



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01D 3/14 (2006.01); B01D 3/32 (2006.01); B01D 53/18 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016129199, 20.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.12.2013Дата регистрации:  
05.06.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.12.2013

(43) Дата публикации заявки: 25.01.2018 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 05.06.2018 Бюл. № 16

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 20.07.2016(86) Заявка РСТ:  
EP 2013/077830 (20.12.2013)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2015/090476 (25.06.2015)Адрес для переписки:  
197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-  
ПАТЕНТ", М.В. Хмара

(72) Автор(ы):

ЮХАННЕСЕН Эйвинн (NO),  
ЕНССЕН Карл Биргер (NO),  
ДЮПЮИ Пабло Матиас (NO)(73) Патентообладатель(и):  
СТАТОЙЛ ПЕТРОЛЕУМ АС (NO)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 8118284 B2, 21.02.2012. RU  
2491112 C2, 27.08.2013. DE 10034902 A1,  
14.02.2002. EP 1800725 A1, 27.06.2007. GB  
1265188 A, 01.03.1972.

## (54) СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЧИХ СРЕД

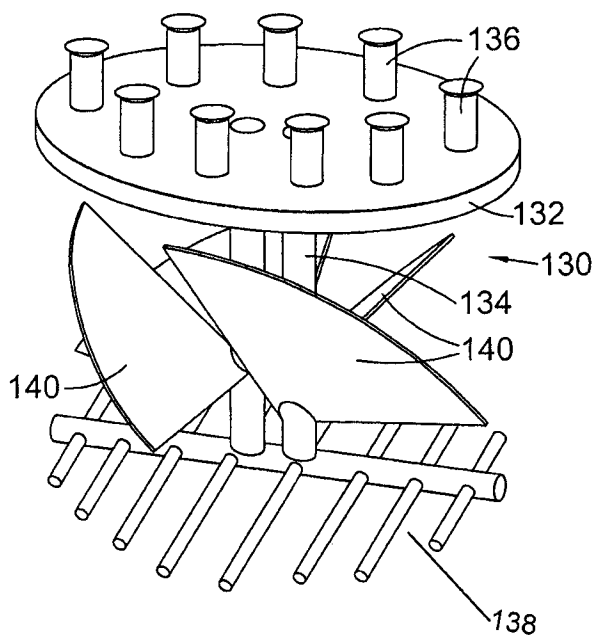
(57) Реферат:

Изобретение предназначено для сбора и перераспределения текучих сред, например в колоннах. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред для технологической инженерной колонны содержит коллектор текучей среды для сбора первой текучей среды; перераспределитель текучей среды, расположенный ниже коллектора текучей среды и определяющий пространство между коллектором и перераспределителем; по меньшей мере одну трубу, проходящую через указанное пространство, для соединения коллектора с перераспределителем; по меньшей мере один канал, проходящий через коллектор и

обеспечивающий возможность протекания второй текучей среды, и по меньшей мере один отклонитель в указанном пространстве. Комбинированный коллектор и перераспределитель имеет центральную ось. По меньшей мере один отклонитель установлен под углом относительно центральной оси, за счет чего обеспечено смещение потока второй текучей среды в пространстве в угловом направлении относительно центральной оси. Технологическая инженерная колонна содержит первый вход для первой текучей среды, второй вход для второй текучей среды, более легкой, чем первая текучая среда, и комбинированный коллектор и

перераспределитель текучих сред. Первый вход расположен возле верхней части колонны. Второй вход расположен возле нижней части колонны. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред расположен

между первым и вторым входами. Технический результат: улучшение характеристик продукта в колоннах, у которых существует вероятность наклона или перемещения. 2 н. и 12 з.п. ф-лы, 20 ил.



**ФИГ. 2с**

RU 2656503 C2

RU 2656503 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*B01D 3/14* (2006.01); *B01D 3/32* (2006.01); *B01D 53/18* (2006.01)(21)(22) Application: **2016129199, 20.12.2013**(24) Effective date for property rights:  
**20.12.2013**Registration date:  
**05.06.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **20.12.2013**(43) Application published: **25.01.2018** Bull. № 3(45) Date of publication: **05.06.2018** Bull. № 16(85) Commencement of national phase: **20.07.2016**(86) PCT application:  
**EP 2013/077830 (20.12.2013)**(87) PCT publication:  
**WO 2015/090476 (25.06.2015)**

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-PATENT",  
M.V. Khmara**

(72) Inventor(s):

**YUKHANNESSEN Ejvinn (NO),  
ENSSEN Karl Birger (NO),  
DYUPYUI Pablo Matias (NO)**

(73) Proprietor(s):

**STATOIL PETROLEUM AS (NO)**(54) **FLUID MEDIA REDISTRIBUTION SYSTEM**

(57) Abstract:

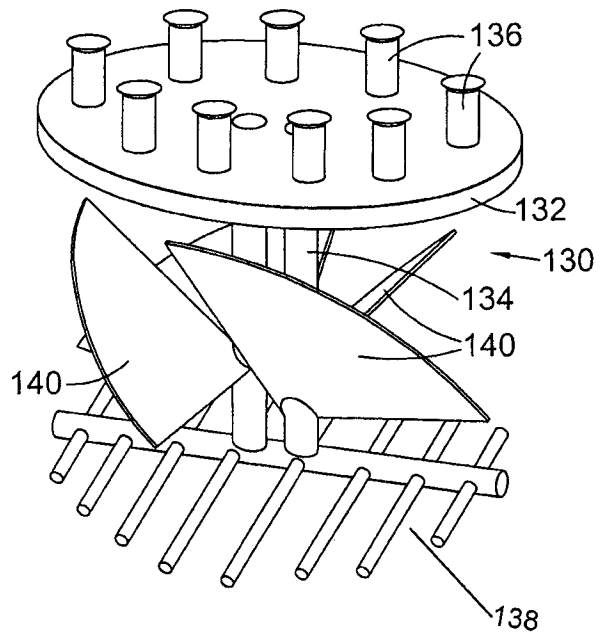
FIELD: transportation.

SUBSTANCE: invention is intended for the fluid media collection and redistribution, for example, in towers. Combined fluid media collector and redistributor for the process engineering tower comprises a fluid medium manifold for the first fluid medium collecting; fluid medium redistributor located below the fluid medium manifold and defining space between the manifold and the redistributor; at least one pipe passing through said space for the manifold to the redistributor connection; at least one channel passing through the manifold and enabling the second fluid medium flowing, and at least one deflector in the said space. Combined manifold and redistributor has central axis. At least one deflector is positioned at an angle

relative to the central axis, thereby allowing the second fluid medium flow in the space in an angular direction relative to the central axis. Process engineering tower comprises first inlet for the first fluid medium, second inlet for the second fluid medium lighter than the first fluid medium, and fluid media combined manifold and redistributor. First inlet is located near the top of the tower. Second inlet is located near the bottom of the tower. Fluid media combined manifold and redistributor is located between the first and second inlets.

EFFECT: improvement of the product characteristics in towers, which are likely to tilt or move.

14 cl, 20 dwg



ФИГ. 2с

## Область техники

Настоящее изобретение относится к сбору и перераспределению текучих сред, например, в технологических инженерных колоннах, таких как колонна, обеспечивающая контакт «газ-жидкость» или ректификационная колонна.

## 5 Уровень техники

Колонны, в которых легкая текучая среда, такая как газ, приводится в контакт с более тяжелой текучей средой (например, жидкостью), хорошо известны из уровня техники. Например, в документе US 2013/0204066 раскрыта установка для обеспечения контакта между жидкостью и газом, которая может использоваться для промывки природного газа с целью извлечения кислотных смесей или для осушки газа посредством его контактирования с гигроскопической жидкостью. В документе US 2012/0118399 раскрыта технологическая колонна, в которой более тяжелая текучая среда взаимодействует с более легкой текучей средой; колонна может представлять собой ректификационную колонну. В документе US 2007/0272326 раскрыта фракционирующая колонна, а в документе US 2002/0041040 - противоточная колонна. В качестве обобщенного термина для таких колонн может применяться термин «технологическая инженерная колонна».

Фиг. 1 и 1d представляют собой схематические изображения двух примеров известной из уровня техники колонны с обеспечением контакта «газ-жидкость», которой может являться поглотитель углекислого газа, ректификационная колонна или другое аналогичное устройство. Колонна на фиг. 1 содержит коллекторы и перераспределители текучих сред, которые особенно подходят для местоположений на шельфе, где колонна может наклониться. Если бы колонна располагалась на берегу, могли бы применяться более простые коллекторы и перераспределители текучих сред.

Как показано на фиг. 1, первая текучая среда, которая может представлять собой жидкость, вводится через первый вход 10, расположенный ближе к верхней части колонны. Например, в абсорбционной колонне углекислого газа жидкость представляет собой растворитель (например, воду и один или более аминов), пригодный для поглощения углекислого газа. Первый вход 10 соединен с распределителем 24 текучей среды, пример которого подробнее показан на фиг. 1a. Распределитель 24 текучей среды хорошо известен из уровня техники и не раскрывается подробно. Однако, как ясно показано на чертеже, распределитель текучей среды содержит множество распределительных труб для равномерного распределения текучей среды по поперечному сечению колонны. Текучая среда после этого стекает вниз по колонне через верхнюю набивку 22, более подробно показанную на фиг. 1b. Как и в предыдущем случае, применение такой набивки хорошо известно из уровня техники и не раскрывается подробно. Такая набивка может содержать множество слоев и быть упорядоченной или неупорядоченной. Как показано на фиг. 1, используются два слоя набивки, однако может применяться и большее количество слоев набивки, например, три, как показано на фиг. 1d. Например, для удаления углекислого газа на плавучей установке сжижения природного газа (FLNG) или плавучей установке для добычи, хранения и отгрузки нефти (FPSO) типично применение трех слоев набивки.

Вторая текучая среда, которая легче, чем первая текучая среда и может представлять собой газ, вводится через второй вход 12, расположенный ближе к нижней части колонны. Например, в абсорбционной колонне углекислого газа вторая текучая среда представляет собой газ, в котором углекислый газ является примесью, подлежащей удалению. Вторая текучая среда поднимается по колонне через другой слой набивки 22 (нижняя набивка), который может быть таким же, как слой, используемый ниже

распределителя 24 текучей среды.

Первая текучая среда, прошедшая через распределитель 24 и набивку 22, попадает на сборную тарелку коллектора и перераспределителя 30 текучей среды, подробнее показанного на фиг. 1с. Перераспределитель 30 содержит пластину 32 для сбора текучей среды. Уровень текучей среды на верхней поверхности пластины 32 схематически показан линией 20 (на фиг. 1). Вторая текучая среда (например, газ), который поднялся по колонне через нижнюю набивку 22, проходит через вытяжные трубы 36 в собирающей пластине 32. Трубы 36 проходят через собирающую пластину 32 и достаточно высоки, чтобы легкая текучая среда выходила выше уровня текучей среды на собирающей пластине 32. В результате этого контакт или взаимодействие между первой и второй текучими средами на собирающей пластине отсутствует.

Коллектор и перераспределитель 30 текучей среды также содержит по меньшей мере одну (возможно, две или более) опускных труб 34, через которые более тяжелая текучая среда проходит с собирающей пластины. Опускные трубы 34 соединены с распределителем 38 текучей среды. Опускные трубы 34 могут иметь несколько метров в длину и, таким образом, между собирающей пластиной 32 и перераспределителем 38 может быть большой зазор. Использование опускных труб для направления более тяжелой текучей среды обеспечивает отсутствие взаимодействия между более тяжелой текучей средой и газом в зазоре между собирающей пластиной или в другом месте внутри коллектора и перераспределителя 30 текучей среды. В данном случае распределитель текучей среды представляет собой разветвленный распределитель, который содержит множество ветвей для равномерного распределения текучей среды по поперечному сечению колонны.

Возвращаясь к фиг. 1-1d, отметим, что более тяжелая текучая среда стекает вниз с распределителя 38 через нижнюю набивку 22 для сбора в отстойнике 18 текучей среды на дне колонны. Первая текучая среда будет взаимодействовать со второй текучей средой при его подъеме через нижнюю набивку 22, например, абсорбировать углекислый газ. Первую текучую среду, например, растворитель, который абсорбировал углекислый газ из второй текучей среды, удаляют после этого из колонны через выход 16 первой текучей среды, расположенный в основании колонны. Аналогичным образом, первая, более тяжелая текучая среда будет взаимодействовать со второй, более легкой текучей средой при ее подъеме через верхнюю набивку 22, например, абсорбировать углекислый газ до попадания первой текучей среды на собирающую пластину. Текучая среда после этого вытекает через выход 14 второй текучей среды, расположенный в верхней части колонны. Например, в абсорбционной колонне углекислого газа обработанный газ отводят через выход второй текучей среды. На выходе 14 второй текучей среды может быть предусмотрена сетчатая прокладка 11.

Многие из этих технологических инженерных колонн устанавливают на плавучей добывающей платформе, например, на плавучей установке по сжижению природного газа (FLNG) или плавучей установке для добычи, хранения и отгрузки нефти (FPSO). Одна из проблем состоит в том, что на эти колонны воздействует наклон и движение плавучей установки. Эта проблема признается в уровне техники, например, в документе US 8118284, где объясняется, почему тяжелая текучая среда не может равномерно распределяться в набивке ниже перераспределителя в условиях наклона и перемещения. В документе US 8118284 раскрыт распределитель давления, предназначенный для решения этой проблемы. Однако заявитель настоящего изобретения сделал вывод о необходимости дальнейшего усовершенствования перераспределителя для применения в колоннах, у которых существует вероятность наклона или перемещения.

### Сущность изобретения

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предложен комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред для технологической инженерной колонны, содержащий

- 5 коллектор текучей среды для сбора первой текучей среды;
- перераспределитель текучей среды, расположенный ниже указанного коллектора текучей среды и определяющий пространство между указанным коллектором текучей среды и указанным перераспределителем текучей среды;
- 10 по меньшей мере одну трубу, проходящую через указанное пространство, для присоединения указанного коллектора текучей среды к указанному перераспределителю текучей среды;
- по меньшей мере один канал, проходящий через указанный коллектор текучей среды и обеспечивающий возможность второй текучей среды протекать через указанный коллектор текучей среды; и
- 15 по меньшей мере один отклонитель в указанном пространстве;
- причем указанный комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред имеет центральную ось, при этом указанный по меньшей мере один отклонитель установлен под углом относительно центральной оси, за счет чего в указанном пространстве обеспечено смещение потока указанной второй текучей среды в угловом
- 20 направлении относительно центральной оси.

В одном из вариантов изобретения указанный по меньшей мере один отклонитель установлен под углом приблизительно 30 градусов относительно центральной оси.

- Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред согласно
- 25 настоящему изобретению особенно полезен для технологической инженерной колонны, которая установлена не на стационарной платформе, т.е. для колонны, которая подвержена наклонам. Таким образом, согласно другому аспекту настоящего изобретения предложена технологическая инженерная колонна, содержащая первый вход для первой текучей среды; второй вход для второй текучей среды, более легкой,
- 30 чем указанная первая текучая среда, и комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред, раскрытый выше. Указанный первый вход, как правило, расположен возле верхней части указанной технологической инженерной колонны; указанный второй вход расположен возле нижней части указанной технологической инженерной колонны, а указанный комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред расположен между указанными первым и вторым
- 35 входами. Чаще всего как колонна, так и коллектор текучей среды, и перераспределитель комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред имеют, по существу, круглое поперечное сечение. Ось комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред проходит через центр поперечного сечения и является параллельной, предпочтительно-совпадающей, с осью колонны.

- 40 В настоящем изобретении отклонители регулируют поток второй текучей среды, которая может представлять собой газ, протекающий в верхнем направлении через колонну, для улучшения эксплуатационных характеристик наклоняемой/движущейся колонны. Это особенно полезно в случае постоянно наклоненной колонны, как подробнее объясняется ниже. При отсутствии углового смещения второй текучей среды
- 45 относительно оси комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред и, вследствие этого, оси колонны, разности концентраций в плоскости, нормальной к оси колонны, после возникновения будут сохраняться на протяжении большей части высоты колонны. В противоположность этому, в известном решении основное внимание

уделялось распределению и концентрации первой текучей среды внутри колонны, например, посредством использования разветвленных распределителей для обеспечения равномерного распределения текучей среды по поперечному сечению колонны или распределителю давления в документе US 8118284. Однако циркуляция первой текучей среды и хорошее распределение/перераспределение решают проблему только в том случае, если наклон не превышает 1 градуса.

Следующие утверждения относятся к обоим аспектам настоящего изобретения.

Вторая текучая среда является более легкой текучей средой, как правило, газом, и поднимается вследствие разности давлений между входом 12 и входом 14.

Соответственно, вторая текучая среда всегда протекает, по существу, параллельно оси колонны, даже если колонна наклонена. Первая текучая среда является более тяжелой текучей средой, как правило, жидкостью, и протекает вертикально вниз по действием силы тяжести. Таким образом, когда колонна наклонена, нисходящий поток по-прежнему является вертикальным, но перестает быть параллельным оси колонны (т.е., параллельным оси комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред). Соответственно, больше не существует равномерного потока по всему поперечному сечению колонны. Кроме того, в тех частях колонны, где протекает меньшее количество первой текучей среды, будет протекать большее количество второй текучей среды вследствие меньшего сопротивления потоку в этой части колонны. Наклон является особенно критичным для восходящего потока из-за неравномерных градиентов, которые сохраняются даже после того, как наклон уменьшается или изменяется. Учитывая длину колонн (несколько метров), такой неравномерный поток может, таким образом, преобладать в пределах значительной части высоты колонны.

Технологическая инженерная колонна, как правило, дополнительно содержит по меньшей мере один слой набивки, который при эксплуатации смачивается первой текучей средой для взаимодействия со второй текучей средой. Однако при наклоненной колонне участок слоя набивки может не смачиваться первой текучей средой.

Максимальная ширина  $w$  несмачиваемого участка может определяться как:

$$w = H \tan \alpha$$

где  $H$  - высота слоя набивки, а  $\alpha$  - угол наклона.  $H$  может составлять несколько метров и, таким образом, небольшой угол наклона может приводить к появлению относительно большого несмачиваемого участка. Если вторая текучая среда протекает через этот несмачиваемый участок, взаимодействия между двумя текучими средами не происходит и, таким образом, этот несмачиваемый участок может быть назван «обходной зоной». Неравномерное взаимодействие между двумя текучими средами или его отсутствие изменяют состав выходного продукта колонны так, что в худшем случае выходной продукт не соответствует техническим условиям на продукцию, и колонну приходится отключать.

В настоящем изобретении отклонители смещают вторую текучую среду в угловом направлении при ее прохождении через комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред, вследствие чего любые градиенты, возникшие в результате наклона, уменьшаются или устраняются. Целью углового смещения второй текучей среды является перенесение текучей среды, прошедшей через несмачиваемую область (т.е. область с малым количеством первой текучей среды, также известную как область низкой активности) в набивке, расположенной ниже комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред, к смачиваемой области (т.е. области с большим количеством первой текучей среды) в набивке, расположенной выше комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред, и наоборот.



Величина углового смещения может быть связана с количеством слоев набивки, имеющих в колонне, и может быть выбрана таким образом, чтобы вторая текучая среда проходила один-единственный раз через область низкой активности. Для колонны с двумя слоями угловые смещения могут составлять  $180^\circ$ , для трех слоев -  $120^\circ$ , и так далее. Для колонны с количеством слоев  $N$  требуемое угловое смещение между каждым слоем может составлять  $M \cdot 360/N$ , где  $M$  - положительное целое число. Для колонн, содержащих более четырех слоев набивки, может оказаться предпочтительным или необходимым направлять вторую жидкость через область с низкой активностью более одного раза.

10 Угловое смещение может находиться в диапазоне от  $90^\circ$  до  $180^\circ$ .

Отклонители могут иметь форму пластин, перегородок, лопаток или аналогичных устройств. Свойства, например, форма, размер и/или угол отклонителей могут быть рассчитаны или выбраны так, чтобы обеспечить требуемую величину углового смещения. Множество отклонителей могут также быть расположены таким образом, чтобы заблокировать поток указанной второй текучей среды через секцию указанного коллектора, когда указанный комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред наклонен. Например, отклонитель может иметь такую форму, чтобы участок отклонителя совпадал с обходной зоной во время эксплуатации при наклоненной колонне. Отклонители могут также быть выполнены с возможностью достижения требуемой конструктивной целостности в пространстве. Свойства отклонителей, например, угол относительно указанной оси, могут определяться посредством вычислений, например, расчетной динамики текучих сред (CFD), или экспериментов с целью получения требуемого углового смещения второй текучей среды. Отклонители могут быть плоскими или изогнутыми.

25 Количество отклонителей может быть любым, например, от четырех до восьми. Форма каждого отклонителя может быть предназначена для дополнительного нарушения потока второй текучей среды, например, за счет по меньшей мере одной изогнутой кромки. Например, при наличии четырех отклонителей каждый из них может иметь форму квадранта (четверти круга). В альтернативном варианте могут применяться 30 восемь отклонителей, которые могут быть по существу дугообразными.

Указанная по меньшей мере одна труба может быть, по существу, расположена по центру на указанном коллекторе текучей среды, вследствие чего ось колонны и по меньшей мере одна труба параллельны или, возможно, совпадают при эксплуатации. Труб может быть несколько, например, две. Множество отклонителей могут быть 35 равномерно распределены относительно указанной по меньшей мере одной трубы. Каждый отклонитель может крепиться к трубе.

Каждый отклонитель, предпочтительно, является неподвижным; нарушение воздушного потока обусловлено формой, размером и/или углом отклонителя. Следует понимать, что форма каждого отклонителя должна уравнивать конкурирующие 40 требования обеспечения достаточного углового смещения потока текучей среды без чрезмерного блокирования потока.

Колонна может дополнительно содержать распределитель текучей среды для указанной первой текучей среды, причем указанный распределитель текучей среды расположен над указанным комбинированным коллектором и перераспределителем 45 текучих сред. Распределитель текучей среды и распределитель, входящий в комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред, могут быть предназначены для равномерного распределения текучей среды по поперечному сечению колонны. Каждый из них может представлять собой разветвленный распределитель,

известный из уровня техники. Коллектор текучей среды может иметь любую форму, известную из уровня техники. Коллектор текучей среды может представлять собой, по существу, плоскую пластину, или может иметь форму/быть наклоненным под углом для обеспечения поступления потока в по меньшей мере одну трубу.

5 Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред, предпочтительно, имеет форму, обеспечивающую его плотную посадку внутри колонны.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение будет подробнее раскрыто со ссылкой на прилагаемые чертежи. Следует понимать, что чертежи выполнены исключительно в целях  
10 иллюстрации и не ограничивают изобретения, раскрытое в приложенной формуле изобретения. Следует также понимать, что чертежи необязательно выполнены в масштабе, и что, если не указано иное, они просто предназначены для схематического иллюстрирования конструкций и процессов, раскрытых в настоящей заявке.

На фиг. 1 представлено схематическое поперечное сечение контактной колонны в  
15 соответствии с уровнем техники;

на фиг. 1a представлено схематическое изображение компонента в колонне, показанной на фиг. 1;

на фиг. 1b и 1c представлены виды в аксонометрии других компонентов в колонне, показанной на фиг. 1;

20 на фиг. 1d представлено схематическое изображение второй контактной колонны в соответствии с уровнем техники;

на фиг. 1e-1g представлены вид в аксонометрии, поперечное сечение и вид в плане секции наклоненной колонны;

на фиг. 2 представлено схематическое поперечное сечение контактной колонны в  
25 соответствии с изобретением;

на фиг. 2a и 2b представлены виды в аксонометрии компонентов в колонне, показанной на фиг. 2;

на фиг. 2c представлено схематическое изображение комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред для использования в колонне, показанной на фиг.  
30 2;

на фиг. 2d представлено схематическое поперечное сечение комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред, показанного на фиг. 2c;

на фиг. 3 представлен виды в аксонометрии альтернативного комбинированного коллектора и перераспределителя текучих сред для использования в колонне, показанной  
35 на фиг. 2;

на фиг. 4a изображено поперечное сечение, демонстрирующее концентрацию индикатора, который представляет необработанный более легкая текучая среда (например, газ) в колонне, такой как показана на фиг. 1 или 1d;

на фиг. 4b и 4c представлены поперечные сечения колонны, показанной на фиг. 4a;

40 на фиг. 5a изображено поперечное сечение, демонстрирующее концентрацию индикатора, который представляет необработанный более легкая текучая среда (например, газ) в колонне, такой как показана на фиг. 4;

на фиг. 5b и 5c представлены поперечные сечения колонны, показанной на фиг. 5a.

Подробное раскрытие изобретения

45 На фиг. 1e-1g схематически иллюстрируется проблема, связанная с колоннами на плавучих установках (или других неустойчивых установках), где колонна может наклоняться. На фиг. 1e и 1f изображена секция колонны, например, слой набивки под перераспределителем, и на фиг. 1g представлено поперечное сечение изображения,

показанного на фиг. 1f, в основании слоя. Высота секции равна  $H$ , диаметр колонны равен  $D$ , а угол наклона равен  $\alpha$ . Первая, более тяжелая текучая среда (например, растворитель) протекает вертикально вниз по колонне под действием силы тяжести. В противоположность этому, вторая, более легкая текучая среда протекает, по существу, параллельно оси колонны, поскольку имеет место перепад давления в колонне, который обуславливает поток второй текучей среды (например, газа). При наклоненной колонне существует участок набивки (показанный пунктиром), через который не протекает более тяжелая текучая среда, вследствие чего он не смачивается. Этот несмачиваемый участок известен как область низкой активности, возникающая из-за того, что лишь небольшая часть первой текучей среды взаимодействует здесь со второй текучей средой (или взаимодействие отсутствует). Как показано на фиг. 1e, участок, через который не протекает более тяжелая текучая среда, имеет, по существу, серповидную форму на нижней поверхности слоя набивки. На фиг. 1g форма показана дугообразной. Максимальная ширина  $w$  несмачиваемого участка определяется как:

$$w = H \tan \alpha$$

Как изложено выше,  $H$  может составлять несколько метров и, таким образом, небольшой угол наклона может приводить к появлению относительно большого несмачиваемого участка. Следует отметить, что постоянный наклон обычно не превышает 2-3 градусов, однако наклон может колебаться в диапазоне до 10 градусов. Ничто не препятствует прохождению части восходящей текучей среды через несмачиваемую набивку. Любая такая восходящая текучая среда не встречается поэтому с достаточным количеством нисходящей текучей среды. Кроме того, поскольку через эту секцию не опускается более тяжелая текучая среда, более легкой текучей среде легче подниматься через нее. Таким образом, этот несмачиваемый участок может быть назван «обходной зоной» (обходной зоной газа, если вторая текучая среда представляет собой газ). Если обходная зона слишком велика, то текучая среда, выводимая из верхней и нижней частей колонны, может не удовлетворять техническим условиям на продукт.

Большая длина, а также большой диаметр колонн могут, таким образом, приводить к возникновению большой обходной зоны газа. Вследствие этого такие колонны будут отличаться значительными разностями концентраций по поперечному сечению колонны в условиях наклона и перемещения. После возникновения эти градиенты концентрации в газовой фазе преобладают на протяжении большей части высоты колонны, даже если изменить или устранить наклон. Один известный способ решения этой проблемы состоит в значительном увеличении расчетных допусков на высоту и диаметр колонны и/или на объем переработки текучей среды. Наихудший сценарий состоит в том, что расчетные допуски окажутся недостаточными, чтобы удовлетворить техническим условиям на продукт после начала производства, что приведет к потерям продукции и дорогостоящему вынужденному простоя для выполнения модификаций.

На фиг. 2 изображена колонна, в которой вышеназванная проблема решается путем использования физического элемента, который смещает вторую текучую среду, например, газ. Как подробнее объясняется ниже, это гарантирует, что никакие градиенты, возникающие из-за наклона, не могут преобладать на протяжении всей колонны и, в частности, когда вторая текучая среда готова пройти через каналы в собирающей пластине, выполненные в виде вытяжных труб.

Как и фиг. 1, фиг. 2 представляет собой схематическое изображение колонны с обеспечением контакта «жидкость-газ», которая может представлять собой поглотитель углекислого газа, ректификационную колонну или другую аналогичную технологическую инженерную колонну. Многие из компонентов, показанных на фиг.

1, аналогичны тем, которые используются на фиг. 2; изменен только комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред, и это раскрыто подробнее со ссылкой на фиг. 2с.

На фиг. 2 показано, что первая текучая среда, которая может представлять собой жидкость, вводится через первый вход 110, расположенный ближе к верхней части колонны. Первый вход 110 соединен с распределителем 124 текучей среды, который подробнее показан на фиг. 2а и является таким же, как показанный на фиг. 1а. Распределитель 124 текучей среды содержит множество распределительных труб для равномерного распределения первой текучей среды по поперечному сечению колонны. Первая текучая среда после этого стекает вниз по колонне через верхнюю набивку 122, более подробно показанную на фиг. 2b. Как и в предыдущем случае, набивка аналогична показанной на фиг. 1b. Следует понимать, что распределитель текучей среды и верхнюю набивку можно заменить или удалить в зависимости от характера технологической инженерной колонны.

На фиг. 2 также показано, что вторая текучая среда, которая легче, чем первая текучая среда и может представлять собой газ, вводится через второй вход 112, расположенный ближе к нижней части колонны. Вторая текучая среда поднимается по колонне через другой слой набивки 122, который аналогичен слою, используемому ниже распределителя 124. Эту нижнюю набивку 122 также можно удалить или заменить другим компонентом в зависимости от характера технологической инженерной колонны.

Первая текучая среда, прошедшая через распределитель 124 и верхнюю набивку 122, попадает на сборную тарелку комбинированного коллектора и перераспределителя 130 текучей среды, подробнее показанного на фиг. 2с. Текучая среда стекает вниз из перераспределителя 130 через нижнюю набивку 122 для сбора в отстойнике 118 текучей среды на дне колонны. Эта собранная текучая среда отводится через выход 116 первой текучей среды. Более легкая текучая среда поднимается по колонне и вытекает через выход 114 второй текучей среды. На выходе 114 второй текучей среды может быть предусмотрена сетчатая прокладка 111.

На фиг. 2с и 2d подробно показан комбинированный коллектор и перераспределитель 130 текучей среды. Как и на фиг. 1с, перераспределитель 130 содержит коллектор в виде пластины 132 для сбора текучей среды. Вторая текучая среда (например, газ), которая поднялась по колонне через нижнюю набивку 122, проходит через множество каналов, выполненных в виде вытяжных труб 136 в собирающей пластине 132. Как и в варианте осуществления на фиг. 1с, отверстия каналов 136 закрыты, например, «шапочками» для предотвращения попадания более тяжелой текучей среды в эти каналы. Кроме того, высота каналов достаточно велика для обеспечения минимального взаимодействия (или его отсутствия) между двумя текучими средами на собирающей пластине 132. Аналогичным образом, перераспределитель 130 содержит одну (возможно, больше) опускных труб 134, через которые текучая среда проходит в перераспределитель 138 текучей среды. Таким образом, взаимодействие стекающей вниз текучей среды с восходящей текучей средой в пространстве между коллектором и перераспределителем предотвращается. Эти трубы (труба), как правило, расположены по центру относительно перераспределителя и коллектора. В данном случае перераспределитель текучей среды представляет собой разветвленный перераспределитель, который содержит множество ветвей для равномерного распределения комбинированной текучей среды по поперечному сечению колонны. Однако может использоваться любой подходящий перераспределитель. Собирающая пластина 132 на фиг. 2 показана, по существу, плоской, однако она может быть наклонена под углом и/или скошена, чтобы

способствовать поступлению потока в опускные трубы.

Только для иллюстрации, типовая высота такого комбинированного коллектора и перераспределителя составляет до 5 м, а типовой диаметр - до 5 м. Настоящее изобретение может использоваться независимо от размера, но оно будет наиболее эффективным для колонн большего диаметра с высокими перераспределителями. Разность концентраций в плоскости, вертикальной по отношению к оси колонны, является наиболее сложной проблемой для колонн с большим диаметром и в условиях сильного наклона/перемещения, когда требуется высокий перераспределитель.

Между перераспределителем текучей среды и коллектором имеется зазор или промежуток. Как показано на фиг. 2d, этот зазор имеет высоту  $H$  и радиус  $R$  (который соответствует радиусу колонны). Переаспределитель текучей среды и коллектор вставляются в, по существу, круглую колонну и, таким образом, оба являются, по существу, круглыми. Комбинированный коллектор и перераспределитель устанавливаются в колонне по центру и имеют центральную ось  $z$ , по существу, совпадающую с центральной осью колонны. Радиальное направление обозначено как  $r$ .

В примере на фиг. 2с четыре отклонителя 140 расположены между перераспределителем 138 текучей среды и пластиной 132 для сбора текучей среды. Эти отклонители 140 имеют, по существу, форму квадранта, иными словами, они имеют две, по существу, прямые кромки, соединенные изогнутой кромкой. Длина одной прямой стороны пластин может составлять приблизительно  $R$ , а длина другой -  $H$ , при этом длина изогнутой стороны составляет приблизительно  $H/\cos \alpha$ . Отклонитель 140 может быть усеченным с одной стороны, чтобы обеспечить лучшую посадку. Кривизна изогнутой кромки соответствует кривизне колонны и прилегает к внутренней стороне колонны. Их форма такова, что если бы отклонители 140 были расположены под прямыми углами к оси колонны, то они бы образовывали пластину или крышку, которая предотвращала бы подъем второй текучей среды. Отклонители 140 равномерно расположены вокруг оси комбинированного коллектора и перераспределителя. Отклонители 140 размещены под углом приблизительно 45 градусов к оси колонны; иными словами, под углом приблизительно 45 градусов к плоскости собирающей пластины и/или перераспределителя. Отклонители 140 в этой конструкции крепятся к опускной трубе, но они могут крепиться к внутренней поверхности колонны в качестве альтернативного или дополнительного варианта. Отклонители могут также крепиться к перераспределителю 138 текучих сред. Отклонители 140 являются неподвижными, т.е. не перемещаются.

На фиг. 3 показана альтернативная конструкция для коллектора и перераспределителя текучих сред, содержащая восемь отклонителей 142. Отклонители 142, по существу, являются дугообразными, с двумя изогнутыми кромками. Как и на фиг. 2с, отклонители 142 установлены под углом приблизительно 45 градусов к плоскости собирающей пластины 132 и/или перераспределителя 138 и поддерживаются на опускной трубе 134.

На фиг. 4а-5с изображен эффект установки отклонителей, таких как показаны на фиг. 2с и 3. На фиг. 4а-4с показан поток через колонну, такую как представлена на фиг. 1. В более легкую текучую среду на краю колонны добавлен индикатор (в данном случае, на правой стороне с индикатором более легкая текучая среда показана светло-серым цветом). Как показано на фиг. 4а-4с, поток более легкой текучей среды большей частью остается невозмущенным присутствием комбинированного коллектора и перераспределителя 30 текучей среды, который расположен между двумя слоями набивки 22. Иными словами, отслеживаемая текучая среда, по существу, протекает прямо вверх

по стороне колонны. На фиг. 4b показано, что концентрация индикатора ниже с правой стороны по сравнению с фиг. 4c. Таким образом, при подъеме текучей среды по колонне имеет место небольшое отклонение. Однако текучая среда, по существу, поднимается через один и тот же участок колонны. Таким образом, если бы колонна была наклонена, как объяснялось выше, имея несмачиваемый участок с правой стороны колонны, то восходящая текучая среда проходила бы через два несмачиваемых участка и, следовательно, не взаимодействовала бы с какой-то частью опускающейся текучей среды.

На фиг. 5a-5c показан поток через колонну, такую как представлена на фиг. 2. Как и в предыдущем случае, в более легкую текучую среду на краю колонны добавлен индикатор. Однако, как показано на фиг. 5a-5c, поток более легкой текучей среды смещен на угол  $\beta$ , составляющий приблизительно 120 градусов относительно центральной оси комбинированного коллектора и перераспределителя текучей среды. Поток смещается в угловом направлении отклонителями в комбинированном коллекторе и перераспределителе текучей среды, который расположен между двумя слоями набивки 122. Как показано на фиг. 5b, представляющем собой поперечное сечение в основании верхнего слоя набивки, концентрация индикатора является наибольшей в зоне, расположенной ближе к левой стороне колонны. В противоположность этому, на фиг. 5c индикатор имеет наибольшую концентрацию с правой стороны колонны. Таким образом вторая, восходящая текучая среда была смещена в диапазоне от 90 до 180 градусов, большей частью приблизительно на 120 градусов относительно оси комбинированного коллектора и распределителя текучей среды. Соответственно, если бы колонна была наклонена в правую сторону, то восходящая текучая среда протекала бы через несмачиваемую зону в нижнем слое набивки, но затем отклонялась бы или смещалась в угловом направлении относительно центральной оси, чтобы протекать через смачиваемую зону верхнего слоя набивки. Кроме того, концентрация нисходящей текучей среды с левой стороны такой наклонной колонны будет выше. Таким образом, благодаря применению отклонителей гарантируется взаимодействие восходящей текучей среды с нисходящей, даже если колонна наклонена. Соответственно, технические характеристики всего продукта улучшаются.

Без сомнения, специалистам могут прийти в голову многие другие альтернативные варианты. Следует понимать, что изобретение не ограничено раскрытыми вариантами осуществления и охватывает очевидные для специалистов модификации, не отступающие от существа и объема прилагаемой формулы изобретения.

#### (57) Формула изобретения

1. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред для технологической инженерной колонны, содержащий:

- 40 коллектор текучей среды для сбора первой текучей среды;
- перераспределитель текучей среды, расположенный ниже указанного коллектора текучей среды и определяющий пространство между указанным коллектором текучей среды и указанным перераспределителем текучей среды;
- по меньшей мере одну трубу, проходящую через указанное пространство, для соединения указанного коллектора текучей среды с указанным перераспределителем текучей среды;
- 45 по меньшей мере один канал, проходящий через указанный коллектор текучей среды и обеспечивающий возможность протекания второй текучей среды через указанный

коллектор текучей среды; и

по меньшей мере один отклонитель в указанном пространстве,

причем указанный комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред имеет центральную ось, при этом указанный по меньшей мере один отклонитель установлен под углом относительно центральной оси, за счет чего обеспечено смещение потока указанной второй текучей среды в указанном пространстве в угловом направлении относительно центральной оси.

2. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по п. 1, в котором поток указанной второй текучей среды смещен в диапазоне от 90 до 180 градусов относительно центральной оси.

3. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по п. 2, в котором поток указанной второй текучей среды смещен приблизительно на 120 градусов относительно центральной оси.

4. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-3, в котором указанный по меньшей мере один отклонитель установлен под углом приблизительно 30 градусов относительно центральной оси.

5. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-3, в котором форма и/или размер по меньшей мере одного отклонителя выбраны таким образом, чтобы способствовать смещению потока указанной второй текучей среды.

6. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-3, содержащий четыре отклонителя.

7. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по п. 6, в котором каждый отклонитель имеет форму квадранта.

8. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-3, 7, содержащий восемь отклонителей.

9. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по п. 6, в котором каждый отклонитель является, по существу, дугообразным.

10. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-3, 7, 9, в котором имеется множество отклонителей, равномерно распределенных относительно указанной по меньшей мере одной трубы.

11. Комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-3, 7, 9, в котором множество отклонителей расположены таким образом, чтобы блокировать поток указанной второй текучей среды через секцию указанного коллектора, когда указанный комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред наклонен.

12. Технологическая инженерная колонна, содержащая первый вход для первой текучей среды;

второй вход для второй текучей среды, более легкой, чем указанная первая текучая среда, и

комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред по любому из пп. 1-11;

причем указанный первый вход расположен возле верхней части указанной технологической инженерной колонны; указанный второй вход расположен возле нижней части указанной технологической инженерной колонны, а указанный комбинированный коллектор и перераспределитель текучих сред расположен между указанными первым и вторым входами.

13. Технологическая инженерная колонна по п. 12, дополнительно содержащая по

меньшей мере один слой набивки.

14. Технологическая инженерная колонна по п. 13, содержащая  $N$  слоев набивки, причем поток указанной второй текучей среды смещен на угол, определяемый выражением  $M \cdot 360/N$ , где  $M$  является положительным целым числом.

5

10

15

20

25

30

35

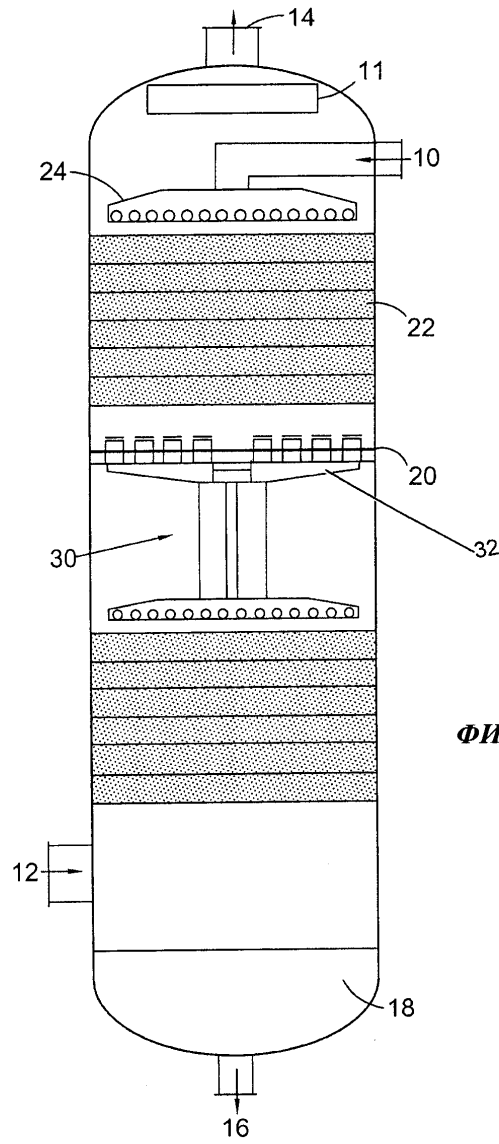
40

45



1

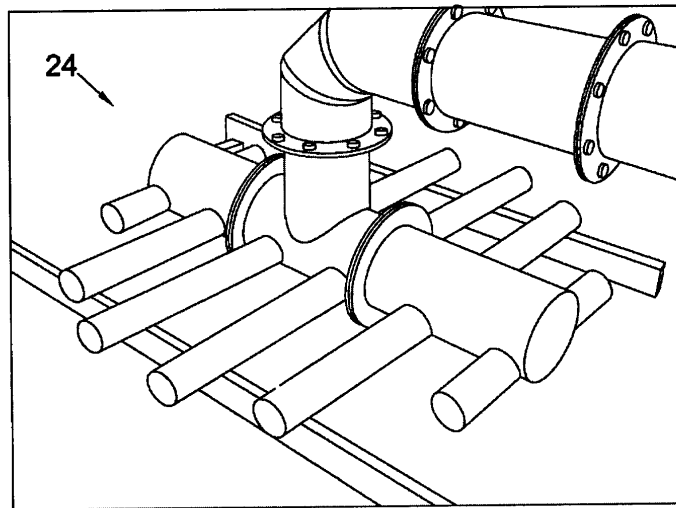
*I*



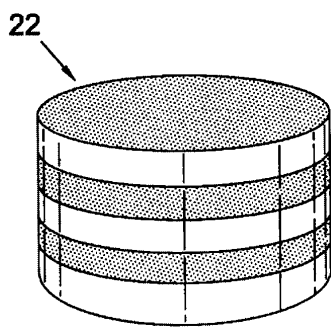
**ФИГ. 1**

2

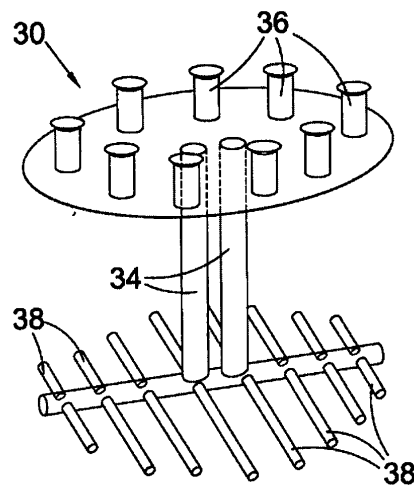
2



ФИГ. 1а



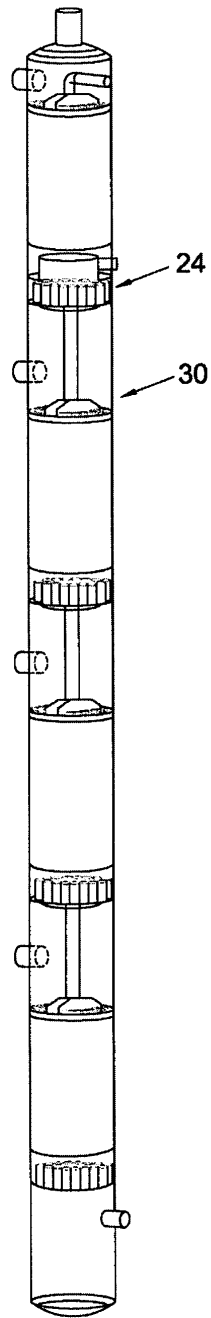
ФИГ. 1б



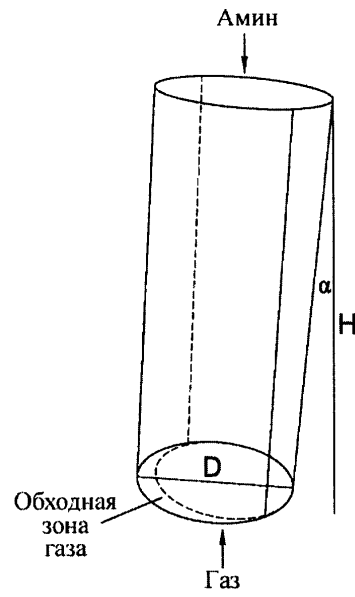
ФИГ. 1с

3

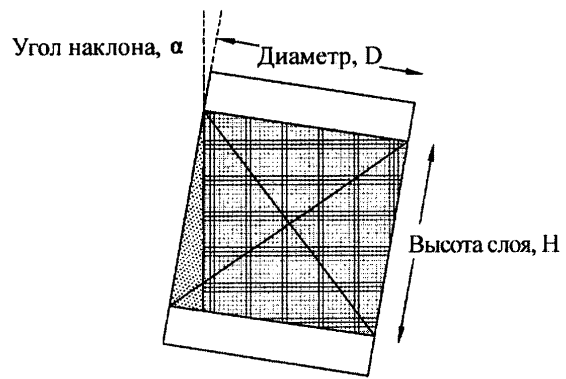
3



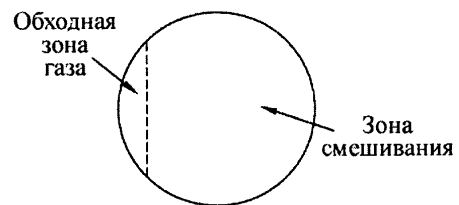
ФИГ. 1d



ФИГ. 1e



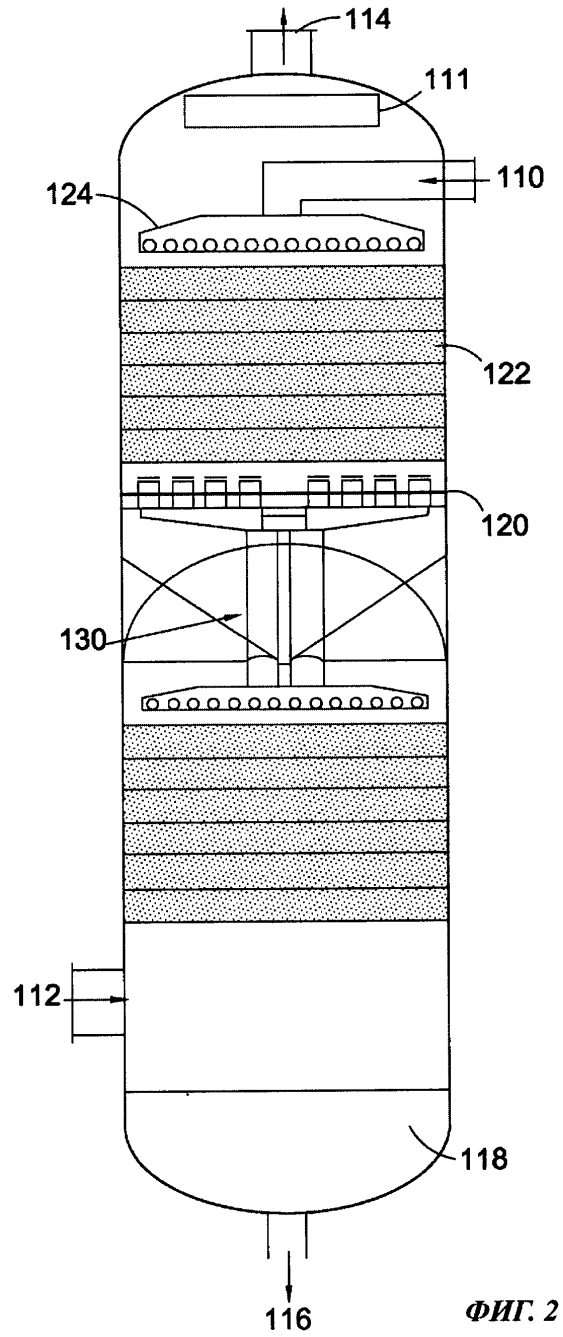
ФИГ. 1f



ФИГ. 1g

4

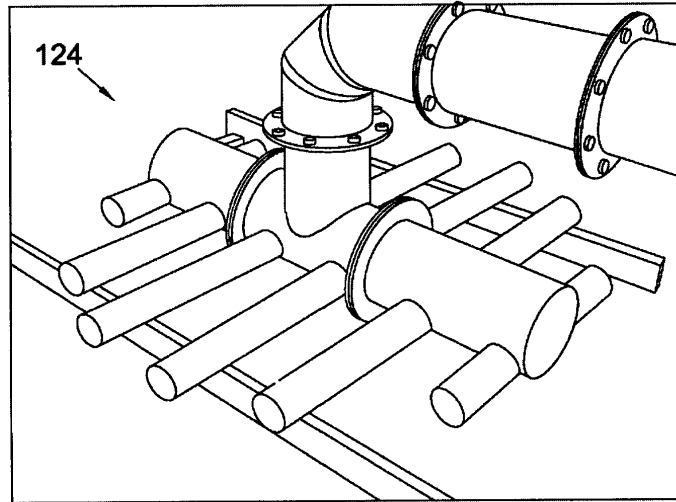
4



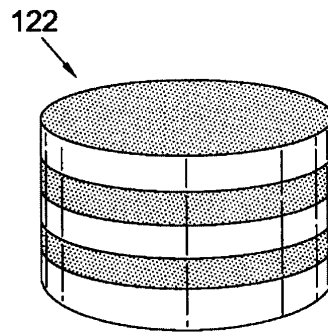
ФИГ. 2

5

5



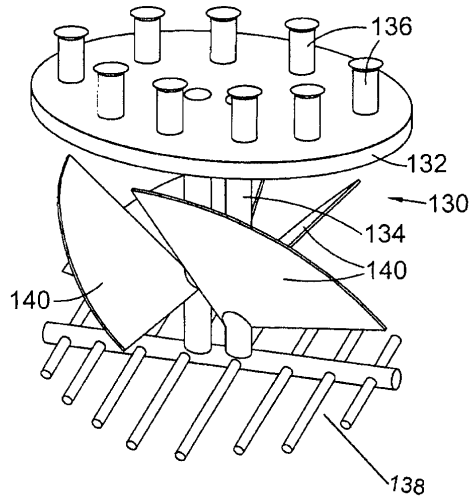
**ФИГ. 2а**



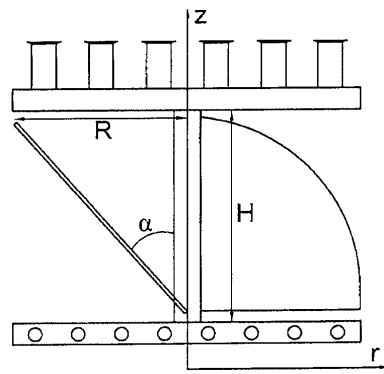
**ФИГ. 2б**

6

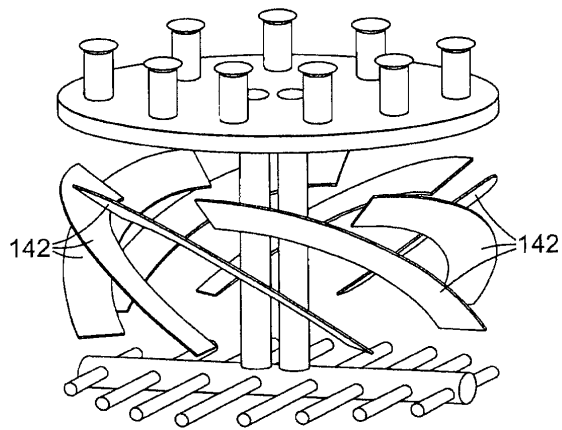
6



ФИГ. 2c



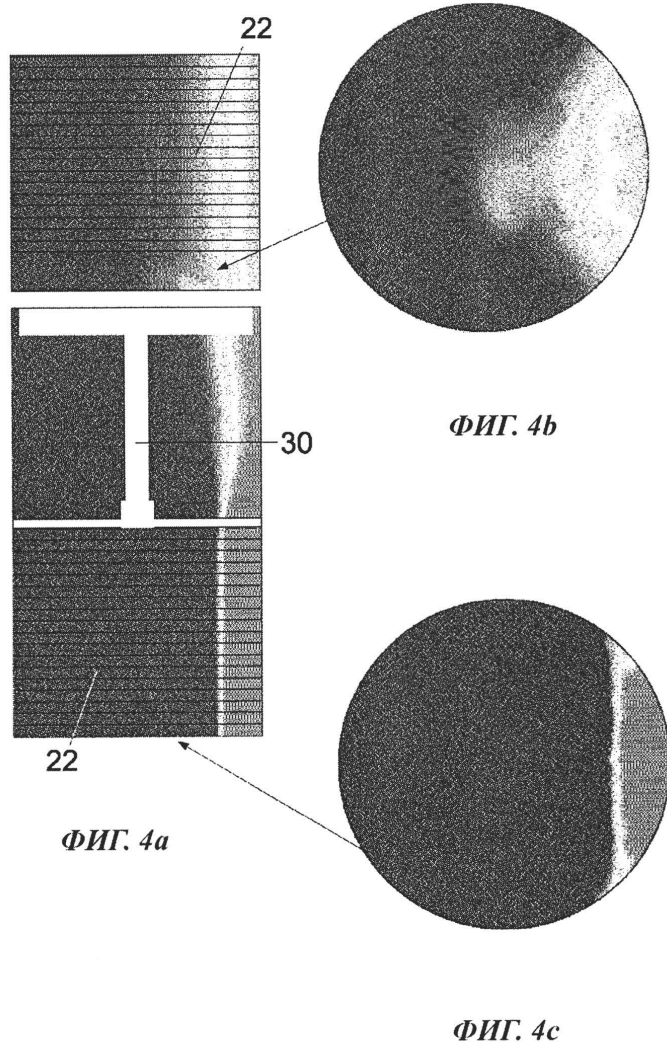
ФИГ. 2d



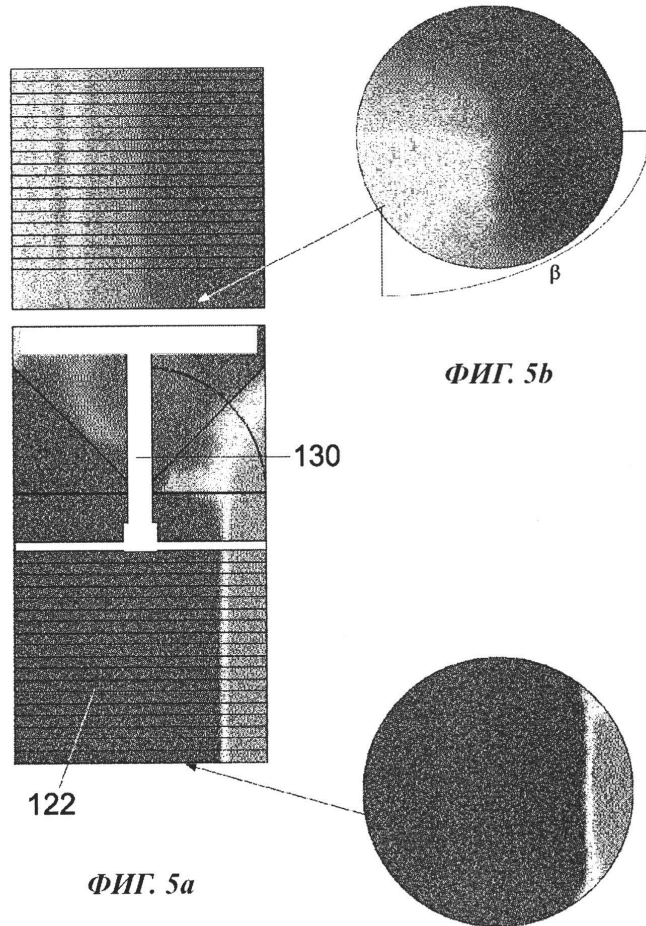
ФИГ. 3

7

7



8



ФИГ. 5b

ФИГ. 5a

ФИГ. 5c