором (140), в жидкую среду так, что технологический газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии, при этом установка (100) приспособлена для обеспечения возможности сбора технологического газа, подвергнувшегося воздействию ультразвуковой энергии. Установка (100), кроме того, предпочтительно содержит генератор (120) микропузырьков, генерирующий микропузырьки технологического газа, подвергаемые воздействию ультразвуковой энергии. Ультразвуковой генератор (140) может быть выполнен с возможностью генерирования ультразвуковой энергии в результате прохождения через него потока вытесняющего газа.

034806 B1

034806 B1

Включение признаков путем ссылки

Содержание документа WO 2013/093527 включено в настоящую заявку путем ссылки. Содержание статьи Wang et al., J. Phys. Chem. Lett. 2010, 1, 48-53 включено настоящим в данный документ путем ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к сбору, транспортировке и обработке парниковых газов. В частности, но не исключительно, изобретение относится к сбору, транспортировке и обработке таких парниковых газов, как газы сгорания, выпускаемые из таких промышленных источников, как электростанция, работающая на угле, мазуте или газе, или из одного или нескольких других источников, таких как двигатели внутреннего сгорания. Некоторые особенности изобретения относятся к обработке жидкостей в сосудах для хранения.

Предпосылки создания изобретения

Известно, что выбросы газообразных продуктов сгорания из таких промышленных установок, как электростанции, работающие на угле, мазуте или газе, и других источников, в том числе от двигателей внутреннего сгорания, наносят вред окружающей среде. Особо важную проблему представляют выбросы диоксида углерода, и значительный интерес представляет уменьшение количества выделяемого в атмосферу диоксида углерода.

Один способ уменьшения выбросов заключается в улавливании диоксида углерода и хранения его до того, как можно будет использовать экономичный способ обработки для конверсии диоксида углерода в менее вредную или даже полезную форму, такую как углерод и кислород (O_2). Однако хранение диоксида углерода является затратным и попросту отсрочивает решение проблемы конверсии газа.

Задача настоящего изобретения заключается в устранении недостатков, присущих известным техническим решениям.

Сущность изобретения

Варианты осуществления изобретения могут быть поняты с учетом прилагаемой формулы изобретения.

В соответствии с аспектами настоящего изобретения предлагаются установка и способ.

В соответствии с аспектом изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии газов, предназначенная для конверсии одной или нескольких химических разновидностей-реагентов, которыми представлен технологический газ, в одну или несколько химических разновидностей-продуктов, содержащая

- резервуар, выполненный с возможностью вмещения жидкой среды;
- колонну, расположенную в резервуаре;
- генератор микропузырьков, выполненный с возможностью генерирования микропузырьков технологического газа в жидкой среде, находящейся в колонне;
- свистковое устройство, приспособленное для генерирования ультразвуковой энергии посредством пропускания через него технологического газа и направления указанной ультразвуковой энергии в жидкую среду так, что технологический газ, проходящий через колонну, подвергается воздействию указанной ультразвуковой энергии так, чтобы конвертировать одну или несколько химических разновидностей-реагентов в указанном технологическом газе в одну или несколько химических разновидностей-продуктов; и

средства для сбора указанного одного или нескольких химических разновидностей-продуктов.

Варианты осуществления настоящего изобретения имеют ту особенность, что технологический газ может подвергаться воздействию ультразвуковой энергии, приводящей к конверсии технологического газа или одного или нескольких его химических разновидностей в одну или несколько других химических разновидностей, таких как один или несколько других газов.

В результате направления ультразвуковой энергии в жидкую среду, в которую введен технологический газ, технологический газ может быть подвергнут кавитации в коллапсирующих пузырьках, приводящей к конверсии технологического газа из одной химической разновидности, такой как диоксид углерода, в одну или несколько других химических разновидностей, таких как один или несколько углеводородов и/или, факультативно, одна или несколько еще других разновидностей. Например, в некоторых вариантах осуществления технологический газ может представлять собой или может содержать диоксид углерода в качестве химической разновидности-реагента, причем диоксид углерода конвертируется в химические разновидности-продукты метан и кислород. Могут быть использованы также другие реакции конверсии. Например, в некоторых вариантах осуществления диоксид углерода может быть конвертирован, дополнительно или вместо этого, в другой углеводород, такой как этан, пропан или любые другие подходящие углеводород или углеводороды. В некоторых вариантах осуществления диоксид углерода может быть конвертирован в неуглеводородное вещество. В некоторых вариантах осуществления одно или несколько соединений, отличных от диоксида углерода, могут быть конвертированы в одну или несколько других форм, или форму в виде элемента, или форму в виде соединения, или любую другую форму.

Кроме того, некоторые варианты осуществления настоящего изобретения предлагают возможность

применения альтернативных источников энергии, таких как возобновляемые источники энергии, при получении химических соединений, предназначенных для использования в промышленности, например соединений, предназначенных для использования в качестве сырья или в качестве источников химической энергии, когда они вступают в реакцию, например, при окислении, факультативно путем сжигания в кислородсодержащей атмосфере. Таким образом, некоторые варианты осуществления настоящего изобретения могут быть использованы при создании средств для хранения такой энергии, генерируемой возобновляемыми источниками энергии, как солнечная, ветровая, волновая и/или приливная энергия. Возобновляемая энергия может использоваться, например, для подачи мощности к компрессору, предназначенному для приведения в действие ультразвукового генератора, и/или для подачи мощности к разделяющему устройству, предназначенному для разделения химических разновидностей после воздействия на технологический газ ультразвуковой энергии.

В некоторых вариантах осуществления технологический газ может содержать диоксид углерода, который конвертируется в один или несколько углеводородов под воздействием ультразвуковой энергии. Углеводород(ы) при необходимости могут быть впоследствии использованы в качестве сырья или подвергнуты сжиганию в качестве топлива. В некоторых вариантах осуществления указанные один или несколько углеводородов могут быть конвертированы в одно или несколько еще других соединений, таких как один или несколько высших алканов, один или несколько алкенов, спиртов или любое другое подходящее соединение.

В некоторых вариантах осуществления могут применяться один или несколько каталитических материалов для стимулирования конверсии одной или нескольких химических разновидностей-реагентов в одну или несколько химических разновидностей-продуктов, таких как медь, оксид цинка, оксид алюминия (оксид алюминия Al_2O_3). В некоторых вариантах осуществления один или несколько этих катализаторов могут применяться для стимулирования синтеза метанола. В некоторых вариантах осуществления технологический газ диоксид углерода может конвертироваться в короткоцепочные олефины, такие как этилен и пропилен как непосредственно, так и через одно или несколько промежуточных соединений, таких как метанол.

Известно, что алкановые углеводороды с короткими (1-4) С-углеродными цепями (метан, этан, пропан, бутан) являются газообразными при комнатных температуре и давлении, и алканы становятся жидкими при таких температурах и давлениях только при или выше С-5 (пентан). При или выше С-16 они обычно твердые при этих условиях. Некоторые варианты осуществления настоящего изобретения могут генерировать С-п алканы, где п больше 1, факультативно в результате использования подходящего катализатора. Если образуются один или несколько углеводородов в виде жидкостей или твердых веществ, могут быть применены подходящие средства для отделения углеводорода от жидкой среды или другой газообразной или твердой среды.

Преимущественно ультразвуковой генератор может быть выполнен с возможностью генерирования ультразвуковой энергии в ответ на прохождение через него потока вытесняющего газа.

Это дает то преимущество, что технологический газ может подвергаться воздействию ультразвуковой энергии высокоэффективным образом. Известно, что относительно высокоинтенсивная ультразвуковая энергия может генерироваться с помощью потока вытесняющего газа, проходящего через подходящий генератор, который может содержать, например, свистковое устройство. Количество энергии, которое должно быть подано на вход генератора для того, чтобы генерировать ультразвуковую энергию относительно высокой интенсивности, может быть меньше требуемого в случае применения других технологий генерирования ультразвуковой энергии, таких как электрические технологии генерирования, такие как технологии генерирования ультразвуковой энергии, основанные на технологиях, реализуемых с применением пьезоэлектрических устройств.

Установка может быть выполнена так, что вызывает прохождение потока технологического газа через трубопровод в жидкой среде-носителе и воздействие в трубопроводе ультразвуковой энергии на технологический газ. Трубопровод может быть любой требуемой ориентации, в некоторых вариантах осуществления, например, по существу, горизонтальной. Установка может быть выполнена таким образом, что технологический газ подвергается воздействию ультразвукового излучения в то время, когда он перемещается через трубопровод, по существу, в горизонтальном направлении. В том случае, если трубопровод установлен, по существу, в вертикальном направлении, может быть вызвано перемещение технологического газа вверх или вниз в соответствии с требованием. В некоторых вариантах осуществления может применяться трубопровод, ориентация которого является ни горизонтальной, ни вертикальной. В некоторых вариантах осуществления могут быть использованы другие расположения.

Предпочтительно ультразвуковой генератор может содержать свистковое устройство, причем свистковое устройство выполнено с возможностью генерирования ультразвуковой энергии при пропускании через это устройство вытесняющего газа.

Установка может быть выполнена с возможностью подачи вытесняющего газа в жидкую среду после пропускания этого газа через ультразвуковой генератор.

Установка может быть выполнена таким образом, что технологический газ образует собой или составляет вытесняющий газ.

То есть может быть вызвано прохождение технологического газа через ультразвуковой генератор для генерирования ультразвуковой энергии, тем самым образование или составление вытесняющего газа, в дальнейшем поступающего в жидкую среду, где газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии, генерируемой ультразвуковым генератором.

В некоторых альтернативных вариантах осуществления вытесняющий газ и технологический газ могут быть отличающимися друг от друга и могут быть из разных источников. Например, в некоторых вариантах осуществления подача вытесняющего газа может осуществляться по замкнутому контуру, в результате чего вытесняющий газ, который подается под давлением через свистковое устройство, может повторно сжиматься и снова подаваться под давлением через свистковое устройство, по существу, в непрерывном цикле.

Вытесняющим газом может быть любой подходящий газ, такой как воздух, азот, углекислый газ, аргон или любые другие подходящие газ или смесь газов.

Установка может содержать генератор микропузырьков, причем установка выполнена с возможностью вызывать образование микропузырьков технологического газа в жидкой среде и подвергать их облучению ультразвуковой энергией, генерируемой генератором ультразвуковой энергии.

Эта особенность имеет то преимущество, что позволяет вызывать кавитацию микропузырьков технологического газа. Установлено, что если технологический газ присутствует в виде микропузырьков, содержащих диоксид углерода, диоксид углерода может быть конвертирован в углеводород и кислород в результате облучения ультразвуковой энергией высокоэффективным образом.

Установка обеспечивает возможность прохождения газа, подвергнувшегося воздействию ультразвуковой энергии, через разделяющее устройство, такое как газоразделяющее устройство, для разделения молекул газа согласно химическим разновидностям. Разделяющее устройство может представлять собой любое подходящее разделяющее устройство, такое как, например, разделяющее устройство на основе полуволоконных мембран.

Следует понимать, что технологический газ, подвергшийся воздействию ультразвуковой энергии так, как описано выше, более не может быть той же самой химической разновидностью или иметь такой же химический состав, как у технологического газа до воздействия на него ультразвуковой энергии. Однако следует понимать, что вводимый газ, представляющий собой технологический газ, и одна или несколько химических разновидностей-продуктов в дальнейшем могут быть пропущены через газоразделяющее устройство для разделения молекул газа в соответствии с химическими разновидностями. В некоторых вариантах осуществления газ, подвергшийся воздействию ультразвуковой энергии, генерируемой ультразвуковым генератором, вводится в разделяющее устройство для отделения от него химических разновидностей-продуктов. В некоторых вариантах осуществления в разделяющее устройство вводятся газ и жидкость, подвергшиеся воздействию ультразвуковой энергии. Разделяющее устройство может быть выполнено с возможностью отделения жидких химических разновидностей, таких как один или несколько углеводородных разновидностей, от другой жидкости, факультативно в дополнение к отделению газа от жидкости. Таким образом, если в некоторых вариантах осуществления химическая разновидность-продукт включает газ, такой как молекулярный кислород, и жидкость, такую как жидкий углеводород, например этанол или любой другой жидкий углеводород, разделяющее устройство может отделять молекулярный кислород и жидкий продукт от жидкой среды установки, которая, например, может содержать воду.

Установка может быть выполнена с возможностью отделения газообразных углеводородов от одного или нескольких других газов.

Установка может обеспечивать возможность отделения от химических разновидностей технологического газа химических разновидностей-продуктов, таких как углеводородные химические разновидности, такие как газообразные углеводороды. Таким образом, установка может отделять такие химические разновидности-продукты, как газообразные углеводороды, от одной или нескольких химических разновидностей, представленных технологическим газом, до момента облучения ультразвуковой энергией, например одной или нескольких химических разновидностей-реагентов, которые не прореагировали с образованием химических разновидностей-продуктов.

Установка может обеспечивать возможность возврата отделенных химических разновидностей, находящихся в технологическом газе, в жидкую среду для последующего воздействия на них ультразвуковой энергии. Таким образом, одна или несколько химических разновидностей, представленные технологическим газом до момента облучения ультразвуковой энергией, такие как, например, диоксид углерода, могут быть подвергнуты облучению ультразвуковой энергией снова.

Установка может дополнительно содержать

газлифтную колонну, через которую может происходить перекачивание жидкой среды под действием газлифта; и

средства для введения технологического газа в колонну, чтобы вызвать перекачивание жидкой среды в колонне под действием газлифта,

причем установка выполнена с возможностью направления ультразвуковой энергии, генерируемой ультразвуковым генератором, в жидкую среду в колонне таким образом, что технологический газ, про-

ходящий через колонну, подвергается воздействию ультразвуковой энергии, генерируемой генератором.

Установка может содержать

газлифтную колонну; и

средства принудительного перекачивания жидкой среды в колонне под действием газлифта,

причем установка выполнена с возможностью направления ультразвуковой энергии, генерируемой ультразвуковым генератором, в жидкую среду в колонне таким образом, что жидкая среда и любые твердое вещество, жидкость и/или газ, такой как технологический газ, находящиеся в жидкой среде, подвергаются воздействию ультразвуковой энергией, генерируемой генератором.

Факультативно средства принудительного перекачивания жидкой среды в колонне под действием газлифта содержат средства для введения газа в колонну. Средства для введения газа в колонну для того, чтобы вызвать перекачивание жидкой среды под действием газлифта, могут содержать средства для введения технологического газа.

Установка может быть выполнена с возможностью подвергания воздействию ультразвуковой энергии, генерируемой генератором, технологического газа, введенного в колонну для вызывания перекачивания.

В некоторых вариантах осуществления генератор ультразвуковой энергии приводится в действие вытесняющим газом. В некоторых вариантах осуществления генератор может содержать одно или несколько свистковых устройств. Вытесняющий газ может иметь, по существу, такой же химический состав, как и технологический газ. Вытесняющий газ может образовывать собой технологический газ для установки. Таким образом, в некоторых вариантах осуществления по меньшей мере часть технологического газа, которая приводит в действие ультразвуковой генератор, может быть введена в колонну. Это может обеспечивать, по меньшей мере, частично средства принудительного перекачивания жидкой среды в колонне под действие газлифта. Факультативно введение технологического газа в колонну может обеспечивать, по существу, весь газлифт, который вызывает перекачивание жидкости через колонну. В некоторых вариантах осуществления технологический газ может вводиться в колонну для подвергания его воздействию ультразвуковой энергии.

Колонна может быть погружена в жидкую среду факультативно в резервуар, в котором содержится жидкая среда. В соответствии с другим вариантом колонна может быть расположена снаружи резервуара.

Заявителем настоящего изобретения установлено, что колонна газлифтного насосного устройства создает благоприятную окружающую среду, в которой технологический газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии. Это, по меньшей мере, частично обусловлено тем, что, по меньшей мере, некоторая часть технологического газа, введенного в жидкую среду в колонне, может быть ограничена колонной во время воздействия ультразвуковой энергии. В результате этого технологический газ может подвергаться воздействию ультразвуковой энергии более управляемым образом, чем в случае, если газ вводится в резервуар при отсутствии ограничения. Следует понимать, что интенсивность ультразвуковой энергии, воздействию которой подвергается технологический газ, может зависеть, по меньшей мере, частично от расстояния между источником ультразвуковой энергии, представленным генератором, и технологическим газом в то время как он проходит через генератор или мимо него, например, от расстояния между источником ультразвуковой энергии, представленным генератором, и пузырьком технологического газа в жидкой среде. Чем больше расстояние, тем меньше в некоторых вариантах осуществления интенсивность ультразвуковой энергии. Соответственно этому в большинстве случаев предпочтительно подвергать технологический газ воздействию ультразвуковой энергии на максимально допустимо близком расстоянии от источника ультразвуковой энергии. Наличие трубопровода, через который проходит технологический газ и в котором технологический газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии, способствует активации воздействия ультразвуковой энергии на технологический газ вблизи источника.

Установка может быть выполнена с возможностью подачи вытесняющего газа в жидкую среду в колонне газлифтного устройства так, что вытесняющий газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии в колонне.

Дополнительно или вместо этого установка может быть выполнена с возможностью подвергать микропузырьки, генерируемые генератором микропузырьков, облучению ультразвуковой энергией, генерируемой ультразвуковым генератором.

Установка может быть рассчитана на технологический газ, который содержит диоксид углерода.

Установка может быть рассчитана на технологический газ, который содержит по меньшей мере приблизительно 50 об.% диоксида углерода.

Установка может быть рассчитана на технологический газ, который состоит, по существу, из диоксида углерода.

Установка может быть выполнена с возможностью отделения углеводородного газа от газа, прошедшего через колонну. В некоторых вариантах осуществления установка может быть выполнена с возможностью отделения метана от газа, прошедшего через колонну.

В соответствии с другим аспектом изобретения, для которого испрашивается правовая охрана,

предлагается установка согласно предыдущему аспекту настоящего изобретения или любого варианта его осуществления, установленная в резервуаре для жидкости, факультативно резервуаре для хранения жидкости.

Факультативно резервуар вмещает жидкость.

Факультативно жидкость снабжена частицами каталитического материала, подвешенного, растворенного или иным образом диспергированного в ней.

Частицы катализатора могут содержать железо, факультативно оксид железа, факультативно гематитсодержащее соединение, причем частицы катализатора факультативно состоят, по существу, из гематита.

Согласно одному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка согласно предыдущему аспекту изобретения или любому варианту его осуществления, установленная так, что она встроена в перерабатывающую установку, факультативно в установку для переработки жидких отходов. Установка может быть выполнена с возможностью обработки жидкости, такой как отработанная жидкость, технологическим газом и ультразвуковой энергией, факультативно для обработки сбросной воды, факультативно канализационных сточных вод. Установка может быть выполнена с возможностью разрушения одного или нескольких биологических видов, таких как организмы, такие как бактериальные или вирусные организмы или другие биологические виды, чтобы уничтожить указанные один или несколько биологических видов. В некоторых вариантах осуществления установка может быть выполнена с возможностью конверсии одной или нескольких химических разновидностей в жидкости в одну или несколько других химических разновидностей.

Согласно другому аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается двигатель, работающий на топливе, в комбинации с установкой, которая выполнена с возможностью использования газов сгорания, генерируемых двигателем, в качестве по меньшей мере части технологического газа установки.

Согласно дополнительному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается способ конверсии технологического газа в один или несколько других газов, включающий введение технологического газа в жидкую среду, содержащуюся в резервуаре;

генерирование микропузырьков технологического газа в жидкой среде так, что указанные микропузырьки проходят через колонну в указанном резервуаре;

пропускание указанного технологического газа через свистковое устройство так, чтобы сгенерировать ультразвуковую энергию;

направление ультразвуковой энергии, генерируемой свистковым устройством, в жидкую среду так, что технологический газ, проходящий через колонну, подвергается воздействию ультразвуковой энергии для того, чтобы конвертировать одну или несколько химических разновидностей-реагентов в одну или несколько химических разновидностей-продуктов; и

сбор указанной одной или нескольких химических разновидностей-продуктов.

Ультразвуковая энергия может генерироваться в результате прохождения потока вытесняющего газа через генератор.

Эта особенность дает то преимущество, что ультразвуковая энергия может генерироваться относительно энергоэффективным способом по сравнению со средствами для генерирования ультразвуковой энергии электрическим путем, как, например, с помощью пьезоэлектрического генератора.

Способ может включать, кроме того, сбор технологического газа, подвергнутого воздействию ультразвуковой энергии.

Способ может включать генерирование ультразвуковой энергии с помощью свисткового устройства генератора путем пропускания вытесняющего газа через это устройство.

Способ может включать подачу вытесняющего газа в жидкую среду после прохождения газа через свистковое устройство.

Факультативно технологический газ образует собой или составляет вытесняющий газ.

Способ может включать принудительное генерирование микропузырьков в жидкой среде и их облучения ультразвуковой энергией, генерируемой ультразвуковым генератором.

Эта особенность дает то преимущество, что может быть вызвана кавитация микропузырьков технологического газа. Установлено, что в случае, если технологический газ содержит диоксид углерода, диоксид углерода может быть конвертирован в углеводород и кислород в процессе облучения ультразвуковой энергией.

Способ может включать вызывание разделения газа, который подвергнут воздействию ультразвуковой энергии, в соответствии с химическими разновидностями с помощью газоразделяющего устройства.

Факультативно принудительное разделение газа включает отделение углеводородных газов от одного или нескольких других газов.

Факультативно принудительное разделение газа включает отделение газообразных углеводородов от одного или нескольких газов, представленных технологическим газом. Например, принудительное разделение газа может включать отделение газообразных углеводородов от газов, которые не являются

газообразными углеводородами. Неуглеводородные газы могут включать один или несколько дополнительных продуктов реакции, полученных в результате конверсии в углеводород, по меньшей мере, некоторой части технологического газа, таких как одно или несколько химических соединений или одна или несколько химических разновидностей, представленных технологическим газом. Дополнительно или вместо этого неуглеводородные газы могут содержать одно или несколько химических соединений или одну или несколько химических разновидностей, которые первоначально были представлены технологическим газом и которые, по существу, не изменились.

Способ может включать возврат отделенных одной или нескольких химических разновидностей, первоначально представленных технологическим газом, в жидкую среду и подвергание отделенных химических разновидностей воздействию ультразвуковой энергии в жидкой среде. В соответствии с другим вариантом или дополнительно способ может включать возврат любых газов и/или жидкостей, которые не нужно удалять из установки в жидкую среду, так что они могут быть подвергнуты воздействию ультразвуковой энергии в жидкой среде.

Факультативно введение технологического газа в жидкую среду включает введение технологического газа в колонну газлифтной насосной установки и принудительное перекачивание жидкой среды через колонну под действием газлифта, причем направление ультразвуковой энергии, генерируемой ультразвуковым генератором, в жидкую среду включает направление ультразвуковой энергии в жидкую среду в колонне, при этом технологический газ, проходящий через колонну, подвергается воздействию ультразвуковой энергии.

Технологический газ может содержать диоксид углерода.

Технологический газ может содержать по меньшей мере приблизительно 10 об.% диоксида углерода.

Факультативно технологический газ может содержать по меньшей мере приблизительно 14 об.% диоксида углерода, кроме того, факультативно по меньшей мере приблизительно 20 об.%, еще, кроме того, факультативно по меньшей мере приблизительно 40 об.% и еще, кроме того, факультативно по меньшей мере приблизительно 50 об.% диоксида углерода.

Технологический газ может состоять, по существу, из диоксида углерода.

Способ может включать отделение газообразного углеводорода от другого газа, прошедшего через колонну. Факультативно способ включает отделение газообразного метана от другого газа, прошедшего через колонну.

Способ может включать отделение одного или нескольких других химических разновидностей, таких как, например, газообразный кислород, от другого газа, прошедшего через колонну.

Способ может включать всасывание жидкой среды в колонну из резервуара для хранения жидкости.

Жидкость может быть снабжена частицами каталитического материала, подвешенными, растворенными или иным способом диспергированными в ней.

Факультативно способ включает осуществление подвешивания, растворения или иным способом диспергирования частиц каталитического материала в жидкости, причем частицы катализатора содержат железо, факультативно оксид железа, факультативно гематитсодержащее соединение, причем частицы катализатора факультативно состоят, по существу, из гематита.

В некоторых вариантах осуществления каталитический материал может содержать CdSe. Установка может содержать средства для подвергания каталитического материала воздействию видимого света, факультативно света с длиной волны свыше приблизительно 420 нм, для стимулирования конверсии диоксида углерода в одно или несколько углеводородных соединений. CdSe может действовать как фотокатализатор, стимулирующий конверсию CO₂. CdSe может действовать в сочетании с кавитацией при коллапсировании пузырьков для стимулирования конверсии диоксида углерода в один или несколько углеводородов. Каталитический материал в некоторых вариантах осуществления может быть представлен в виде катализатора с гетероструктурой CdSe/Pt/TiO₂, такой, как описанная в статье Wang et al., J. Phys. Chem. Lett. 2010, 1, 48-53, содержание которой включено настоящим в данное описание изобретения путем ссылки. Возможно применение также других каталитических материалов дополнительно или вместо этого.

Согласно еще одному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии технологического газа в один или несколько других газов, содержащая средства для введения технологического газа в колонну газлифтного устройства; и

ультразвуковой генератор, приспособленный для генерирования ультразвуковой энергии в ответ на прохождение через него потока вытесняющего газа,

причем установка выполнена с возможностью направления ультразвуковой энергии, генерируемой генератором, в жидкую среду так, что технологический газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии, причем установка приспособлена для обеспечения возможности сбора технологического газа, подвергшегося воздействию ультразвуковой энергии.

Согласно другому аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается способ конверсии технологического газа, содержащего диоксид углерода, в один или несколько углеводородов, факультативно содержащих метан, включающий

введение технологического газа в колонну для вызывания нагнетания жидкой среды в колонну под действием газлифта; и

генерирование ультразвуковой энергии с помощью ультразвукового генератора путем пропускания через него вытесняющего газа, причем способ включает направление ультразвуковой энергии, генерируемой ультразвуковым генератором, в жидкую среду в колонне, при этом технологический газ, проходящий вдоль колонны, подвергается воздействию ультразвуковой энергии, генерируемой генератором, причем способ дополнительно включает улавливание газа, прошедшего через колонну.

Способ может включать генерирование газообразного кислорода в дополнение к одному или нескольким углеводородам.

Газ, прошедший через колонну, может быть подвергнут разделению, посредством которого отделяют от газа, прошедшего через колонну, одну или несколько химических разновидностей-продуктов, образованных, по меньшей мере, частично в результате облучения технологического газа ультразвуковой энергией. Указанные одна или несколько химических разновидностей-продуктов могут включать углеводород, такой как метан.

Согласно другому аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии диоксида углерода в один или несколько углеводородов, например метан, и/или кислород, содержащая

средства для барботирования диоксида углерода в жидкой среде или через жидкую среду; и

средства для подвергания пузырьков диоксида углерода в жидкой среде воздействию ультразвуковой энергии,

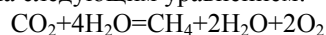
причем установка приспособлена для обеспечения возможности сбора газа, который подвергся воздействию ультразвуковой энергии.

Установка может содержать свистковое устройство, действующее таким образом, что генерирует ультразвуковую энергию при прохождении через него газа. Установка может быть приспособлена для прохождения диоксида углерода через свистковое устройство, чтобы генерировать ультразвуковую энергию.

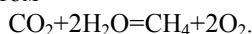
Газ может быть выпущен в жидкую среду после прохождения через свистковое устройство. В соответствии с другим вариантом газ может рециркулировать через свистковое устройство. В соответствии с еще одним другим вариантом газ может быть выпущен в атмосферу. Факультативно газ может храниться в средствах для хранения, таких как, например, сосуд для хранения.

Установка может быть приспособлена для генерирования микропузырьков диоксида углерода в жидкой среде с помощью генератора микропузырьков и подвергания микропузырьков воздействию ультразвуковой энергии. Подвергание микропузырьков воздействию ультразвуковой энергии может быть приспособлено для получения в результате конверсии диоксида углерода, по меньшей мере, в метан и кислород.

Реакция может быть представлена следующим уравнением:



или в соответствии с другим вариантом



Согласно аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии диоксида углерода в один или несколько углеводородов, например метан, и/или кислород, содержащая

средства для барботирования диоксида углерода через жидкую среду; и

средства для подвергания пузырьков в жидкой среде воздействию ультразвуковой энергии,

причем установка приспособлена для обеспечения возможности сбора химических разновидностей, которые подверглись воздействию ультразвуковой энергии. Химические разновидности могут быть представлены в виде жидкости(ей) и/или газа(ов).

Согласно другому аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии диоксида углерода в один или несколько углеводородов (например, включающих метан) и/или кислород, содержащая

средства для подвергания газа, содержащего диоксид углерода, воздействию ультразвуковой энергии, и

средства для сбора газа, который подвергся воздействию ультразвуковой энергии.

Ультразвуковая энергия может генерироваться ультразвуковым свистковым устройством.

Согласно дополнительному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии диоксида углерода в один или несколько углеводородов (например, включающих метан) и/или кислород, содержащая

газлифтную колонну, через которую может перекачиваться жидкая среда под действием газлифта, и устройство для подачи текучей среды, предназначенное для подачи в колонну потока флюида диоксида углерода,

причем установка содержит устройство для генерирования ультразвуковой энергии под действием проходящего через него потока диоксида углерода, причем устройство действует таким образом, что

направляет ультразвуковую энергию в жидкую среду в колонне, тем самым подвергает диоксид углерода воздействию ультразвуковой энергии,

причем установка дополнительно содержит средства для улавливания газа, прошедшего через колонну.

Устройство для генерирования ультразвуковой энергии может содержать свистковое устройство, действующее таким образом, что генерирует ультразвуковую энергию в результате прохождения через него газа. Установка может быть приспособлена для прохождения диоксида углерода через свистковое устройство для генерирования ультразвуковой энергии. Газ может быть выпущен в жидкую среду после прохождения через свистковое устройство.

В соответствии с другим вариантом газ, проходящий через свистковое устройство, может быть повторно подан под давлением через свистковое устройство. Следует понимать, что в некоторых вариантах осуществления изобретения через свистковое устройство дополнительно или вместо диоксида углерода могут быть пропущены газы, отличные от диоксида углерода.

Установка может быть приспособлена для генерирования микропузырьков газа, содержащего или состоящего, по существу, из диоксида углерода в жидкой среде, с помощью генератора микропузырьков и для подвергания микропузырьков воздействию ультразвуковой энергии. Результаты экспериментов показывают, что подвергание микропузырьков, содержащих диоксид углерода, воздействию ультразвуковой энергии при подходящих условиях может приводить к конверсии диоксида углерода в метан и кислород.

Микропузырьки предпочтительно могут быть сформированы таким образом, что имеют диаметр в пределах приблизительно 50 мкм или менее.

Микропузырьки могут быть сформированы таким образом, что имеют диаметр в пределах от приблизительно 1 до приблизительно 50 мкм.

Согласно другому аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии газа, предназначенная для конверсии технологического газа в один или несколько других газов, содержащая

средства для введения технологического газа в жидкую среду; и

ультразвуковой генератор, предназначенный для генерирования ультразвуковой энергии,

причем установка выполнена с возможностью направления ультразвуковой энергии, генерируемой генератором, в жидкую среду так, что технологический газ подвергается воздействию ультразвуковой энергии, при этом установка выполнена с возможностью сбора технологического газа, который подвергается воздействию ультразвуковой энергии.

Согласно дополнительному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается установка для конверсии диоксида углерода в один или несколько углеводородов (например, включающих метан) и/или кислород, содержащая

газлифтную колонну, через которую может перекачиваться жидкая среда под действием газлифта, и устройство для подачи текучей среды, предназначенное для подачи в колонну флюида диоксида углерода,

причем установка содержит устройство для генерирования ультразвуковой энергии, указанное устройство выполнено с возможностью направления ультразвуковой энергии в жидкую среду в колонне, тем самым подвергая диоксид углерода воздействию ультразвуковой энергии,

установка дополнительно содержит средства для улавливания и/или содержания в себе газа, прошедшего через колонну.

Газ в некоторых вариантах осуществления может содержаться в свободном пространстве резервуара для жидкости, по крайней мере, вначале после прохождения через колонну. В соответствии с другим вариантом или дополнительно газ может быть подан непосредственно из колонны в отдельную емкость для хранения или переработки, факультативно через разделяющее устройство. В некоторых вариантах осуществления колонна может быть соединена с трубопроводом или протянута для образования трубопровода, через который газ, проходящий вдоль трубопровода, передается в емкость для хранения или переработки.

Факультативно устройство для генерирования ультразвуковой энергии выполнено с возможностью генерирования ультразвуковой энергии под действием проходящего через него потока газа.

Еще один дополнительный аспект изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, представлен некоторыми вариантами конструктивного исполнения генератора пузырьков самого по себе, предназначенного для применения в вариантах конструктивного исполнения установки для конверсии газа согласно любому из вышеупомянутых аспектов изобретения, а также в других установках для обработки, таких как различные газлифтные насосные установки, например, для циркуляции жидкости в резервуаре для хранения жидкости или балластной цистерне судна.

Соответственно согласно другому аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается генератор пузырьков, предназначенный для генерирования пузырьков, предпочтительно микропузырьков, газа в жидкой среде в установке для обработки, причем генератор пузырьков содержит

формирующую пузырьки часть, предназначенную для размещения в жидкой среде и выполненную с возможностью формирования в ней пузырьков газа;

входную часть, предназначенную для подачи входного потока газа в формирующую пузырьки часть; и

выходную часть, предназначенную для выпуска выходного потока сформированных пузырьков газа из формирующей пузырьки части;

причем формирующая пузырьки часть содержит один или несколько вызывающих вихрь элементов, выполненных с возможностью индуцирования вихря в потоке проходящего через них газа.

Согласно дополнительному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается генератор пузырьков, предназначенный для генерирования пузырьков, предпочтительно микропузырьков, газа в жидкой среде в установке для обработки, причем генератор пузырьков содержит индуцирующую вихрь часть;

входную часть, предназначенную для подачи входного потока газа в индуцирующую вихрь часть; и

выходную часть, предназначенную для выпуска выходного потока пузырьков газа;

причем вызывающая вихрь часть содержит один или несколько индуцирующих вихрь элементов, выполненных с возможностью индуцировать вихрь в потоке проходящего через них газа.

В некоторых вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков указанные один или несколько индуцирующих вихрь элементов могут включать один или несколько, предпочтительно ряд индуцирующих вихрь элементов в виде лопатки, расположенных в пути потока газа между входной частью и выходной частью. Лопатка или каждый элемент в виде лопатки предпочтительно содержит отражающую поверхность, и отражающая поверхность лопатки или каждого элемента в виде лопатки предпочтительно может быть ориентирована так, что она не является параллельной направлению входного потока газа во входной части. Таким образом, входной поток газа, наталкивающийся на отражающую(ие) поверхность(и) элемента(ов) в виде лопатки, вынужден изменять направление в то время как он набегает на элемент(ы) в виде лопатки и проходит мимо него(них), тем самым создавая в пути потока газа завихрение или вихревой эффект во время его прохождения от входной части к выходной части.

В некоторых вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков может быть предусмотрен ряд элементов в виде лопатки и они предпочтительно могут быть расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, в частности, при расположении по окружности, вокруг продольной оси, перпендикулярной направлению входного потока газа во входной части.

В некоторых вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков индуцирующая вихрь часть может содержать элемент в виде колпачка, предназначенный для обеспечения струйного течения газа, поступающего в индуцирующую вихрь часть, по направлению к индуцирующему(им) вихрь элементу(ам). В предпочтительной форме исполнения элемент в виде колпачка может иметь закругленный по радиусу фасонный профиль, выполненный с возможностью уменьшения образования вихревых токов во время прохождения газа в пути потока газа внутри него.

В некоторых вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков может быть предусмотрена, кроме того, ускоряющая часть ниже по потоку относительно одного или нескольких индуцирующих вихрь элементов, предназначенная для ускорения выходного потока газа, в частности в направлении к выходу выходной части, где поток газа входит в жидкую среду в установке. Ускоряющая часть может ограничивать, например, часть пути потока газа, которая содержит конический проход, имеющий внутренний фасонный профиль, который сходится на конус радиально внутрь по направлению к его выходу. Таким образом, вихревой или закрученный поток газа может быть усилен, в результате чего повышается степень кавитации пузырьков газа в жидкой среде, в частности, в предпочтительных практических вариантах конструктивного исполнения, в результате воздействия на них ультразвуковой энергии, предоставляемой одним или несколькими ультразвуковыми генераторами, которые тоже могут присутствовать.

В некоторых практических вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков входная часть, предназначенная для подачи входного потока газа в индуцирующую вихрь часть, может содержать трубопровод, установленный в установке посредством его ближнего конца, например, консольным закреплением, и несущий индуцирующую вихрь часть на его дальнем конце. Трубопровод может поддерживать индуцирующую вихрь часть в жидкой среде на расстоянии от боковой стенки установки, такой как, например, боковая стенка резервуара для хранения, трубопроводной линии или колонны газлифтной насосной установки, факультативно внутри колонны газлифтной насосной установки. Для облегчения поддержания трубопровода, в частности, при условии, что поток жидкой среды в установке или через установку может вызвать действие относительно больших сил на наружную сторону трубопровода, крепление трубопровода в установке может быть усилено с помощью одного или нескольких опорных элементов или ребер, например одного или нескольких упрочняющих ребер, кронштейнов, подпор или аналогичных элементов, введенных между трубопроводом и его местоположением закрепления наглухо на или в установке. В некоторых вариантах конструктивного исполнения направление потока газа в трубопроводе и направление потока жидкости за входной частью могут быть ориенти-

рованы, по существу, перпендикулярно друг другу.

В предпочтительных вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков самого по себе он предпочтительно представляет собой генератор микропузырьков, и это предпочтительно означает, что он выполнен и предназначен для генерирования газовых пузырьков диаметром порядка приблизительно 50 мкм или менее. Генератор пузырьков может быть выполнен с возможностью генерирования пузырьков диаметром в пределах от приблизительно 1 до приблизительно 50 мкм, факультативно в пределах от приблизительно 10 до приблизительно 50 мкм, кроме того, факультативно в пределах от приблизительно 20 до приблизительно 50 мкм.

Дополнительные дающие преимущества особенности вариантов конструктивного исполнения генератора пузырьков согласно этому альтернативному аспекту изобретения будут описаны далее ниже в связи с некоторыми конкретно описанными вариантами осуществления других аспектов изобретения.

Варианты конструктивного исполнения вышеупомянутого генератора пузырьков самого по себе согласно этому альтернативному аспекту изобретения могут быть применены для различных назначений в целом ряде установок для обработки. В некоторых предпочтительных областях применения установка для обработки может представлять собой установку для конверсии газа, и газ представляет собой технологический газ, предназначенный для конверсии с помощью установки в один или несколько других газов. Такая установка для конверсии газа может представлять собой установку для конверсии газа в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения согласно его различным особенностям, которые описаны выше.

Однако в других областях применения установка для обработки может представлять собой газлифтную насосную установку, например газлифтную насосную установку для применения, или когда она применяется в резервуаре для хранения жидкости или балластной цистерне судна, такого как корабль или другое морское или водное судно, например, для циркуляции в ней воды или другой жидкости в процессе для уничтожения бактериальных или небактериальных мешающих водных биовидов (ANS).

Таким образом, согласно другому альтернативному аспекту изобретения, для которого испрашивается правовая охрана, предлагается газлифтная насосная установка, содержащая

колонну, имеющую, по существу, вертикальную при эксплуатации часть, через которую может перекачиваться жидкая среда под действием газлифта; и

генератор пузырьков согласно другому аспекту изобретения, предназначенный для генерирования пузырьков газа в жидкой среде.

Факультативно установка может содержать устройство для подачи газа, предназначенное для подачи потока газа в колонну в первом местоположении колонны, чтобы вызывать перекачивание жидкой среды под действие газлифта.

Генератор пузырьков может быть приспособлен для того, чтобы вызывать образование пузырьков в жидкой среде в то время как она проходит через колонну. В соответствии с другим вариантом генератор пузырьков может быть приспособлен для того, чтобы вызывать образование пузырьков в жидкой среде, которая потом подается в колонну.

В предпочтительных вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутой газлифтной насосной установки в ней может быть дополнительно предусмотрен по меньшей мере один ультразвуковой генератор, выполненный с возможностью подачи ультразвуковой энергии к газовым пузырькам, образованным с помощью генератора пузырьков. Такие один или несколько генераторов ультразвуковой энергии могут представлять собой любые из генераторов ультразвуковой энергии, охарактеризованных в данном описании изобретения в связи с вариантами осуществления других особенностей изобретения применительно к установкам для конверсии газа.

Газлифтная установка может быть представлена установкой для обработки балластной воды или может образовывать по меньшей мере ее часть. Установка может быть установлена на борту судна. Установка может быть выполнена с возможностью обработки балластной воды одной или нескольких балластных цистерн. Установка может быть выполнена с возможностью генерирования микропузырьков в балластной воде и факультативно подвергания микропузырьков в балластной воде воздействию ультразвуковой энергии. Микропузырьки могут содержать дымовой газ корабля, факультативно газ сгорания и содержать диоксид углерода. Газ, применяемый генератором микропузырьков для генерирования микропузырьков, может иметь концентрацию кислорода ниже 2%, факультативно ниже 1,5%, еще факультативно ниже 1%. Концентрация кислорода может быть выше 0,1%. Концентрация кислорода в некоторых вариантах осуществления может составлять приблизительно 0,5% или приблизительно 0,6%.

В предпочтительных вариантах конструктивного исполнения вышеупомянутой газлифтной насосной установки формирующая пузырьки часть генератора пузырьков предпочтительно может быть установлена, по существу, коаксиально внутри колонны.

Варианты конструктивного исполнения вышеупомянутой газлифтной установки могут иметь самые разные формы исполнения. Некоторые конкретные формы исполнения, которые могут быть использованы, - это те, которые раскрыты и проиллюстрированы в совместно рассматриваемой международной заявке WO 2013/093527 авторов настоящего изобретения, содержание описания изобретения и графических материалов этой опубликованной заявки в полном объеме включено настоящим в неявной форме в

данный документ посредством ссылки на них.

В пределах объема данной заявки явно предполагается, что различные особенности, варианты осуществления, примеры и альтернативные решения, изложенные в предыдущих абзацах, в формуле изобретения и/или в приведенных ниже описании и графических материалах и, в частности, их отдельные признаки, могут быть получены независимо или в любой комбинации. Признаки, описанные в связи с одним вариантом осуществления, применимы ко всем вариантам осуществления, если только в явной форме не указано особо или же такие признаки являются несовместимыми.

Краткое описание графических материалов

Ниже, исключительно в качестве примера, приведено описание различных вариантов осуществления изобретения согласно его различным особенностям со ссылкой на прилагаемые графические материалы, в которых

на фиг. 1 представлено схематическое изображение установки согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 представлено схематическое изображение генератора микропузырьков согласно варианту осуществления настоящего изобретения в (а) виде в поперечном разрезе вдоль, по существу, горизонтальной оси и (b) виде, если смотреть сверху вниз колонны установки;

на фиг. 3 представлено схематическое изображение размещения ультразвуковых генераторов, применяемых в установке по фиг. 1, в (а) виде сбоку и (b) виде, если смотреть вдоль направления потока текучей среды вдоль колонны установки;

на фиг. 4 показаны (а) вид сбоку свисткового устройства, предназначенного для применения в установке согласно варианту осуществления изобретения, и (b) вид в поперечном разрезе вдоль того же направления обзора, что и в виде (а);

на фиг. 5 показан конвертер согласно следующему варианту осуществления изобретения в (а) виде в разрезе и (b) виде сверху;

на фиг. 6 показан генератор микропузырьков варианта осуществления изобретения по фиг. 5;

на фиг. 7 показан ультразвуковой генератор варианта осуществления изобретения по фиг. 5;

на фиг. 8 представлен вид в увеличенном масштабе элемента в виде сопла варианта осуществления изобретения по фиг. 7 в (а) виде сбоку, (b) виде вдоль направления V1 на виде (а) и (с) виде в разрезе вдоль линии В-В на виде (b);

на фиг. 9 представлена функциональная блок-схема системы обработки отходящего газа котла согласно варианту осуществления настоящего изобретения, приспособленной для обработки отходящих газов котлов электростанций; и

на фиг. 10 представлено схематическое изображение следующего варианта конструктивного исполнения газлифтной насосной установки, в которой имеется генератор микропузырьков варианта осуществления изобретения по фиг. 6.

Подробное описание вариантов осуществления изобретения

На фиг. 1 представлено схематическое изображение установки 100 для конверсии газа согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Установка 100 по фиг. 1 выполнена с возможностью конверсии технологического газа диоксида углерода в газообразный метан и газообразный кислород.

Установка 100 имеет компрессор 105, предназначенный для сжатия технологического газа диоксида углерода, подаваемого в установку 100 из внешнего источника. Технологический газ, который сжат с помощью компрессора 105, подается в часть 115 в виде конвертера установки 100, которая расположена внутри бака 110 для хранения жидкости. Бак 110 вмещает количество воды, достаточное для нахождения части 115 в виде конвертера, по существу, в погруженном состоянии. Возможно также использование жидкостей, отличных от воды. Жидкость может содержать одну или несколько добавок для того, чтобы стимулировать конверсию газа, ингибирования коррозии и/или ингибирования бактериального роста.

Часть 115 в виде конвертера имеет часть 120 в виде генератора микропузырьков, соединенную с вертикальным трубопроводом или колонной 125. Часть 120 в виде генератора микропузырьков выполнена с возможностью приема технологического газа диоксида углерода на вводе 130G для газа и жидкости из бака 110 на вводе 120L для жидкости. Как описано более подробно ниже, часть 120 в виде генератора микропузырьков генерирует микропузырьки и обеспечивает возможность их подъема вверх в колонне 125.

Колонна 125 снабжена частью 140 в виде ультразвукового генератора в своей нижней части. Часть 140 в виде ультразвукового генератора имеет ряд свистковых устройств 150, которые генерируют ультразвуковую энергию, когда через них нагнетается сжатый газ. Ультразвуковая энергия вызывает кавитацию микропузырьков, поднимающихся вверх через часть 125 в виде колонны, которая приводит к конверсии по меньшей мере части оксида углерода в метан и кислород.

Газ в колонне, поднимающийся вверх через часть 140 в виде ультразвукового генератора, выпускается из колонны 140 на ее свободном конце 140E и поднимается до свободного пространства 110H бака 110 над уровнем 110LL жидкости в баке 110. Поэтому в свободном пространстве 110H собирается смесь метана, кислорода и неконвертированного диоксида углерода. В некоторых вариантах осуществления в свободном пространстве 110H, дополнительно или вместо этого, могут собираться один или несколько

других углеводородов.

Бак 110 имеет первое и второе выпускные отверстия 110G1, 110G2 для газа, которые соединяются с баком 110 через верхнюю стенку 110U бака 110 на уровне, который выше максимального ожидаемого уровня жидкости в баке 110 при эксплуатации.

Первое выпускное отверстие 110G1 для газа соединено с частью 190 в виде газоразделительного устройства, а второе выпускное отверстие 110G2 для газа соединено с входом компрессора 105. Поэтому происходит рециркуляция газа, выходящего из бака 110 через второе выпускное отверстие 110G2 для газа, через часть 115 в виде конвертера. Эта особенность дает возможность понизить концентрацию диоксида углерода в свободном пространстве 110Н и, тем самым, уменьшить количество газа из свободного пространства 110Н, которое должно быть обработано разделительным устройством 190, чтобы получить определенное количество метана. Относительные количества газа, который проходит из свободного пространства 110Н в компрессор 105 и разделительное устройство 190, могут регулироваться, чтобы регулировать концентрацию диоксида углерода и одного или нескольких других газов в свободном пространстве 110Н.

Генератор микропузырьков.

Часть 120 в виде генератора микропузырьков установки 100 по фиг. 1 представляет собой генератор 120 микропузырьков циклонного типа. Он приспособлен для того, чтобы индуцировать вихрь в жидкости, проходящей в сдвигающей пузырьки части 130 генератора 120. Вихрь индуцируется для того, чтобы стимулировать образование микропузырьков в жидкости, проходящей через сдвигающую пузырьки часть 130.

Часть 120 в виде генератора микропузырьков более детально показана на фиг. 2. На фиг. 2(a) представлен вид в поперечном разрезе части 120 в виде генератора, если смотреть перпендикулярно оси А цилиндра части 120 в виде генератора микропузырьков. На фиг. 2(b) представлен вид вдоль оси А цилиндра, если смотреть вдоль направления, указанного стрелкой В.

Часть 120 в виде генератора снабжена вводом 120L для жидкости, предназначенным для обеспечения возможности прохождения в часть 115 в виде конвертера жидкости, находящейся в баке 110. Как видно из фиг. 2(a), жидкость, поступающая в часть 120 в виде генератора через ввод 120L, поступает в направлении, проходящем, по существу, по касательной к внутренней стенке части 120 в виде генератора. Эта особенность стимулирует вихревой поток жидкости через часть 120 в виде генератора.

Жидкость, проходящая через часть 120 в виде генератора микропузырьков, вынуждена проходить через узкий проход или часть 121 в виде канала Вентури. Часть 121 в виде канала Вентури имеет сужающийся участок С, представляющий собой участок, на котором площадь поперечного сечения части 140 в виде генератора уменьшается по мере удаления от ввода 120L для жидкости, местное сужение Т, по существу, с постоянным поперечным сечением, расположенное непосредственно за сужающимся участком С, ниже по потоку, и расширяющийся участок D с увеличивающимся поперечным сечением, расположенный непосредственно за сужающимся участком С, ниже по потоку.

В местном сужении Т части 121 в виде канала Вентури имеются впускные отверстия 123 для газа, которые предназначены для обеспечения возможности инъекции газа в жидкость, проходящую через местное сужение Т. Впускные отверстия 123 расположены в отстоящих друг от друга местоположениях по окружности местного сужения Т, при этом соседние впускные отверстия 123, по существу, равноудалены друг от друга. В показанном варианте конструктивного исполнения имеются 12 впускных отверстий 123. Возможно также применение впускных отверстий 123 в другом количестве и других вариантов расположения впускных отверстий 123.

Предусмотрено, что жидкость, проходящая через часть 121 в виде канала Вентури, вызывает сдвиг пузырьков газа, образующихся в жидкости, проходящей через часть 120 в виде генератора. Пузырьки образуются в то время как через впускные отверстия 123 инжектируется газ. Сдвиг пузырьков вызывает уменьшение размера пузырьков по сравнению с постоянным размером пузырьков газа, образованных в неподвижной жидкости. Часть 120 в виде генератора микропузырьков такого типа, как показанный на фиг. 2, как установлено, с высокой эффективностью обеспечивает получение стабильного потока микропузырьков в части 115 в виде конвертера.

Ультразвуковой генератор.

Часть 115 в виде конвертера выполнена с возможностью подачи при эксплуатации потока жидкости с захваченными в нем микропузырьками технологического газа от части 120 в виде генератора микропузырьков к части 140 в виде ультразвукового генератора.

Часть 140 в виде ультразвукового генератора более детально показана на фиг. 3. На фиг. 3(a) показана часть 140 в виде ультразвукового генератора в виде сбоку, а на фиг. 3(b) показана часть 140 в виде ультразвукового генератора, если смотреть на него вдоль оси А сверху. Часть 140 в виде ультразвукового генератора содержит две линейные цепочки свистковых устройств соответственно 141АА, 141АВ. Каждая цепочка имеет четыре пары свистковых устройств 141, при этом одно устройство каждой пары установлено выше, по существу, горизонтальной линии GA, GB подачи газа, а другое установлено ниже нее. Газ, проходящий вдоль каждой линии GA, GB подачи газа, вынужден проходить через свистковые устройства 141, причем газ выпускается в жидкость внутри колонны 125.

Как видно из фиг. 4, каждое свистковое устройство 141 имеет часть в виде камеры 141С, которая образует также корпус свисткового устройства. С корпусом 141С свисткового устройства соединены элемент 141N в виде сопла и элемент 141R в виде приемника. Корпус 141С свисткового устройства приспособлен для поддержания элемента 141R в виде приемника, по существу, неподвижно на расстоянии от элемента 141 N в виде сопла коаксиально относительно него. Элемент 141N в виде сопла показан соединенным с насадкой 141GH для подвода газа, которая является составной частью соответствующей линии GA, GB подачи газа.

Элемент 141N в виде сопла предназначен для направления потока технологического газа через отверстие 141RO элемента 141R в виде приемника в открытую полость 141RC, ограниченную элементом 141R в виде приемника. Элемент 141R в виде приемника выполнен с возможностью ввинчивания в резьбовое отверстие в корпусе 141С свисткового устройства, обеспечения тем самым соединения элемента 141R в виде приемника с корпусом 141С свисткового устройства. Элемент 141R в виде приемника, таким образом, приспособлен для закрывания одного конца камеры 141С. Поток газа от элемента 141N в виде сопла к полости 141RC приводит к генерированию ультразвуковой энергии подобно свистковому устройству Гартмана. Возможно также применение других свистковых устройств.

Расстояние между отверстием 141RO элементом 141R в виде приемника и соплом 141N может регулироваться с помощью винтовой резьбы путем вращения элемента 141R в виде приемника.

В некоторых устройствах глубину D полости 141RC, ограниченную элементом 141R в виде приемника, можно регулировать. В некоторых устройствах регулировка осуществляется посредством дополнительного регулировочного винта, например, путем регулировки положения винта, ограничивающего на одном конце внутреннюю донную поверхность полости 141 RC. Этот признак имеет преимущество, заключающееся в возможности оптимизации количества акустической энергии, вырабатываемой устройством 141. Частота акустической энергии (то есть частота звуковых волн, генерируемых устройством 141) в некоторых вариантах осуществления может регулироваться путем регулировки глубины D.

Корпус 141С свисткового устройства представляет собой, по существу, трубчатую гильзу, коаксиальную относительно элемента 141N в виде сопла и элемента 141R в виде приемника, причем гильза имеет два образованных в ней отверстия 141А для того, чтобы поток газа от элемента 141N в виде сопла выходил из корпуса 141С и попадал в жидкость в колонне 125. Вследствие этого свистковые устройства 141 действуют как устройства для подачи газа, подающие поток газа в жидкость в колонне. В жидкости газ поднимается вверх, принудительно перекачивая жидкость через часть 115 в виде конвертера под действием газлифта.

Газ, применяемый для приведения в действие ультразвукового генератора, может упоминаться как вытесняющий газ. Вытесняющий газ может быть того же самого типа и, факультативно, из того же источника, что и технологический газ. В соответствии с другим вариантом вытесняющий газ может быть отличным от него газом.

В некоторых вариантах осуществления технологический газ может представлять собой продукт реакции горения. Технологический газ может содержать приблизительно 13-14% или другое количество диоксида углерода в зависимости от условий горения, остальное составляют азот, оксиды серы (SO_x) и оксиды азота (NO_x). Например, технологический газ может быть подан от электростанции, работающей на угле, мазуте или газе. В некоторых вариантах осуществления технологический газ может представлять собой дымовой газ корабля. Могут использоваться также другие источники газа, содержащего диоксид углерода, например отходящий газ от двигателя внутреннего сгорания.

В некоторых альтернативных вариантах осуществления установка выполнена таким образом, что вытесняющий газ не выпускается в жидкость в колонне. В некоторых вариантах осуществления вытесняющий газ может быть повторно сжат и рециркулировать через свистковые устройства 141.

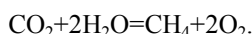
Реакция конверсии.

Очевидно, что подвергание микропузырьков диоксида углерода воздействию ультразвуковой энергии в колонне 125 части 110 в виде конвертера вызывает коллапсирование пузырьков, приводящее к быстрому и чрезмерному нагреванию газа и образованию свободных радикалов. Считается, что в результате этого происходит конверсия диоксида углерода в метан и кислород в соответствии с уравнением, приведенным ниже.

Реакция может быть представлена следующим уравнением:



или, альтернативно,



В некоторых вариантах осуществления может быть предусмотрено наличие катализатора для катализа реакции. Катализатор может быть представлен в виде макрочастиц, причем частицы катализатора находятся во взвешенном состоянии в жидкой среде в баке 110. В некоторых вариантах осуществления частицы катализатора содержат железо или его оксид. В некоторых вариантах осуществления могут применяться частицы гематита или гематитсодержащая частица.

Варианты осуществления настоящего изобретения имеют ту особенность, что один или несколько газов, которые могут оказывать вредное воздействие на окружающую среду, такие как диоксид углерода,

могут быть легко и с помощью энергоэффективного процесса конвертированы в полезные виды. Генерирование ультразвуковой энергии с помощью потока сжатого газа позволяет создать более надежную и гибкую в эксплуатации установку, чем другие способы генерирования ультразвуковой энергии, такие как, например, электрические преобразователи.

Варианты осуществления настоящего изобретения могут найти применение для конверсии диоксида углерода, присутствующего в газах сгорания, выделяемых электростанциями, в газообразные кислород и метан. Газообразный кислород, образующийся в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, может выпускаться в окружающую среду или храниться в баллонах для газообразного кислорода и применяться или поступать в продажу, например, как промышленный технологический газ.

Газообразный метан, который образуется, может быть использован в качестве топлива или по любому другому назначению, как например, при переработке химических веществ.

Следует понимать, что в некоторых вариантах осуществления не осуществляется рециркуляция газа, который пропущен через колонну 125. В некоторых вариантах осуществления подача газа в разделительное устройство 190 производится без рециркуляции. В некоторых вариантах осуществления газ, который пропущен вдоль колонны 125, не подается в разделительное устройство 190. В некоторых вариантах осуществления газ хранится в резервуаре для хранения.

Следует понимать, что приведение в действие установки для конверсии газа согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения может осуществляться посредством электрической энергии, генерируемой возобновляемым источником такой энергии, как солнечная энергия. Следует понимать, что в некоторых вариантах осуществления технологический газ может подводиться к установке под давлением, достаточно высоким для приведения в действие свистковых устройств ультразвукового генератора без необходимости сжимать газ, так что компрессор 105 не требуется. Кроме того, технологический газ может подводиться под давлением, являющимся достаточно высоким для обеспечения возможности приведения в действие компрессора для осуществления сжатия газа, подвергающегося рециркуляции через колонну 125, после всасывания его из свободного пространства 110Н, в результате чего для обеспечения работы компрессора 105 требуется небольшая или, по существу, не требуется дополнительная мощность.

В некоторых вариантах осуществления газ, собирающийся в свободном пространстве 110Н, представляет собой смесь метана и кислорода и, по меньшей мере, в некоторых вариантах осуществления может быть в таком виде, что он может быть использован в качестве топлива или в технологическом процессе без необходимости отделения метана и кислорода. В тех вариантах осуществления, в которых в свободном пространстве 110Н присутствует остаточный технологический газ диоксид углерода, концентрация диоксида углерода может быть понижена путем осуществления рециркуляции газа через компрессор 105 до тех пор, пока концентрация не будет достаточно низкой для того, чтобы можно было использовать газ в качестве топлива или в конкретном технологическом процессе. Возможно также применение других устройств.

В некоторых альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения могут применяться другой генератор микропузырьков и/или другой ультразвуковой генератор.

Один альтернативный вариант конструктивного исполнения части в виде конвертера, обозначенный позицией 215, показан на фиг. 5. Часть 215 в виде конвертера по фиг. 5 имеет другой генератор 220 микропузырьков и другой ультразвуковой генератор 240. Признаки, которые являются аналогичными в варианте осуществления по фиг. 5 признакам варианта осуществления по фиг. 1, обозначены аналогичными позициями, увеличенными на 100.

На фиг. 5 показана часть 215 в виде конвертера в виде в разрезе А-А на фиг. 5(b). На фиг. 5(b) показана часть 215 в виде конвертера в виде сверху. Часть 215 в виде конвертера имеет колонну 225, которая имеет в своем основании ввод 220L для жидкости, предназначенный для обеспечения возможности всасывания или перекачивания жидкости в колонну от ее нижнего конца.

Вариант осуществления по фиг. 5(a) представлен, по существу, с соблюдением масштаба, при этом длина L1 равна приблизительно 160 мм и длина L2 равна приблизительно 1100 мм. Возможно также применение других размеров.

Генератор 220 микропузырьков установлен над вводом 220L и содержит фланец 220F1, предназначенный для соединения генератора 220 с соответствующим фланцем 225F1 колонны 225. Следует понимать, что колонна 225 может быть расположена с любой требуемой ориентацией. В данном варианте осуществления колонна 225 расположена, по существу, в вертикальном направлении, при этом ось А цилиндра колонны 225 проходит, по существу, вертикально. В варианте осуществления по фиг. 5 фланец 220F1 генератора 220 микропузырьков расположен, по существу, в вертикальной плоскости.

Как показано на фиг. 6(a), генератор 220 микропузырьков имеет трубопровод 230GB для газа, который проходит через фланец 220F1 и неподвижно соединен с ним. Трубопровод 230GB берет начало от фланца 220F1 и проходит, по существу, перпендикулярно фланцу 220F1 и коаксиально относительно него, и он образует конструкцию в виде грузовой стрелы, поддерживающую барботер 221 на свободном конце стрелы. К фланцу 220F1 на одном конце прикреплены две вертикальные части 230W в виде ребра жесткости, которые проходят вдоль и соединены с трубопроводом 230GB вдоль значительной части

длины трубопровода 230GB. Части 230W в виде ребра жесткости расположены непосредственно выше и ниже трубопровода 230GB и служат для придания жесткости и прочности трубопроводу 230GB. Следует понимать, что поток жидкости, проходящий мимо трубопровода 230GB внутри колонны 225, может вызывать действие на трубопровод 230GB немалой по величине силы. Наличие частей 230W в виде ребра жесткости поэтому служит для того, чтобы, по меньшей мере, частично, уменьшить изгибание трубопровода 230GB. Части 230W в виде ребра жесткости расположены, по существу, параллельно потоку жидкости вдоль направления, параллельного оси А цилиндра колонны 225.

Барботер 221 имеет корпус 221Н, ограничивающий открывающуюся вниз полость, в которой находится полый элемент 221D в виде колпачка, представляющий собой куполообразный или чашеобразный элемент, имеющий закругленный по радиусу внутренний фасонный профиль. Элемент 221D в виде колпачка расположен над потоком технологического газа в барботер 221 и предназначен для содействия направлению газа, который поступает в барботер 221, вниз к элементу 221I в виде вставки, который описан ниже. Закругленный по радиусу внутренний профиль элемента 221D в виде колпачка служит для уменьшения образования завихрения в корпусе 221Н, когда технологический газ проходит в элемент 221D в виде колпачка.

Технологический газ, поступающий в барботер 221, вынужден проходить в направлении вниз через, по существу, цилиндрический полый элемент 221I в виде вставки, который приспособлен для осуществления его скользящей посадки внутри корпуса 221Н барботера 221 путем введения снизу (по отношению к показанной ориентации) во время сборки. Элемент 221I в виде вставки снабжен пятью индуцирующими завихрение или вихрь вертикальными элементами 221IB в виде лопатки, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга по окружности его верхнего периферийного края. Также могут быть использованы другие номера элементов 221IB в виде лопатки. Элементы 221IB в виде лопатки расположены соосно продольной оси цилиндра трубопровода 230GB так, что их отражающие поверхности расположены непосредственно в пути потока технологического газа, проходящего из трубопровода 230GB в корпус 221Н. Элементы 221IB в виде лопатки расположены симметрично по окружности вокруг продольной оси, перпендикулярной к направлению потока технологического газа, проходящего из трубопровода 230GB в корпус 221Н. Поэтому технологический газ, поступающий в барботер 221, наталкивается непосредственно на поверхности элементов 221IB в виде лопатки, в результате чего начинает образовываться вихрь внутри барботера 221. То есть путь потока технологического газа приобретает вихревой характер. Технологический газ вынужден проходить вниз через проход для текучей среды, ограниченный элементом 221I в виде вставки. Проход имеет форму конуса, сходясь на конус в направлении внутрь таким образом, что проход сужается от его верхнего конца к его нижнему концу. Следовательно, скорость прохождения технологического газа в направлении вниз, удаляясь от элементов 221IB в виде лопатки, увеличивается в функции расстояния от элементов 221IB в виде лопатки.

На нижнем конце элемента 221I в виде вставки имеется крышка 221AP с цилиндрическим отверстием, которая навинчивается на свободный конец корпуса 221Н, обеспечивая удержание элемента 221I в виде вставки внутри корпуса 221Н. Элемент 221AP в виде крышки с отверстием имеет отверстие 221APA, выполненное в его передней части 221APH, коаксиальное относительно корпуса 221Н. Отверстие 221APA обеспечивает возможность выпуска потока технологического газа из барботера 221 в ту жидкость, в которую погружен барботер 221. Та особенность, что вызывается вихревой поток технологического газа и затем это приводит к его движению с ускорением вдоль элемента 221I в виде вставки, показывает, что газ может инжектироваться в жидкость в колонне 225 со сравнительно высокой скоростью и с вихрем или вращением вокруг продольной оси с высокой интенсивностью. Заявителем настоящего изобретения установлен тот факт, что в результате инъекции газа в жидкость таким образом может быть обеспечено, что образовавшиеся в результате этого газовые пузырьки будут иметь особо малый размер и в некоторых вариантах осуществления менее 50 мкм в диаметре, в результате чего достигается тщательное перемешивание газа с жидкостью в колонне 225. Кроме того, как установлено, газовые пузырьки являются устойчивыми и остаются, по существу, с одинаковым размером в то время как они втягиваются или принудительно подаются вверх по направлению к ультразвуковому генератору 240 в потоке жидкости в направлении вверх через колонну 225.

В варианте осуществления по фиг. 6 барботер 221 установлен, по существу, коаксиально относительно колонны 225 так, что его ось цилиндра (по существу, совпадающая с осью цилиндра элемента 221I в виде вставки и крышки 221AP с отверстием), по существу, совпадает с осью цилиндра колонны 225. Возможно применение других вариантов расположения. Однако установлено, что при расположении барботера 221 так, что он, по существу, центрирован относительно колонны 225, может быть установлен относительно однородный поток микропузырьков по отношению к поперечному сечению колонны.

На фиг. 7 более детально показан ультразвуковой генератор 240. На фиг. 7(a) представлен вид в перспективе генератора 240, а на фиг. 7(b) представлен внешний вид одного из 19 свистковых устройств 241, которые входят в состав генератора 240. На фиг. 7(c) показано устройство 241 в разрезе по В-В на фиг. 7(b), а на фиг. 7(d) представлен вид в перспективе устройства 241. Признаки, являющиеся аналогичными в устройстве по фиг. 7 признакам устройства по фиг. 4, обозначены аналогичными позициями,

увеличенными на 100.

Как видно из фиг. 7(а), 16 свистковых устройств расположены по окружности вокруг колонны 225 части 215 в виде конвертера и три расположены в отстоящих друг от друга местоположениях вдоль диаметра колонны 225, причем при эксплуатации они обращены в сторону, противоположную направлению потока жидкости через колонну 225. Возможно также применение свистковых устройств в другом количестве и возможны также другие варианты расположения свистковых устройств. В показанном варианте осуществления свистковые устройства 241 расположены таким образом, что, по существу, вся текучая среда, проходящая вдоль колонны 225, проходит в пределах 50 мм участка корпуса по меньшей мере одного свисткового устройства 241. Это сделано для обеспечения подвергания микропузырьков, захваченных в текучей среде, воздействию ультразвукового излучения достаточно высокой интенсивности. Возможно также применение других расстояний.

Как и свистковое устройство 141 варианта осуществления, проиллюстрированного на фиг. 4, свистковое устройство 241 по фиг. 7 имеет камеру 241С, которая образует собой резьбовой корпус с внутренней резьбой свисткового устройства. С корпусом 241С свисткового устройства посредством соответствующих винтовых резьб соединены элемент 241N в виде сопла и элемент 241R в виде приемника. Элемент 241R в виде приемника в показанном варианте осуществления, по существу, полностью размещен внутри корпуса 241С свисткового устройства и расположен, по существу, неподвижно на некотором расстоянии от элемента 241N в виде сопла и ориентирован, по существу, коаксиально относительно него. В показанном варианте осуществления элемент 241N в виде сопла выполнен как единое целое из того же компонента, что и соединительная головка 241GHC для подачи газа. Соединительная головка 241GHC снабжена внутренней резьбой, обеспечивающей возможность соединения элемента 241N в виде сопла с головкой для подачи газа. Наружная резьба позволяет соединять элемент 241N в виде сопла с корпусом 241С свисткового устройства.

На фиг. 8 показаны элемент 241N в виде сопла и соединительная головка 241GHC для подачи газа, отделенные от корпуса 241С. Фиг. 8 выполнена, по существу, с соблюдением масштаба, и в данном варианте осуществления длина L1 равна 40 мм и диаметр DGHC равен приблизительно 31 мм. Возможно применение также других размеров.

Как показано на фиг. 8, элемент 241N в виде сопла имеет элемент в виде разделяющей поток лопатки, который может быть также описан как турбулизатор 241NT. Турбулизатор 241NT представляет собой, по существу, плоский прямоугольный элемент, предназначенный для деления газа, выходящего из элемента 241N в виде сопла, на две половины. Наличие турбулизатора 241NT, как установлено, обеспечивает возможность настройки частоты ультразвуковой энергии, генерируемой свистковым устройством 241, по существу, на постоянную воспроизводимую частоту. В некоторых вариантах осуществления частота заключена в диапазоне от приблизительно 20 до приблизительно 30 кГц, факультативно в диапазоне от приблизительно 20 до приблизительно 26 кГц. Дополнительно или вместо этого могут быть также применены другие частоты, свыше 30 и/или ниже 20 кГц. Протяженность LNT турбулизатора 241NT относительно продольной оси А элемента 241N в виде сопла (которая при эксплуатации, по существу, такая же, как у колонны 125) составляет приблизительно 1 мм. Возможно также применение других размеров, и подходящее значение протяженности турбулизатора 241NT может быть определено эмпирическим путем специалистом в данной области техники.

Элемент 241N в виде сопла предназначен для направления потока газа через элемент 241N в виде сопла в открытую полость 241RC, ограниченную элементом 241R в виде приемника. Поток газа, попадающий из элемента 241N в виде сопла в полость 241RC, приводит к генерированию ультразвуковой энергии подобно свистковому устройству Гартмана. Газ, проходящий через свистковое устройство 241, выходит из этого устройства через отверстие 241А в корпусе 241С свисткового устройства, способствуя газлифту в колонне 225.

В показанном варианте осуществления свистковые устройства 241 могут быть настроены на генерирование ультразвуковой энергии, имеющей частоту в диапазоне от 20 до приблизительно 26 кГц. В некоторых вариантах осуществления, как отмечено выше, могут быть применены более высокие частоты. Следует понимать, что специалист в данной области техники будет способен определить оптимальное давление газа для приведения в действие свистковых устройств и оптимальное расстояние между элементом 241N в виде сопла и элементом 241R в виде приемника для генерирования ультразвуковой энергии с подходящими частотой и амплитудой. Заявителем настоящего изобретения установлено, что при применении свистковых устройств 241 на глубине 2 м или более ниже уровня поверхности пресной воды и давлении технологического газа 1-4 бар, факультативно в пределах 1-5 бар, может генерироваться ультразвуковая энергия с подходящими амплитудой и частотой путем подходящей регулировки расстояния между элементом 241N в виде сопла и полостью 241RC. Расстояние между элементом 141R в виде приемника и соплом 141N может регулироваться с помощью винтовой резьбы путем вращения элемента 141R в виде приемника. В некоторых вариантах осуществления вытесняющий газ, предназначенный для приведения в действие свистковых устройств 241, подается при давлении приблизительно 1,5 бар к свистковым устройствам 241, находящимся на глубине 2 м ниже уровня жидкости в баке 110 для хранения жидкости. В некоторых вариантах осуществления возможно применение давлений выше 5 бар.

Варианты осуществления настоящего изобретения, как установлено, обеспечивают возможность высокоэффективного образования микропузырьков в жидкости в колонне части 115, 215 в виде конвертера. Когда микропузырьки подвергаются воздействию ультразвуковой энергии с помощью ультразвукового генератора, имеет место кавитация микропузырьков. Считается, что, если микропузырьки содержат диоксид углерода, кавитация при коллапсировании микропузырьков приводит к конверсии диоксида углерода в газообразный углеводород и кислород, как описано выше.

В некоторых вариантах осуществления может образовываться газообразный метан. В некоторых вариантах осуществления дополнительно или вместо этого могут образовываться одно или несколько других углеводородных соединений. Например, в некоторых вариантах осуществления в дополнение к метану или вместо него могут быть получены метанол и/или этанол. В некоторых вариантах осуществления дополнительно или вместо этого могут быть получены другие алканы, такие как этан, пропан и один или несколько других алканов. Для стимулирования образования конкретных продуктов в жидкость, находящуюся в баке 110, 210 для хранения жидкости, могут быть введены один или несколько каталитических материалов.

Неуглеводородные газы могут быть получены только в некоторых вариантах осуществления.

На фиг. 9 представлена функциональная блок-схема, показывающая электростанцию 380, работающую на угле, мазуте или газе, соединенную с установкой 300 для конверсии отходящего газа котла, которая выполнена с возможностью конверсии технологического газа, содержащего диоксид углерода, в газообразный метан и газообразный кислород. Установка 300 имеет резервуар 310 для хранения жидкости, в котором имеется три, по существу, таких части 215 в виде конвертера, как описанные и проиллюстрированные применительно к фиг. 5(а)-8. Для частей 215 в виде конвертера могут быть применены другие номера, такие как 1, 2, 4, 5, 10 или любой другой подходящий номер.

Установка 300 рассчитана на прием технологического газа в виде отходящего газа котла электростанции и на прохождение газа вначале через скруббер 381 для охлаждения газа. Скруббер 381 охлаждает газ с помощью системы водяного охлаждения и в дополнение к этому удаляет частицы, которые находятся в газе во взвешенном состоянии, такие как сажевые частицы. В некоторых вариантах осуществления дополнительно или вместо этого может производиться удаление одного или нескольких других компонентов газа, таких как SO_x и/или NO_x .

Затем технологический газ проходит через систему 382 для сжатия газа перед его пропуском или непосредственно к частям 215 в виде конвертера или к частям 215 в виде конвертера через разделительную систему 383 для отделения азота. Разделительная система 383 предназначена для отделения от технологического газа газообразного азота. Разделительная система 383 может содержать мембранную разделительную систему, факультативно разделительную систему на основе полых волоконных мембран (HFMS), выполненную с возможностью удаления азота. Отделенный азот пропускается к выходной системе 384 для манипулирования газообразным азотом, с помощью которого азот может быть выпущен в атмосферу, храниться или использоваться по одному или нескольким другим назначениям. Остаточный газ подается в части 215 в виде конвертеров.

Как описано выше, резервуар для хранения имеет три части 215 в виде конвертера, каждая из которых предназначена для генерирования микропузырьков технологического газа в его колонне 225, которая погружена в жидкость в резервуаре 310 для хранения. Части 215 в виде конвертера приспособлены для подвергания микропузырьков воздействию высокоинтенсивного ультразвукового излучения. Газ, прошедший через колонну 225 по меньшей мере одной из частей 215 в виде конвертера, отбирается из бака 310 для жидкости и подается в компрессорную систему 388 для сжатия газа. Установка 300 обеспечивает возможность подачи газа непосредственно в систему 388 для сжатия газа или для подачи в систему 388 для сжатия газа через систему 386 для отделения азота. Если установка 300 действует таким образом, что газ подается в систему 388 для сжатия газа через разделительную систему 386 для отделения азота, азот, отделенный от газа с помощью разделительной системы 386 для отделения азота, подается в выходную систему 387 для манипулирования газообразным азотом, где могут осуществляться выпуск азота в атмосферу, его хранение или применение по одному или нескольким другим назначениям.

В некоторых сценариях применения установка 300 для конверсии отходящего газа котла выполнена так, что газ, проходящий через систему к системе 388 для сжатия газа, проходит только через одну из двух разделительных систем 383, 386 для отделения газообразного азота. В некоторых альтернативных сценариях установка 300 обеспечивает возможность прохождения газа через и ту, и другую из разделительных систем 383, 386.

В некоторых вариантах осуществления установка 300 имеет только одну из двух разделительных систем 383, 386 для отделения газообразного азота. В некоторых вариантах осуществления установка 300 выполнена таким образом, что она не рассчитана на прохождение газа через какое-либо разделительное устройство 383, 386 для отделения азота.

Газ, проходящий через систему 388 для сжатия газа, далее подается в разделительное устройство 389 для отделения метана, которое отделяет метан от газа, поступающего в разделительное устройство 389. Отделенный метан хранится в резервуаре 390 для хранения метана.

Газ, от которого отделен метан, подается из разделительного устройства 389 в разделительное уст-

ройство 391 для отделения кислорода, которое отделяет кислород от газа, подаваемого в разделительное устройство 391. Отделенный кислород хранится в резервуаре 392 для хранения кислорода. Газ, от которого отделен кислород с помощью разделительного устройства 391, может быть подвергнут дальнейшей обработке перед его выпуском.

Таким образом, установка 300 может применяться для генерирования и отделения углеводородов и кислорода от отходящего газа котла электростанции, в частности от диоксида углерода, содержащегося в отходящем газе котла электростанции.

Следует понимать, что каждая из разделительных систем 383, 386 для отделения азота может иметь компрессор для сжатия газа перед его прохождением через его разделяющую часть, такую как мембранный разделитель.

Разделение газов в вариантах осуществления настоящего изобретения может быть осуществлено с помощью любого подходящего разделительного устройства, такого как мембранный разделитель, например мембранный разделитель на основе полволоконных мембран (HFMS) или любой другой подходящий разделитель.

В некоторых вариантах осуществления предлагается установка для конверсии диоксида углерода в углеводородное топливо, причем установка приводится в действие с помощью электрической энергии. Основными потребителями электрической энергии являются газовые компрессоры, газоразделительные устройства и модули управления, предназначенные для управления установкой. Установка применяется для конверсии диоксида углерода в газообразный, жидкий или твердый углеводород с использованием электрической энергии от возобновляемых источников, такой как солнечная энергия, геотермальная энергия, ветровая энергия, волновая или приливная энергия. В данном варианте осуществления установка предназначена для конверсии диоксида углерода в метан. В некоторых вариантах осуществления установка может быть пригодной для монтажа в среде жилого или коммерческого здания, и газообразный метан при необходимости может применяться для нагревания воды или другого вещества, например, для стирки или приготовления пищи. В некоторых вариантах осуществления генерируемый при этом диоксид углерода может быть возвращен обратно в установку для конверсии снова в метан. Возможно также применение других устройств.

В некоторых вариантах осуществления установка может быть представлена в комбинации с таким устройством или такой установкой для улавливания возобновляемой энергии, как фотоэлектрический генератор, преобразующий солнечную энергию в электрическую, имеющий панель солнечных батарей, инвертирующий усилитель мощности и электронные схемы управления.

На фиг. 10 представлено схематическое изображение, показывающее применение нового генератора 220 микропузырьков варианта осуществления, показанного на фиг. 5 и 6, в примере газлифтной насосной установки 450, такой как газлифтная насосная установка, предназначенная для циркуляции жидкости в резервуаре для хранения жидкости или балластной цистерне судна, например корабля или другого водного судна, например, для уничтожения находящихся там водных мешающих биовидов (ANS). Следует понимать, что генератор 220 микропузырьков или другие варианты конструктивного исполнения генератора микропузырьков в пределах объема этого аспекта изобретения, охарактеризованного в данном описании изобретения, могут быть применены в других вариантах конструктивного исполнения и конструкциях газлифтной установки, включая те, которые раскрыты в документе WO 2013/093527 (содержание которого в полном объеме включено в данный документ путем ссылки).

Как показано на фиг. 10, газлифтная насосная установка 450 содержит новый генератор 220 микропузырьков, который показан на фиг. 5 и более детально в увеличенном масштабе показан на фиг. 6, а также генератор 400 акустической энергии, установленный как правило, в вертикальной (при эксплуатации) газлифтной колонне 460. Генератором 400 акустической энергии может быть любой пример генератора акустической энергии, который применяется в других вариантах осуществления настоящего изобретения согласно другим его аспектам, или в действительности он может представлять собой генератор акустической энергии, объединенный с устройством для подачи текучей среды, который описан и проиллюстрирован в любом из вариантов осуществления изобретения по документу WO 2013/093527. Колонна 460 заполнена жидкостью, например водой (такой как вода в балластной цистерне судна, в которой может быть предусмотрена установка), которая перекачивается через нее в виде проходящего в ней потока L под действием газлифта.

Генератор 220 микропузырьков действует таким образом, что вызывает инъекцию потока газа P, такого как диоксид углерода, в колонну 460 посредством барботера 221, выходной газовый поток которого поднимается вверх по направлению к генератору 400 акустической энергии. Предпочтительно барботер 221 расположен, по существу, коаксиально внутри колонны 460 (то есть расположен соосно вдоль общей продольной оси X), для того, чтобы увеличить однородность потока микропузырьков газа (относительно поперечного сечения D_1 колонны 460) в то время как он выходит из барботера 221 и поднимается вверх в колонне 460 по направлению к генератору 400 акустической энергии. Установка 450 действует таким образом, что перекачивает воду или другую жидкость L через колонну 460 из всасывающей трубы 460Н под действием газлифта, вызываемого инъекцией газа в колонну посредством генератора 400 акустической энергии, а также барботера 221. Как отмечено выше, в некоторых вариантах осуществ-

ления вытесняющий газ, применяемый для такого воздействия на генератор 400, которое вызывает генерирование им акустической энергии, может рециркулировать под действием установки 450, а не выпускаться в газлифтную колонну 460.

Газовые пузырьки образуются внутри или выталкиваются из барботера 221 генератора 220 пузырьков таким образом, как описано выше в отношении фиг. 6. Размер пузырьков уменьшен до значений порядка микронов в результате действия сдвигающих сил, проявляющихся в то время как происходит инжекция газа Р посредством трубопровода 230GB через барботер 221 и наружу из его основания (вывода).

Как раскрыто в документе WO 2013/093527, этот пример устройства газлифтной насосной установки, показанный на фиг. 10, в котором использован новый генератор 220 микропузырьков (или его различные другие новые варианты конструктивного исполнения, охарактеризованные в данном описании изобретения), может быть использован для обработки, например, балластной воды в водных судах, например, для уничтожения бактериальных ANS, а также небактериальных ANS.

Хотя в варианте осуществления по фиг. 10 показан генератор 220 микропузырьков, расположенный в потоке жидкости L от всасывающей трубы 460H, следует понимать, что возможно применение различных альтернативных конструкций этих компонентов, как предлагается и раскрыто, например, в документе WO 2013/093527. Например, генератор 220 микропузырьков альтернативно может быть расположен в основании колонны, имеющей закрытый нижний конец, причем там предусмотрен специальный отдельный ввод для подачи в него воды или другой жидкости, перекачиваемой установкой, например, аналогичный вводу 120C для жидкости установки по фиг. 1.

Везде в описании и формуле изобретения данного описания изобретения слова "содержать (включать)" и "содержать (вмещать)" и варианты слов, например, "содержащий (включающий)" и "содержит (включает)", означают "включающий без ограничения" и не предназначены для исключения (и не исключают) других веществ, добавок, компонентов, чисел или этапов.

Везде в описании и формуле изобретения данного описания изобретения употребление формы единственного числа охватывает форму множественного числа, если только из контекста не следует иное. В частности, там, где употреблен неопределенный артикль, описание изобретения следует понимать как предполагающее форму множественного числа, а также единственного числа, если только из контекста не следует иное.

Признаки, числа, характеристики, химические соединения, химические вещества или группы, описанные в связи с конкретными аспектом, вариантом осуществления или примером изобретения, следует понимать как применимые к любым другим аспекту, варианту осуществления или примеру, описанным в данном документе, если только они не являются несовместимыми с ними.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка для конверсии газа, предназначенная для конверсии одной или нескольких химических разновидностей-реагентов, содержащихся в технологическом газе, в одну или несколько химических разновидностей-продуктов, содержащая

резервуар, выполненный с возможностью вмещения жидкой среды;

колонну, расположенную в резервуаре;

генератор микропузырьков, выполненный с возможностью генерирования микропузырьков технологического газа в жидкой среде, находящейся в колонне;

свистковое устройство, приспособленное для генерирования ультразвуковой энергии посредством пропускания через него технологического газа и направления указанной ультразвуковой энергии в жидкую среду так, что технологический газ, проходящий через колонну, подвергается воздействию указанной ультразвуковой энергии так, чтобы конвертировать одну или несколько химических разновидностей-реагентов в указанном технологическом газе в одну или несколько химических разновидностей-продуктов; и

средства для сбора указанного одного или нескольких химических разновидностей-продуктов.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она приспособлена для подачи технологического газа в жидкую среду после пропускания технологического газа через свистковое устройство.

3. Установка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что генератор микропузырьков выполнен с возможностью введения микропузырьков технологического газа в жидкую среду в колонне выше по потоку относительно свисткового устройства.

4. Установка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что она выполнена с возможностью прохождения текучей среды, подвергшейся воздействию ультразвуковой энергии, через разделяющее устройство для того, чтобы отделить от текучей среды по меньшей мере одну химическую разновидность-продукт, при этом установка выполнена с возможностью отделения газообразных углеводородов от одного или нескольких других газов.

5. Установка по п.4, выполненная с возможностью возврата одной или нескольких отделенных химических разновидностей, представленных технологическим газом, в жидкую среду для последующего подвергания воздействию ультразвуковой энергии.

6. Установка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что технологический газ содержит диоксид углерода.

7. Установка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что технологический газ состоит, по существу, из диоксида углерода.

8. Установка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что резервуар вмещает жидкость, снабженную частицами каталитического материала, диспергированными или подвешенными в ней.

9. Установка по п.8, отличающаяся тем, что частицы катализатора содержат по меньшей мере одно, выбранное из числа железа и гематитсодержащего соединения, или отличающаяся тем, что частицы катализатора состоят, по существу, из гематита.

10. Установка по любому из предыдущих пунктов, соединенная с электростанцией или электростанцией в комбинации с установкой по любому предыдущему пункту, отличающаяся тем, что газы сгорания, генерируемые электростанцией, образуют по меньшей мере часть, а факультативно - весь технологический газ установки.

11. Система обработки парниковых газов, содержащая двигатель, работающий на топливе, в комбинации с установкой по любому из пп.1-9, при этом установка выполнена с возможностью использования газов сгорания, генерируемых двигателем, в качестве по меньшей мере части технологического газа установки.

12. Способ конверсии одной или нескольких химических разновидностей-реагентов, содержащихся в технологическом газе, в одну или несколько химических разновидностей-продуктов с использованием установки по любому из пп.1-10, включающий

введение технологического газа в жидкую среду, содержащуюся в резервуаре;

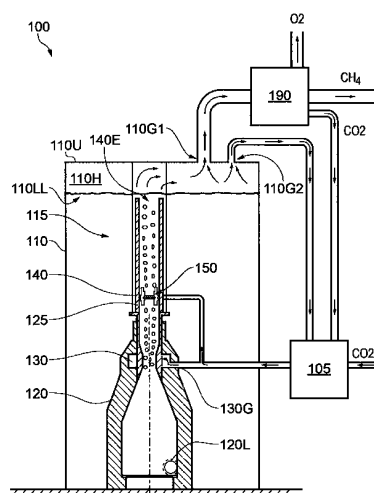
генерирование микропузырьков технологического газа в жидкой среде так, что указанные микропузырьки проходят через колонну в указанном резервуаре;

пропускание указанного технологического газа через свистковое устройство так, чтобы сгенерировать ультразвуковую энергию; и

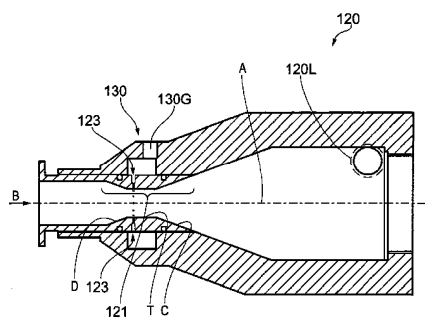
направление ультразвуковой энергии, генерируемой свистковым устройством, в жидкую среду таким образом, что технологический газ, проходящий через колонну, подвергается воздействию ультразвуковой энергии для того, чтобы конвертировать одну или несколько химических разновидностей-реагентов в одну или несколько химических разновидностей-продуктов; и

сбор указанной одной или нескольких химических разновидностей-продуктов.

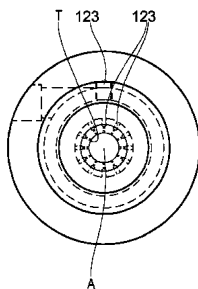
13. Способ по п.12, отличающийся тем, что он включает принудительное разделение газа, подвергнутого воздействию ультразвуковой энергии, в соответствии с химическими разновидностями с помощью газоразделительного устройства, при этом принудительное разделение газа включает отделение газообразных углеводородов из технологического газа.



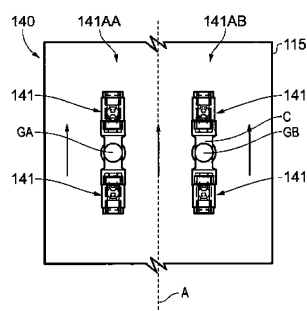
Фиг. 1



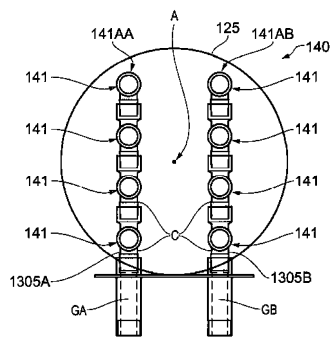
Фиг. 2(a)



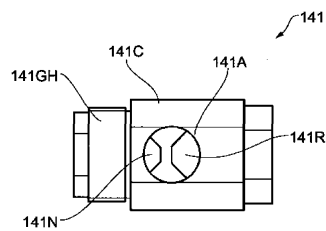
Фиг. 2(b)



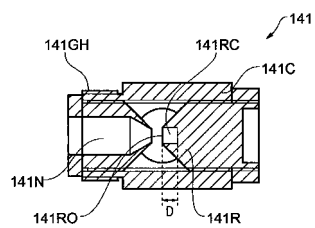
Фиг. 3(a)



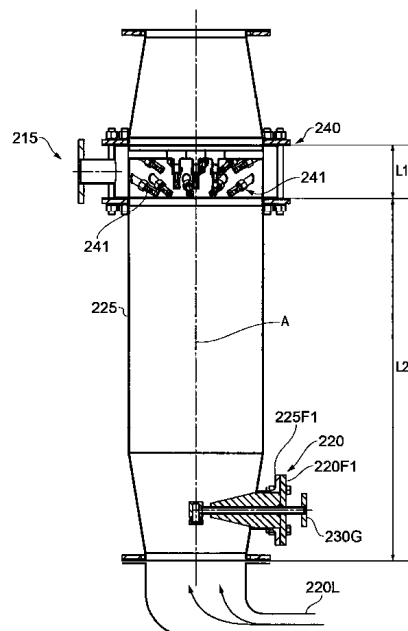
Фиг. 3(b)



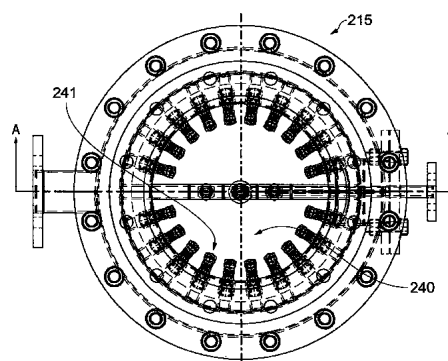
Фиг. 4(a)



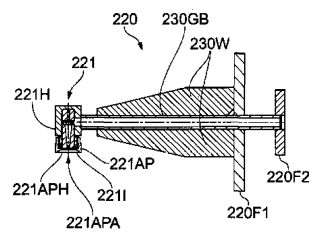
Фиг. 4(b)



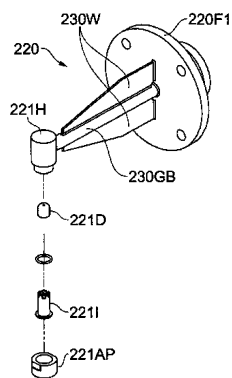
Фиг. 5(a)



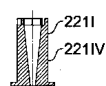
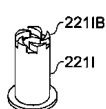
Фиг. 5(b)



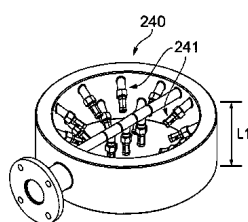
Фиг. 6(a)



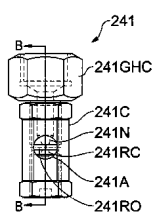
Фиг. 6(b)



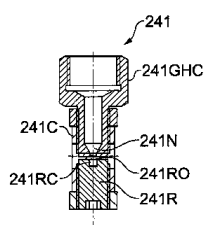
Фиг. 6(c)



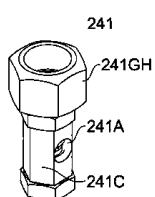
Фиг. 7(a)



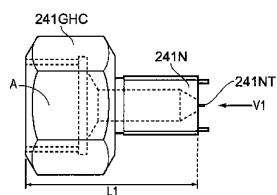
Фиг. 7(b)



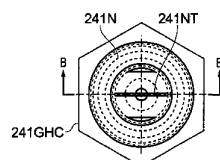
Фиг. 7(c)



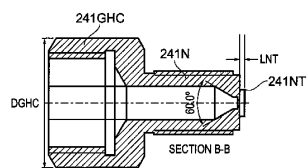
Фиг. 7(d)



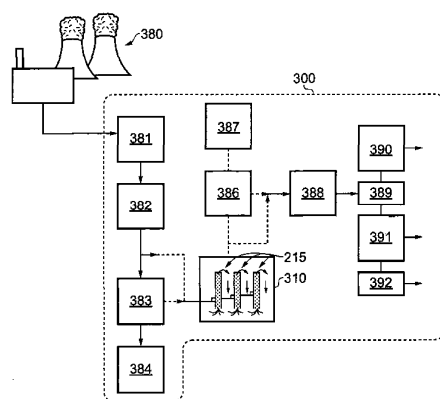
Фиг. 8(a)



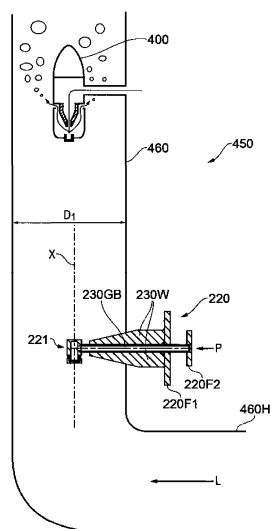
Фиг. 8(b)



Фиг. 8(c)



Фиг. 9



Фиг. 10

