

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044538**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.31

(51) Int. Cl. *E21B 43/34* (2006.01)

(21) Номер заявки
201892196

(22) Дата подачи заявки
2017.03.31

(54) **УСТРОЙСТВО РАЗДЕЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ**

(31) **1605627.7**

(56) US-A1-2006096933
WO-A2-2012009159
FR-A-904772
US-A-4230581
WO-A2-2012012143

(32) **2016.04.01**

(33) **GB**

(43) **2019.04.30**

(86) **PCT/GB2017/050922**

(87) **WO 2017/168175 2017.10.05**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЗЕ БИГ СВИНГ КОМПАНИ ЛТД
(GB)**

(72) Изобретатель:
Мозли Джонатан Чарльз (GB)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) В соответствии с изобретением обеспечено устройство разделения для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента, содержащее опорную конструкцию; по меньшей мере один канал, установленный на указанной опорной конструкции или внутри нее для вращения вокруг оси; по меньшей мере один вход для подачи потока указанной текучей среды в указанный по меньшей мере один канал; и по меньшей мере один выход для вывода из него по меньшей мере одного из указанных компонентов; в котором указанный по меньшей мере один канал выполнен таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в него указанного потока указанной текучей среды указанный канал приходит во вращение на указанной опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечивает разделение указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента.

B1

044538

044538

B1

Настоящее изобретение относится к устройству разделения, подходящему для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента и способу разделения указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента.

Разделение смеси текучих сред на составляющие части является важным промышленным процессом во многих областях, например в процессах очистки и извлечения. Например, на рынке добычи нефти и газа многокомпонентные текучие среды, добытые из скважины, должны быть стабилизированы (главным образом путем снижения давления), при этом каждый из разделенных потоков газа и жидкости подвергают обработке, чтобы они соответствовали техническим требованиям к продукции, поставляемой на экспорт. В случае потока жидкости примеси, такие как соли, песок и вода, а также любой растворенный газ, должны быть удалены из сырой нефти. Эти примеси могут снижать ценность сырой нефти и оказывать разрушающее воздействие (такое как коррозия или эрозия) на расположенное ниже по потоку оборудование. Аналогично для потока попутной воды: нефть и газ, а иногда также и твердые частицы, такие как песок, должны быть удалены из воды, чтобы обеспечить соответствие установленным нормативам для выбранного способа удаления. Поэтому удаление загрязняющих веществ из извлеченной смеси текучих сред является крайне важным.

Разделение неподвижной смеси текучих сред происходит естественным путем под действием силы тяжести. Естественную движущую силу, действующую на жидкие капли, твердые частицы или пузырьки газа, поднимающиеся или опускающиеся в основной жидкой или газовой фазе, определяют с помощью закона Стокса (уравнение 1).

$$V_s = \frac{2(\rho_p - \rho_f)}{9} \frac{gR^2}{\mu} \quad (1)$$

В этом уравнении

V_s - скорость осаждения частицы, капли или пузырька (м/с);

ρ_p - массовая плотность частицы, капли или пузырька (кг/м^3);

ρ_f - массовая плотность текучей среды (кг/м^3);

g - ускорение свободного падения (м/с^2);

R - радиус частицы, капли или пузырька (м); и

μ - динамическая вязкость текучей среды (кг/(мс)).

Уравнение 1 показывает, что скорость осаждения прямо пропорциональна ускорению свободного падения. Поэтому увеличение ускорения свободного падения увеличит скорость осаждения и пропорционально уменьшит время разделения. Методы разделения, такие как использование гидроциклонов и центрифуг, основаны на сообщении высокого ускорения свободного падения текучим средам для разделения смеси текучих сред на отдельные компоненты.

Гидроциклоны (далее по тексту циклоны) представляют собой устройства статического разделения, которые используют центробежные силы для разделения смеси текучих сред по меньшей мере на два компонента. Стандартный циклон изображен на фиг. 1 и содержит первую цилиндрическую камеру (или вихревую камеру) 100, камеру 110 разделения, входной патрубков 120, выходной патрубков 130 нижнего продукта и выходной патрубков 140 верхнего продукта. Входной патрубок 120 обычно расположен тангенциально первой цилиндрической камере (или вихревой камере) 100. Для оптимальной производительности камера 110 разделения обычно является сужающейся или конусообразной. Выходной патрубок верхнего продукта, расположенный обычно рядом со входом в циклон, может также содержать устройство 150 обнаружения вихря. Смесь текучих сред поступает под давлением в первую цилиндрическую камеру (или вихревую камеру) через тангенциальный входной патрубок. Вихревая камера способствует завихрению потока смеси текучих сред перед поступлением смеси текучих сред в камеру разделения. Завихрение около входа способствует тому, что поток текучей среды формирует свободный вихрь в камере разделения, при этом центробежные силы обеспечивают разделение текучей среды на компоненты с разной плотностью. Под действием центробежных сил более плотные частицы или фазы концентрируются около стенок конусообразной камеры разделения, а менее плотные частицы или фазы собираются около оси вращения вихря. Обычно более плотные компоненты потока поступают в нижнюю часть конусообразной камеры разделения, откуда они могут быть удалены с помощью выходного патрубка 130 нижнего продукта. Менее плотные фазы поступают в верхнюю часть конусообразной камеры разделения, откуда они могут быть извлечены с помощью устройства обнаружения вихря/выходного патрубка верхнего продукта.

Циклоны для разделения жидких фаз могут, например, быть использованы для отделения капель нефти от воды, однако эффективность удаления капель резко снижается для капель нефти диаметром менее приблизительно 20 мкм. В циклонах для разделения жидких фаз более легкая жидкая фаза вместе со свободным газом поступает через устройство обнаружения вихря к выходу для верхнего продукта. Более тяжелую жидкую фазу удаляют через выход нижнего продукта. В циклонах для разделения жидкой и твердой фаз и газовой и твердой фаз основной компонент, представляющий собой жидкую и газовую фазы соответственно, поступает через устройство обнаружения вихря к выходу для верхнего продукта. Более плотные твердые компоненты удаляют через выход для нижнего продукта. В циклонах для

разделения жидких фаз и для разделения жидкой и твердой фаз сужающиеся стенки циклона способствуют поддержанию сил, создающих ускорение, вдоль длины циклона. Однако это приводит к увеличению перепада давления между входным и выходным патрубками. Этот перепад давления может вызывать проблемы при проектировании системы: например, при недостаточном давлении в системе может возникнуть потребность в расположенной выше по потоку насосной установке, что увеличивает размер и стоимость необходимого оборудования.

На рынке добычи нефти и газа текучие среды, добываемые из скважины, обычно поступающие под высоким давлением, являются смесью нефти, газа, воды и твердых частиц. Наиболее часто капли нефти удаляют из пластовой воды с использованием циклонов для разделения жидких фаз, а твердые частицы удаляют с использованием циклонов для разделения жидкой и твердой фаз. Циклоны для разделения жидких фаз (установка для обезмасливания) и циклоны для разделения жидкой и твердой фаз (установка для пескоотделения) обеспечивают в виде отдельных и обособленных узлов оборудования. В некоторых случаях, в частности на расстоянии от берега, ограничения по весу и габаритам могут не допускать использование двух отдельных установок для обезмасливания и пескоотделения. Кроме того, недостаточное давление на входе в систему может ограничивать возможность работы циклонов с оптимальной эффективностью разделения.

Центрифуги обеспечивают альтернативный центробежный способ разделения смеси текучих сред на составляющие части, при этом разделение обеспечивают путем вращения стенки сепаратора. Под действием создаваемой центробежной силы более плотные компоненты собираются около стенок камеры разделения, а менее плотные компоненты концентрируются около оси вращения. Усилие для вращения камеры обеспечивают с помощью вала, приводимого во вращение двигателем. Внешний источник электропитания и двигатель, необходимые для обеспечения достаточных центробежных сил, могут значительно увеличить размер центрифуги, а также затраты на ее изготовление и эксплуатацию. В силу своей относительно сложной конструкции и потребности в приводе от двигателя с сопутствующими уплотнениями, подшипниками, контурами смазки и охлаждения, центрифуги являются значительно более дорогими, более тяжелыми и занимают больше места, чем циклоны той же производительности. Центрифуги обычно формируют основной вращающийся поток смеси текучих сред, обычно без свободного вихря, формируемого в циклоне. Это может обуславливать уменьшение центробежных сил и снижение эффективности разделения около оси по сравнению с циклоном той же пропускной способности.

Центрифуги могут быть выполнены с возможностью обеспечения более высоких значений сил, создающих ускорение свободного падения, по сравнению с циклонами, и поэтому теоретически обеспечивают более высокие показатели эффективности разделения: например, при отделении капель воды от сырой нефти центрифуги могут удалять капли воды диаметром около 2 мкм и более. Центрифуги используют для сложных задач разделения в областях нефтедобычи, например, на месторождениях тяжелой нефти, когда плотность нефти близка к плотности воды, и гидроциклон не обеспечивает надлежащего разделения. Тем не менее такие конструкции центрифуг часто ограничены относительно низкой пропускной способностью и относительно низкими рабочими давлениями (обычно равными или приблизительно равным атмосферному давлению). Кроме того, для центрифуг обычно необходимы специально предназначенные сырьевые насосы на входе, которые еще больше увеличивают размеры, затраты на изготовление, затраты на эксплуатацию и энергопотребление установки.

Таким образом, известные устройства и способы разделения смеси текучих сред на составляющие части имеют ряд связанных с ними ограничений, и аспекты настоящего изобретения по меньшей мере в некоторых вариантах его реализации ориентированы на решение по меньшей мере некоторых из вышеописанных проблем и удовлетворения по меньшей мере некоторых из вышеописанных потребностей.

В соответствии с первым аспектом изобретения обеспечено устройство разделения для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента, содержащее опорную конструкцию;

по меньшей мере одну разделительную трубу, установленную на указанной опорной конструкции или внутри нее для вращения вокруг оси, причем указанная по меньшей мере одна разделительная труба содержит одну или более лопаток, прикрепленных к указанной разделительной трубе или выполненных с ней заодно;

по меньшей мере один вход для подачи потока указанной текучей среды в указанную по меньшей мере одну разделительную трубу; и

по меньшей мере один выход для вывода из него по меньшей мере одного из указанных компонентов, причем указанный по меньшей мере один выход содержит выход для верхнего продукта, который содержит устройство обнаружения вихря,

в котором указанная по меньшей мере одна разделительная труба выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее указанного потока указанной текучей среды указанная разделительная труба приходит во вращение на указанной опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечивает разделение указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента,

причем вращение разделительной трубы вместе с любым завихрением, образованным на указанном

входе, поддерживает или усиливает спиральный или закрученный поток текучей среды и вращение текучей среды внутри разделительной трубы приводит к формированию вихря в текучей среде, причем под действием центробежной силы более плотные компоненты текучей среды собираются около стенок разделительной трубы, а менее плотные компоненты собираются около указанной оси и извлекаются оттуда устройством обнаружения вихря.

Указанная по меньшей мере одна разделительная труба может быть выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее указанного потока текучей среды, имеющего ненулевую составляющую скорости в направлении, параллельном указанной оси, разделительная труба приходит во вращение на указанной опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечивает разделение указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента.

Указанная по меньшей мере одна разделительная труба может быть выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее потока текучей среды в направлении, по существу параллельном указанной оси, разделительная труба приходит во вращение на указанной внешней опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечивает разделение указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента.

Указанная по меньшей мере одна разделительная труба может быть выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее указанного потока текучей среды из указанного входа разделительная труба приходит во вращение на указанной опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечивает разделение указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента.

Текучая среда может состоять по меньшей мере из одной жидкой фазы. Текучая среда может состоять по меньшей мере из двух жидких фаз. Текучая среда может состоять из водной фазы и нефтяной фазы. Текучая среда может состоять по меньшей мере из одной газовой фазы. Текучая среда может состоять из водной фазы, нефтяной фазы и газовой фазы. Текучая среда может состоять по меньшей мере из одной твердой фазы. Текучая среда может состоять из водной фазы, нефтяной фазы, газовой фазы и твердой фазы или представлять собой любое их сочетание.

Разделительная труба может иметь постоянный или переменный по длине диаметр. Разделительная труба может иметь постоянный или переменный по длине внутренний диаметр. Разделительная труба может иметь постоянный или переменный по длине наружный диаметр. Разделительная труба может представлять собой цилиндрическую трубу.

По меньшей мере одна разделительная труба может содержать одну или более лопаток, прикрепленных к указанной разделительной трубе или выполненных с ней заодно. Лопатки могут представлять собой лопатки турбины, рабочие колеса, винты, направляющие аппараты, спиральные внутренние элементы, ребра, гребни или т.п. устройства или либо любое их сочетание (далее по тексту все эти элементы в общем лопатки).

Указанные лопатки могут быть прикреплены к внутренней поверхности указанной разделительной трубы или выполнены с ней заодно.

Указанные лопатки могут содержать центральную ось. Лопатки могут свободно поворачиваться вокруг центральной оси. Центральная ось может содержать по меньшей мере одно из группы, включающей вход и выход.

Указанная по меньшей мере одна разделительная труба может быть установлена на подшипниках. Подшипники могут соприкасаться либо с наружной, либо с внутренней поверхностью разделительной трубы. Подшипники могут быть установлены совместно с уплотнением соответствующего типа.

Опорная конструкция может представлять собой внутреннюю опорную конструкцию, расположенную внутри по меньшей мере одной разделительной трубы. Опорная конструкция может представлять собой внешнюю опорную конструкцию, расположенную снаружи по меньшей мере одной разделительной трубы. Опорная конструкция может содержать корпус. По меньшей мере одна разделительная труба может быть установлена на подшипниках внутри или снаружи опорной конструкции или корпуса.

По меньшей мере один выход может содержать выход верхнего продукта. Выход верхнего продукта может содержать устройство обнаружения вихря.

По меньшей мере один выход может содержать выход нижнего продукта.

По меньшей мере один вход может быть расположен тангенциально по меньшей мере одной разделительной трубе.

Устройство разделения может дополнительно содержать впускную камеру. Впускная камера может представлять собой вихревую камеру. Вихревая камера способствует завихрению потока текучей среды перед поступлением текучей среды в разделительную трубу. Завихрение потока текучей среды, созданное с помощью вихревой камеры, может быть усилено путем использования тангенциального входа.

Диаметр по меньшей мере одной разделительной трубы может составлять от 3 до 3 м.

Диаметр указанной по меньшей мере одной разделительной трубы предпочтительно может составлять от 30 до 60 мм.

Длина по меньшей мере одной разделительной трубы может составлять от 40 до 3 м.

Длина по меньшей мере одной разделительной трубы предпочтительно может составлять от

0,5 до 1,1 м.

По меньшей мере одна разделительная труба может представлять собой множество разделительных труб.

По меньшей мере один вход может обеспечивать подачу потока указанной текучей среды к указанному множеству разделительных труб.

Устройство разделения может дополнительно содержать генератор. Генератор может представлять собой внешний генератор. По меньшей мере одна разделительная труба может быть выполнен таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее указанного потока указанной текучей среды указанная разделительная труба приходит во вращение вокруг указанной оси и таким образом инициирует генерацию электроэнергии с помощью генератора.

Устройство разделения может дополнительно содержать устройство создания электростатического поля для создания электростатического поля таким образом, чтобы на текучую среду действовала электростатическая сила, увеличивающая эффективность разделения устройства разделения. Электростатическое поле может быть создано таким образом, чтобы по меньшей мере один компонент текучей среды был подвергнут коагуляции. По меньшей мере один компонент текучей среды, подвергаемый коагуляции, может содержать капли, частицы или пузырьки. По меньшей мере один компонент, подвергаемый коагуляции, может представлять собой жидкую фазу, предпочтительно водную фазу. Устройство разделения может дополнительно содержать электростатический коагулятор, подходящий для электростатической коагуляции по меньшей мере одного компонента в текучей среде.

Электроэнергия для создания электростатического поля по меньшей мере частично может быть выработана с помощью генератора.

В соответствии со вторым аспектом изобретения обеспечен способ для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента с использованием устройства разделения в соответствии с первым аспектом изобретения, при этом способ содержит следующие этапы:

подача потока указанной текучей среды в указанную разделительную трубу через указанный вход;

приведение этим указанной разделительной трубы во вращение на указанной опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и обеспечение таким образом разделения указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента,

причем вращение разделительной трубы вместе с любым завихрением, образованным на указанном входе, поддерживает или усиливает спиральный или закрученный поток текучей среды и вращение текучей среды внутри разделительной трубы приводит к формированию вихря в текучей среде, причем под действием центробежной силы более плотные компоненты текучей среды собираются около стенок разделительной трубы, а менее плотные компоненты собираются около указанной оси и извлекаются оттуда устройством обнаружения вихря.

Указанный поток может иметь ненулевую составляющую скорости в направлении, параллельном указанной оси вращения.

Указанный поток может быть направлен по существу параллельно указанной оси вращения.

Текучая среда может состоять по меньшей мере из одной жидкой фазы. Текучая среда может состоять по меньшей мере из двух жидких фаз. Текучая среда может состоять из водной фазы и нефтяной фазы. Текучая среда может состоять по меньшей мере из одной газовой фазы. Текучая среда может состоять из водной фазы, нефтяной фазы и газовой фазы. Текучая среда может состоять по меньшей мере из одной твердой фазы. Текучая среда может состоять из водной фазы, нефтяной фазы, газовой фазы и твердой фазы или представлять собой любое их сочетание.

По меньшей мере одна фаза может содержать капли, частицы или пузырьки диаметром преимущественно более 2 мкм. Таким образом, по меньшей мере половина капель, частиц или пузырьков может иметь диаметр более 2 мкм.

Перепад давления между входом и выходом зависит от нескольких параметров, включающих в себя диаметр и длину разделительной трубы, скорость потока текучей среды и скорость вращения разделительной трубы. Устройство разделения может быть выполнено с возможностью обеспечения полного использования доступного давления в системе для оптимизации его производительности. В ряде вариантов реализации давление текучей среды по меньшей мере на одном выходе не может быть меньше давления текучей среды по меньшей мере на одном входе более чем на 0,8 бар.

Этап приведения указанной разделительной трубы во вращение вокруг указанной оси может обеспечивать выработку электроэнергии с помощью генератора.

Электростатическое поле может быть создано таким образом, чтобы на текучую среду действовала электростатическая сила, увеличивающая эффективность разделения устройства разделения. Электростатическое поле может быть создано таким образом, чтобы по меньшей мере один компонент текучей среды был подвергнут коагуляции. По меньшей мере один компонент текучей среды, подвергаемый коагуляции, может содержать капли, частицы или пузырьки. По меньшей мере один компонент, подвергаемый коагуляции, может представлять собой жидкую фазу, предпочтительно водную фазу. Способ может дополнительно включать электростатическую коагуляцию по меньшей мере одного компонента в текучей среде.

Электроэнергия для создания электростатического поля по меньшей мере частично может быть выработана с помощью генератора.

Хотя изобретение уже описано выше, оно распространяется на любое патентоспособное сочетание отличительных признаков, описанных выше либо в дальнейшем описании, представленных на чертежах или описанных в формуле изобретения. Например, любой отличительный признак, описанный в соответствии с одним аспектом изобретения, рассматривают как признак, описанный также в соответствии с любым другим аспектом изобретения.

Далее варианты реализации настоящего изобретения будут описаны только в качестве примеров со ссылкой на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 представлен схематический вид в разрезе циклона (известный уровень техники).

На фиг. 2 показан схематический вид в разрезе первого иллюстративного варианта реализации устройства разделения, подходящего для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента.

На фиг. 3 изображен схематический вид в разрезе второго иллюстративного варианта реализации устройства разделения, которое не содержит корпус.

На фиг. 4 показан схематический вид в разрезе третьего иллюстративного варианта реализации устройства разделения с лопатками снаружи разделительной трубы.

На фиг. 5 представлен схематический вид третьего иллюстративного варианта реализации устройства разделения, содержащего множество разделительных труб.

На фиг. 6 изображен схематический вид в разрезе четвертого иллюстративного варианта реализации устройства разделения, содержащего множество разделительных труб, ориентированных горизонтально.

На фиг. 7 показан схематический вид в разрезе иллюстративного варианта реализации устройства разделения, прикрепленного к генератору.

Первый иллюстративный вариант реализации изобретения представлен на фиг. 2. Устройство 10 разделения содержит внешнюю опорную конструкцию 12, канал, такой как разделительная труба 14, входной патрубков 16, выходной патрубков 18 нижнего продукта и выходной патрубков 20 верхнего продукта. В этом варианте реализации разделительная труба 14 представляет собой цилиндрическую трубу, хотя изобретение не ограничено геометрией разделительной трубы. Разделительная труба 14 может вращаться вокруг своей продольной оси 13 относительно внешней опорной конструкции 12. При эксплуатации разделительная труба 14 содержит смесь текучих сред. Вращение разделительной трубы 14 вместе с любым вихревым потоком, образованным в текучей среде на входе в разделительную трубу, создает центробежную силу, под действием которой более плотные компоненты текучей среды собираются около стенок разделительной трубы 14, в то время как менее плотные компоненты собираются около оси вращения 13. Разделительная труба 14 установлена поверх или внутри внешней опорной конструкции 12 с помощью ряда подшипников 22, которые обеспечивают свободное вращение разделительной трубы, минимизируют трение и снижают скорость механического изнашивания между вращающейся разделительной трубой 14 и внешней опорной конструкцией 12. Внешняя опорная конструкция 12 и разделительная труба 14 могут быть выполнены таким образом, чтобы выдерживать полное давление системы выше по потоку. В некоторых вариантах реализации внешняя опорная конструкция 12 может содержать корпус 15, который может быть выполнен таким образом, чтобы выдерживать полное давление системы выше по потоку, и в этом случае расчетное давление в разделительной трубе 14 может быть уменьшено. На фиг. 3 изображен второй иллюстративный вариант реализации устройства разделения, в котором внешняя опорная конструкция 12 не содержит корпус. В случаях использования одних и тех же позиционных обозначений в различных иллюстративных вариантах реализации эти позиционные обозначения соответствуют идентичным элементам. Еще в одном варианте реализации разделительная труба 14 может быть закреплена на внешней опорной конструкции 12 с каждого торца на центральном валу.

Текучая среда поступает во впускную камеру 24 через входной патрубок 16. Впускная камера 24 предпочтительно является цилиндрической. Входной патрубок 16 предпочтительно является тангенциальным (по часовой стрелке или против часовой стрелки) цилиндрической впускной камере 24, так что частичное или полное формирование завихрения потока текучей среды происходит до его поступления в разделительную трубу 14. Другие варианты реализации могут включать в себя впускное устройство, такое как вихревая камера, во впускной камере 24 и выпускное устройство в выпускной камере 25. Впускное устройство или вихревая камера способствуют созданию завихрения поступающего потока текучей среды перед поступлением текучей среды в разделительную трубу. Впускное устройство или вихревая камера могут содержать устройство обнаружения вихря. Выпускное устройство способствует отделению разделенных компонентов поступающей текучей среды.

Входной патрубок 16 может быть ориентирован в продольном направлении. Тем не менее изобретение не ограничено ориентацией входного патрубка 16, а также присоединением впускного устройства, такого как вихревая камера. Под действием давления текучая среда поступает из впускной камеры 24 в разделительную трубу 14. Внутренний канал разделительной трубы 14 содержит лопатки 26, прикрепленные к внутренней поверхности разделительной трубы 14 или выполненные с ней заодно. Для обеспе-

чения опоры лопаток 26 может быть предусмотрена центральная ось 28. В некоторых вариантах реализации лопатки 26 могут свободно вращаться вокруг центральной оси 28 и других внутренних компонентов. Центральная ось 28 может быть выполнена в виде трубы, чтобы обеспечивать удаление текучей среды, собирающейся около центральной трубы, или для обеспечения ввода текучей среды извне. По мере движения текучей среды вдоль разделительной трубы 14 и через секцию лопаток 26, возникает вращающая сила, приводящая разделительную трубу 14 во вращение вокруг ее продольной оси. Лопатки 26 предпочтительно, но необязательно размещены около расположенного ниже по потоку торца разделительной трубы 14 для минимизации турбулентности и усилий сдвига секции разделения разделительной трубы 14. В одном иллюстративном варианте реализации, изображенном на фиг. 4, лопатки 27 прикреплены к расположенному ниже по потоку поперечному торцу разделительной трубы 14 или выполнены с ним заодно. В этом варианте реализации лопатки 27 размещены в выпускной камере 25, а не во внутреннем канале разделительной трубы 14. В других вариантах реализации лопатки могут быть размещены во впускной камере 24 и прикреплены к расположенному выше по потоку поперечному торцу разделительной трубы 14. Лопатки 26 или 27 могут быть выполнены таким образом, чтобы они и, следовательно, разделительная труба 14, приходили во вращение под действием потока текучей среды, имеющего ненулевую составляющую скорости, параллельную оси вращения, иными словами осевую составляющую скорости. В другом варианте реализации лопатки 26 или 27 могут быть выполнены таким образом, чтобы они и, следовательно, разделительная труба 14 приходили во вращение под действием потока текучей среды, имеющего ненулевую составляющую скорости, перпендикулярную оси вращения, иными словами радиальную составляющую скорости. При достаточном давлении на входе для увеличения скорости вращения трубы и результирующей центробежной силы могут быть установлены дополнительные лопатки 26. Если увеличение времени пребывания может быть целесообразным или, если это предположительно будет целесообразным для процесса, длина или диаметр разделительной трубы 14 могут быть увеличены.

Вращение разделительной трубы 14 вместе с любым завихрением, образованным в текучей среде на входе, поддерживает или усиливает спиральный или закрученный поток текучей среды. Вращение смеси текучих сред внутри разделительной трубы 14 приводит к формированию вихря в смеси текучих сред. Под действием центробежной силы более плотные компоненты смеси текучих сред собираются около стенок разделительной трубы 14, в то время как менее плотные компоненты собираются около оси вращения. Более плотные компоненты смеси текучих сред могут быть извлечены с использованием выходного патрубка 18 нижнего продукта или выходного патрубка 31. Другие варианты реализации могут включать в себя несколько выходных патрубков. В других вариантах реализации отделенные твердые компоненты 35 могут быть собраны в неподвижной зоне или в зоне 36 сбора с помощью прорезей в стенке разделительной трубы 37 или в зоне 38 сбора под вращающейся разделительной трубой, откуда они могут быть удалены соответственно с использованием устройства впрыскивания или ожижения или другого известного способа, например, с помощью патрубков 32 или 33. Менее плотные компоненты могут быть извлечены из выходного патрубка 20 верхнего продукта или с помощью дополнительного патрубка 31 нижнего продукта. В других вариантах реализации выходные патрубок 20 верхнего продукта может включать в себя устройство 30 обнаружения вихря. Устройство разделения может быть установлено с любой ориентацией, включающей в себя горизонтальную и вертикальную, так как создаваемые центробежные силы таковы, что внешнее воздействие гравитации минимально.

Третий иллюстративный вариант реализации изобретения представлен на фиг. 5. Устройство 50 разделения содержит внешнюю опорную конструкцию 52, которая может быть выполнена таким образом, чтобы выдерживать полное давление на системе выше по потоку, и множество разделительных труб 54. Предполагается, что в этом варианте реализации каждая разделительная труба во множестве разделительных труб 54 является цилиндрической. Каждая разделительная труба множества разделительных труб 54 может вращаться независимо от других разделительных труб вокруг продольной оси. При эксплуатации каждая разделительная труба множества разделительных труб 54 содержит смесь текучих сред. Вращение каждой отдельной разделительной трубы вместе с любым закрученным потоком, образованным в текучей среде на входе в разделительную трубу, создает центробежную силу, под действием которой более плотные компоненты текучей среды собираются около стенок указанной вращающейся разделительной трубы, в то время как менее плотные компоненты собираются около оси вращения. Множество разделительных труб 54 закреплено внутри внешней опорной конструкции 52 с помощью ряда подшипников 55, которые обеспечивают свободное вращение разделительных труб, минимизируют трение и снижают скорость механического изнашивания между вращающимися разделительными трубами и внешней опорной конструкцией 52.

Текучая среда поступает в устройство 50 разделения через входной патрубок 56. Другие варианты реализации могут включать в себя несколько входных патрубков. Под действием давления текучая среда поступает из впускной камеры 58 во множество разделительных труб 54. Другие варианты реализации могут включать в себя выпускное устройство 57, такое как вихревая камера на входе, и выпускное устройство 59 на основном выходе каждой разделительной трубы множества разделительных труб 54. Впускное устройство или вихревая камера 57 способствуют завихрению поступающего потока текучей среды и может содержать устройство обнаружения вихря. Выпускное устройство 59 способствует отделению

разделенных компонентов поступающей текучей среды. Впускное устройство 57 и выпускное устройство 59 могут быть использованы независимо в сочетании со всеми вариантами реализации настоящего изобретения, включающими в себя варианты реализации, изображенные на фиг. 2 и 3. Разделительные трубы 54 могут быть закреплены на трубной доске 60 с каждого торца. Трубные доски 60 обеспечивают механическую опору и формируют уплотнение для каждого торца множества разделительных труб 54 и для впускного и выпускного устройств 57 и 59.

Внутренний канал каждой разделительной трубы множества разделительных труб 54 содержит лопатки 62, прикрепленные к внутренней поверхности указанной разделительной трубы или выполненные с ней заодно. Для обеспечения опоры лопаток 62 и других внутренних компонентов может быть предусмотрена центральная ось 64. В некоторых вариантах реализации лопатки 62 могут свободно вращаться вокруг центральной оси 64 и других внутренних компонентов. Центральная ось 64 может быть выполнена в виде трубы, чтобы обеспечивать удаление текучей среды, собирающейся около центральной трубы, или может обеспечивать ввод текучей среды извне. По мере движения текучей среды вдоль каждой разделительной трубы множества разделительных труб 54 и через секцию лопаток 62, возникает вращающая сила, приводящая указанную разделительную трубу во вращение вокруг ее продольной оси. Лопатки 62 предпочтительно, но необязательно размещены около расположенного ниже по потоку торца каждой разделительной трубы множества разделительных труб 54 для минимизации турбулентности и усилий сдвига в секции разделения устройства. При достаточном давлении на входе для увеличения скорости вращения каждой разделительной трубы во множестве разделительных труб 54 и результирующей центробежной силы, могут быть установлены дополнительные лопатки 62. Если увеличение времени пребывания может быть целесообразным, длина или диаметр множества разделительных труб 54 могут быть увеличены.

Вращение каждой разделительной трубы во множестве разделительных труб 54 обеспечивает формирование спирального или закрученного потока смеси текучих сред внутри указанной разделительной трубы. Кроме того, вращение каждой разделительной трубы во множестве разделительных труб 54 вместе с любым закрученным потоком, образованным в текучей среде выше по потоку, поддерживает или усиливает спиральный или закрученный поток текучей среды и создает центробежную силу внутри каждой разделительной трубы во множестве разделительных труб 54. Вращение текучей среды внутри каждой разделительной трубы множества разделительных труб 54 приводит к формированию вихря в смеси текучих сред внутри указанной разделительной трубы, который поддерживают и усиливают посредством вращения указанной разделительной трубы. Под действием центробежной силы более плотные компоненты смеси текучих сред собираются около стенок каждой вращающейся разделительной трубы, в то время как менее плотные компоненты собираются около оси вращения. Более плотные компоненты смеси текучих сред могут быть извлечены с использованием выходного патрубка 66 нижнего продукта. Другие варианты реализации могут включать в себя несколько выходных патрубков нижнего продукта. Менее плотные компоненты могут быть извлечены из выходного патрубка 68 верхнего продукта или с помощью дополнительного патрубка 76 нижнего продукта.

В других вариантах реализации отделенные твердые компоненты 70 могут быть собраны в неподвижной зоне или в зоне 71 сбора с помощью прорезей в стенке разделительной трубы 72 или в зоне 73 сбора под вращающейся разделительной трубой, откуда они могут быть удалены с использованием устройства впрыскивания или ожигения, или другого известного способа, например, с помощью патрубков 74 или 75 соответственно.

Другие варианты реализации могут включать в себя несколько выходных патрубков верхнего продукта.

Увеличение диапазона регулирования может быть обеспечено путем сегментирования разделительных труб на ряд отсеков, имеющих собственные входной и/или выходной патрубок(и) либо с помощью механического, гидравлического или электрического изолирования или ограничения отдельных разделительных труб или множеств разделительных труб.

Усовершенствование третьего иллюстративного варианта реализации устройства 50 разделения изображено в виде четвертого варианта реализации на фиг. 6. В случаях использования одних и тех же позиционных обозначений в различных иллюстративных вариантах реализации эти позиционные обозначения соответствуют идентичным элементам. Устройство 80 разделения содержит внешнюю опорную конструкцию 52 и множество разделительных труб 54, ориентированных горизонтально. Настоящее изобретение не ограничено ориентацией множества разделительных труб 54. Разделительные трубы 54 обеспечивают прохождение более плотных твердых частиц через прорези в стенке разделительной трубы 72 выше по потоку относительно трубной доски 60с. Отделенные твердые частицы 70 могут быть собраны в зоне 73 сбора, откуда они могут быть удалены с помощью выходного патрубка 81 или 82. Так как удаление твердых частиц происходит выше по потоку относительно трубной доски 60с, отсутствует необходимость в присоединении выходных устройств 59 или других расположенных ниже по потоку трубных досок в этом иллюстративном примере, хотя любой из этих элементов или оба эти элемента могут быть включены в другие варианты реализации.

Другие варианты реализации, помимо вышеописанных вариантов реализации устройства разделе-

ния, представлены далее.

Некоторые иллюстративные варианты реализации изобретения могут включать в себя дефлекторы, расположенные вдоль длины разделительной трубы для еще большего увеличения ее производительности.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя лопатки, диаметр которых либо диаметр механизма которых больше, чем диаметр разделительной трубы.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя лопатки, шаг которых может быть отрегулирован вручную или автоматически.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя автоматический контроль и/или регулирование скорости вращения каждой разделительной трубы.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя механизм, такой как шнековый транспортер или скребок, для перемещения собранных твердых компонентов от внутренней стенки разделительной трубы в зону сбора твердых компонентов или к выпускному патрубку.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя пористую или снабженную прорезями стенку разделительной трубы с возможностью присоединения фильтрующей или мембранной внутренней стенки, обеспечивающей удержание компонентов соответствующего размера или свойств на внутренней стенке разделительной трубы или рядом с ней и/или прохождение компонентов другого соответствующего размера или свойств в зону сбора.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя газовый слой вокруг разделительной трубы или канал для еще большей минимизации потери энергии на трение путем погружения ее в жидкость со стороны наружной стенки.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя ввод газа в поступающую смесь текучих сред для создания усиленного эффекта принудительной флотации газом и таким образом повышения эффективности разделения.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя ввод коагулянта выше по потоку для еще большего повышения эффективности разделения.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя добавление разбавляющей жидкости выше по потоку для еще большего повышения эффективности разделения.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя присоединение к генератору. Генератор может представлять собой внешний генератор 84, как показано на фиг. 7. Вращение разделительной трубы 14 инициирует генерацию электроэнергии с помощью генератора. В случаях использования одних и тех же позиционных обозначений в различных иллюстративных вариантах реализации эти позиционные обозначения соответствуют идентичным элементам. Внешний генератор 84 прикреплен к разделительной трубе 14 с помощью оси 86. Таким образом, вращение разделительной трубы 14 передает движущую силу на внешний генератор 84.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя использование электростатического поля внутри разделительной трубы. Способы использования электростатического поля для повышения эффективности разделения устройства разделения известны из уровня техники. Например, в процессах разделения жидких фаз, в том числе на рынке добычи нефти и газа, для обезвоживания и обессоливания сырой нефти перед поставкой ее на переработку, обычно используют электростатические коагуляторы. Эти известные способы могут быть приспособлены для использования в сочетании со всеми вариантами реализации настоящего изобретения. Электроэнергия для электростатического поля может быть выработана с помощью генератора.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя присоединение к генератору и использование электростатического поля внутри разделительной трубы, при этом вращение разделительной трубы, таким образом, инициирует генерацию электроэнергии с помощью генератора, и электроэнергию для электростатического поля по меньшей мере частично вырабатывают с помощью указанного генератора.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя лопатки газового турбодетандера на выходе для еще большего повышения эффективности разделения или увеличения рекуперации энергии.

Варианты реализации изобретения могут включать в себя лопатки турбины Пелтона или турбины Фрэнсиса или турбины Каплана или лопатки турбины на внутренней или наружной стенке разделительной трубы для еще большего повышения эффективности разделения или увеличения рекуперации энергии при наличии избыточного давления в системе или текучей среды.

Некоторые варианты реализации могут быть подходящими для модернизации существующих сосудов циклонов для разделения жидких фаз и твердых фаз для повышения эффективности разделения, или повышения производительности обработки, или эксплуатации при более низком перепаде давления, или для сочетания этих целей.

Иллюстративные варианты реализации изобретения могут обеспечить устройство разделения для разделения смеси текучих сред по меньшей мере на два компонента под действием центробежной силы, при этом можно обеспечить пропускную способность в непрерывном режиме без значительного перепада давления между смесью текучих сред, поступающей в устройство разделения и выходящей из него. Таким образом, изобретение обеспечивает более высокую производительность смеси текучих сред и/или более высокую эффективность разделения по сравнению с известными циклонами того же диаметра.

Устройство разделения в соответствии с различными аспектами может быть подходящим для разделения газовой и твердой фаз, жидкой и твердой фаз, жидких фаз и жидкой и газовой фаз или сочетания более чем двух фаз. Смесь текучих сред может содержать любое сочетание газов, или несколько несмешивающихся жидкостей разной плотности, или твердые частицы. Устройство разделения сможет обеспечивать одновременно обезвоживание, обезмасливание, обезгаживание и пескоотделение или любое сочетание этих видов обработки смеси текучих сред из нефтяной скважины или аналогичного технологического потока и при этом работать с аналогичной или более высокой эффективностью и/или при более низком перепаде давления по сравнению с циклонами.

Эффективность разделения устройства разделения, в соответствии с иллюстративными вариантами реализации, достигает значений, обеспечиваемых с помощью центрифуги, при этом отсутствует потребность в приводе от двигателя и представлены такие же, как и у циклона, преимущества по габаритам, весу и затратам. Центробежную силу для разделения генерируют путем вращения по меньшей мере одной разделительной трубы, в которой смесь текучих сред проходит через секцию внутренних или наружных лопаток, которые за счет прохождения через них текучих сред передают вращающую силу на разделительную трубу. Скорость вращения разделительной трубы обуславливает действие центробежных сил на смесь текучих сред и их поддержание таким образом, чтобы обеспечивать разделение смеси текучих сред. Таким образом, для эксплуатации настоящего изобретения нет потребности во внешнем источнике электропитания или внешнем двигателе, хотя они могут быть присоединены для еще большего повышения эффективности разделения или работоспособности устройства разделения. Кроме того, настоящее устройство разделения не требует пространства для внешних уплотнений, подшипников и сопутствующих внешних контуров охлаждения и смазки, которые обычно необходимы для работы центрифуг.

Варианты реализации настоящего изобретения могут быть использованы в качестве блока, работающего совместно с другим расположенным выше или ниже по потоку оборудованием, таким как сепараторы, циклоны, флотаторы, мембраны, коагуляторы, фильтры, центрифуги, насосы или клапаны и т.д. и дополнительными блоками этого устройства разделения.

Настоящее изобретение может найти применение в областях добычи нефти и газа (наземной, вдали от берега и подводной), обработки сточных вод, обогащения полезных ископаемых, добычи полезных ископаемых, обработки пульпы и бумаги, в атомной, фармацевтической, медицинской, автомобильной отраслях и при производстве продуктов питания и напитков. Еще одним применением может быть удаление частиц или пыли из потока газа при работе под давлением или под вакуумом, при этом более низкий перепад давления по сравнению с циклонным сепаратором будет более энергоэффективным.

Специалисту в данной области техники следует понимать из вышеизложенного описания, что описанные варианты реализации могут быть подвергнуты улучшениям и изменениям без отклонения от объема изобретения, определяемого прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство разделения для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента, содержащее

опорную конструкцию;

по меньшей мере одну разделительную трубу, установленную на указанной опорной конструкции или внутри нее для вращения вокруг оси, причем указанная по меньшей мере одна разделительная труба содержит одну или более лопаток, прикрепленных к указанной разделительной трубе или выполненных с ней заодно;

по меньшей мере один вход для подачи потока указанной текучей среды в указанную по меньшей мере одну разделительную трубу; и

по меньшей мере один выход для вывода из него по меньшей мере одного из указанных компонентов, причем указанный по меньшей мере один выход содержит выход для верхнего продукта, который содержит устройство обнаружения вихря,

в котором указанная по меньшей мере одна разделительная труба выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее указанного потока текучей среды указанная разделительная труба приходит во вращение на опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечивает разделение указанной текучей среды по меньшей мере на два компонента,

причем вращение разделительной трубы вместе с любым завихрением, образованным на указанном входе, поддерживает или усиливает спиральный или закрученный поток текучей среды и вращение текучей среды внутри разделительной трубы приводит к формированию вихря в текучей среде, причем под действием центробежной силы более плотные компоненты текучей среды собираются около стенок разделительной трубы, а менее плотные компоненты собираются около указанной оси и извлекаются оттуда устройством обнаружения вихря.

2. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором указанные лопатки прикреплены к внутренней или наружной поверхности указанной разделительной трубы или выполнены с ней заодно.

3. Устройство разделения по п.2, в котором указанные лопасти содержат центральную ось и центральная ось содержит по меньшей мере одно из группы, включающей вход и выход.

4. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором по меньшей мере одна разделительная труба установлена на подшипниках.

5. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором опорная конструкция содержит внутреннюю опорную конструкцию и/или опорная конструкция содержит внешнюю опорную конструкцию.

6. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором по меньшей мере один выход содержит выход для нижнего продукта.

7. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором по меньшей мере один вход может быть расположен тангенциально по меньшей мере одной разделительной трубе.

8. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором устройство разделения дополнительно содержит впускную камеру и дополнительно впускная камера содержит вихревую камеру.

9. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, в котором по меньшей мере одна разделительная труба представляет собой множество разделительных труб и дополнительно указанный по меньшей мере один вход обеспечивает подачу потока указанной текучей среды к указанному множеству разделительных труб.

10. Устройство разделения по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащее генератор, причем указанная по меньшей мере одна разделительная труба выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации при подаче в нее указанного потока указанной текучей среды из указанного входа указанная разделительная труба приходит во вращение вокруг указанной оси, тем самым побуждая генератор вырабатывать электроэнергию.

11. Способ для разделения текучей среды, содержащей несколько компонентов, по меньшей мере на два компонента с использованием устройства разделения по п.1, при этом способ содержит следующие этапы:

подача потока указанной текучей среды в указанную разделительную трубу через указанный вход;

приведение этим указанной разделительной трубой во вращение на опорной конструкции или внутри нее вокруг указанной оси и таким образом обеспечение разделения текучей среды по меньшей мере на два компонента,

причем вращение разделительной трубы вместе с любым завихрением, образованным на указанном входе, поддерживает или усиливает спиральный или закрученный поток текучей среды и вращение текучей среды внутри разделительной трубы приводит к формированию вихря в текучей среде, причем под действием центробежной силы более плотные компоненты текучей среды собираются около стенок разделительной трубы, а менее плотные компоненты собираются около указанной оси и извлекаются оттуда устройством обнаружения вихря.

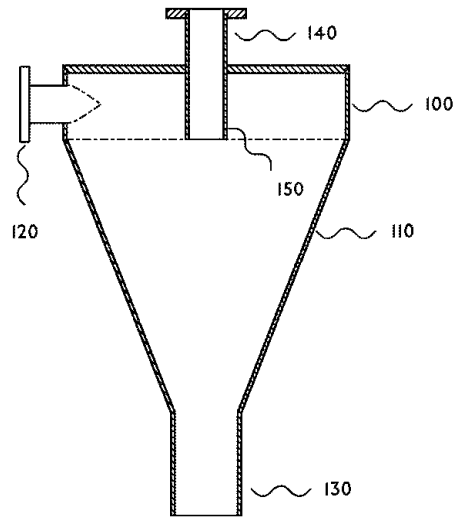
12. Способ по п.11, в котором указанный поток имеет ненулевую составляющую скорости в направлении, параллельном указанной оси вращения.

13. Способ по любому из пп.11 или 12, в котором текучая среда состоит по меньшей мере из одной жидкой фазы и дополнительно текучая среда состоит по меньшей мере из двух жидких фаз.

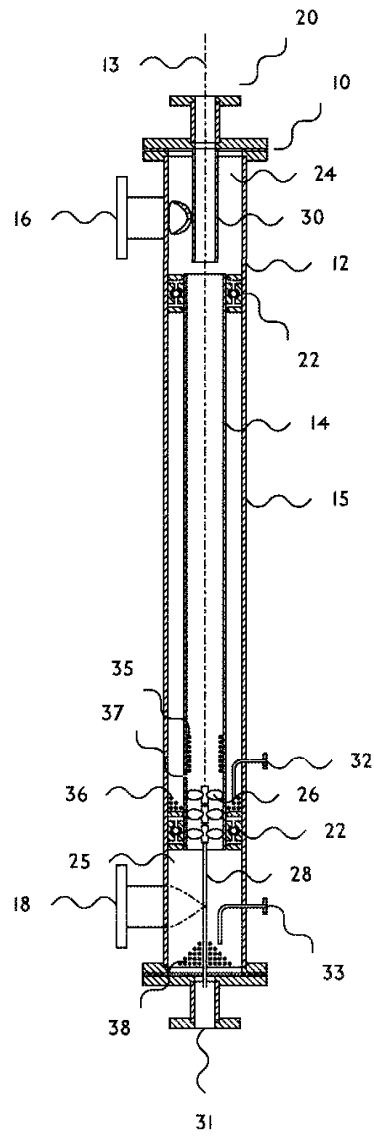
14. Способ по п.13, в котором текучая среда состоит по меньшей мере из одной твердой фазы.

15. Способ по любому из пп.13 или 14, в котором по меньшей мере одна фаза содержит капли, частицы или пузырьки диаметром преимущественно более 2 мкм.

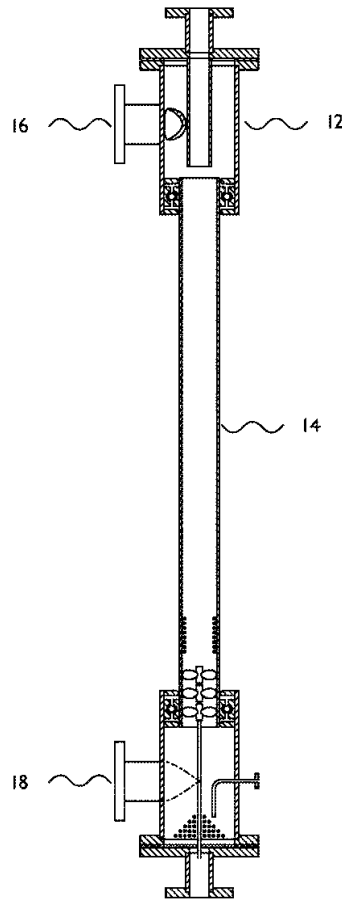
16. Способ по любому из пп.11-15, в котором давление текучей среды по меньшей мере в одном выходе меньше давления текучей среды по меньшей мере в одном входе не более чем на 0,8 бар.



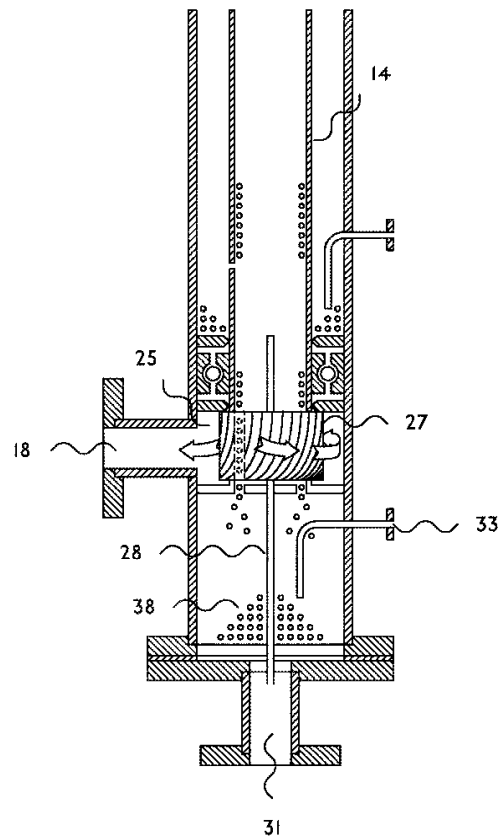
Фиг. 1



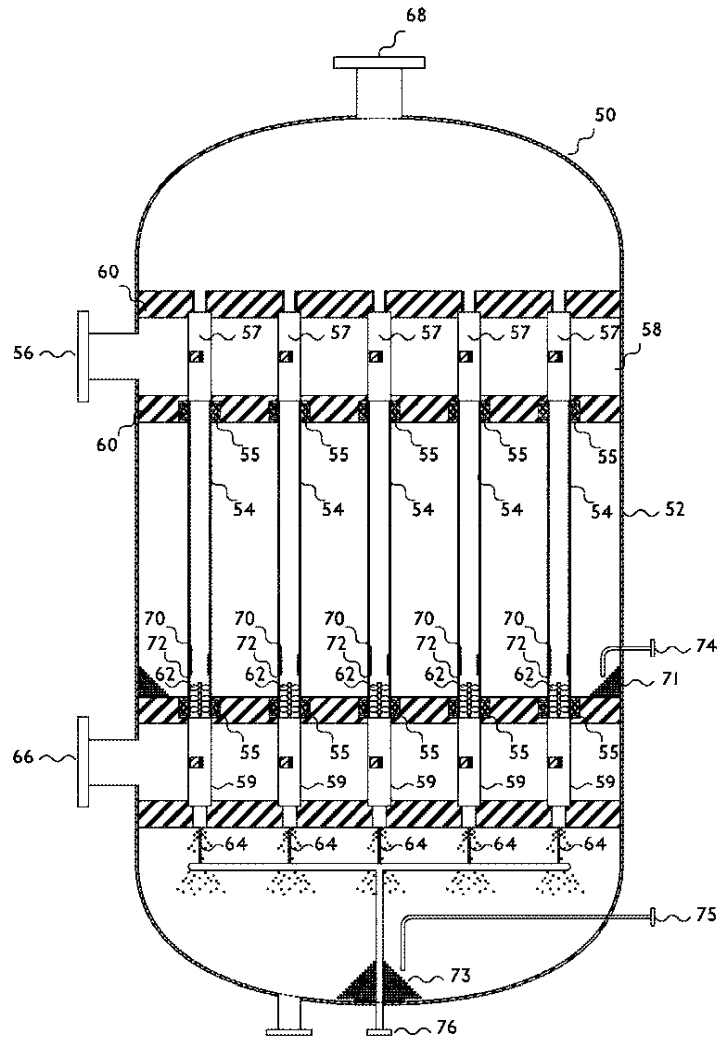
Фиг. 2



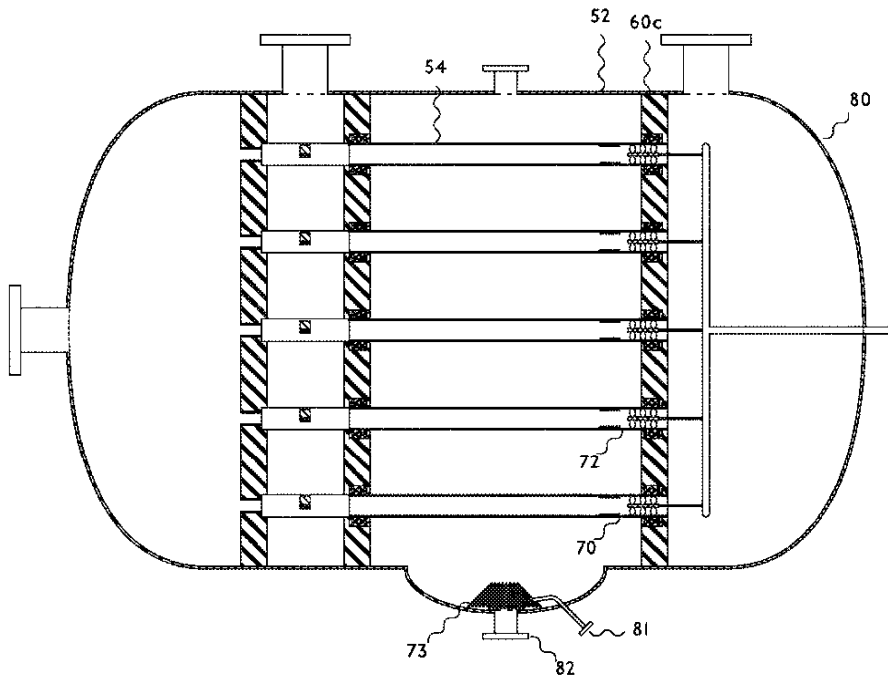
Фиг. 3



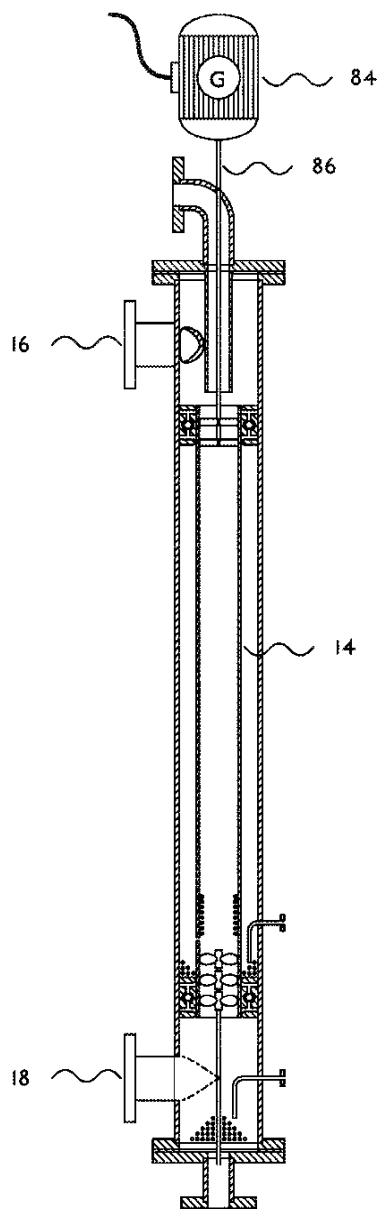
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

