

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039271**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.27

(21) Номер заявки
201892180

(22) Дата подачи заявки
2017.04.20

(51) Int. Cl. **B01D 27/14** (2006.01)
B01D 27/08 (2006.01)
B01D 46/02 (2006.01)
B01D 53/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ

(31) 62/326,452

(32) 2016.04.22

(33) US

(43) 2019.06.28

(86) PCT/CA2017/000088

(87) WO 2017/181263 2017.10.26

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЬЮЭР ДРЭГОН
ЭНВАЙРОНМЕНТАЛ ЛТД. (CA)**

(72) Изобретатель:
**Уигл Гленн Эрик, Данрот Аллан
Роберт, Дьюхейм Кейт Морис (CA)**

(74) Представитель:
Голышко Н.Т., Вашина Г.М. (RU)

(56) US-A-4559066
CA-A1-2881071
WO-A1-9502445
GB-A-2157970

(57) Предложено фильтровальное устройство для удаления из газового потока веществ-загрязнителей окружающей среды. Предлагаемое устройство содержит картридж, включающий внутренний перфорированный канал, внешнюю перфорированную рубашку, один или большее число неперфорированных концов и сорбирующий слой между упомянутыми внутренним перфорированным каналом и внешней перфорированной рубашкой и наружным корпусом, и наружный корпус, содержащий упомянутый картридж и имеющий первый порт, находящийся в сообщении через текучую среду с упомянутым внутренним перфорированным каналом, и второй порт, находящийся в сообщении через текучую среду с упомянутой внешней перфорированной рубашкой. При этом обеспечена возможность прохождения газового потока через упомянутый сорбирующий слой в двух направлениях с входом через первый порт и выходом через второй порт либо с входом через второй порт и выходом через первый порт. Кроме того, предложен способ удаления из газового потока веществ-загрязнителей. Предлагаемый способ содержит следующие стадии: обеспечение возможности протекания газового потока через фильтровальное устройство в первом направлении, при этом упомянутое фильтровальное устройство снабжено картриджем, содержащим сорбирующий слой, придание газовому потоку второго направления, отличающегося от упомянутого первого направления, при входе в упомянутый сорбирующий слой, и обеспечение возможности протекания газового потока через сорбирующий слой и выхода его из устройства.

039271 B1

039271 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Предлагаемое изобретение относится к способам и устройствам для удаления веществ-загрязнителей окружающей среды и токсичных веществ из паровых потоков.

Предпосылки создания предлагаемого изобретения

Неконтролируемое выделение в атмосферу летучих выбросов промышленными объектами, химическими предприятиями и транспортными средствами представляет всё более острую проблему, требующую решения. Ограничения, налагаемые государственными органами на допустимые уровни выбросов загрязняющих или токсичных веществ в атмосферу, становятся всё более строгими, как и меры принуждения к их исполнению. В частности, в нефтегазовой отрасли пары, образующиеся в процессе очистки нефти и газа, перед тем как они будут выпущены в окружающую среду, не должны содержать ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, соединений серы и летучих органических соединений. Наличие этих химических соединений в летучих выбросах представляют нерешенную проблему нефтеналивных судов и резервуаров для нефтепродуктов.

Когда из резервуара, трубы, цистерны или танкера нефтеналивного судна текучая среда из нефтяных скважин вытесняет воздух, этот воздух неизбежно содержит хотя бы минимальное количество сложных нефтяных паров, в том числе летучих органических соединений. Эти соединения обычно классифицируют по длине углеродной цепочки, например метан - это C1, октан - C8 и т.д. В числе этих летучих органических соединений особо выделяют ароматические углеводороды, такие как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, которые представляют собой органические молекулы сложной структуры, имеющие низкий порог восприятия запаха, и считаются канцерогенными. В некоторых случаях присутствуют также органические и неорганические соединения серы, такие как тиоспирты, меркаптаны и сероводород (H₂S), предельно допустимая концентрация которых очень низка. Хотя содержание этих веществ в воздухе измеряется в частях на миллион, современные требования таковы, что они должны быть удалены практически полностью.

К настоящему времени с разными результатами было разработано и испытано на рынке несколько систем для удаления загрязняющих примесей и токсичных веществ из газовых потоков.

В качестве фильтрующей среды для удаления химических веществ из газовых потоков обычно используют жидкости, для чего очищаемый газовый поток барботируют, т.е. пропускают в виде пузырьков через слой жидкости. Однако обращение с жидкой фильтрующей средой представляет задачу сложную и тяжелую, при этом существует риск утечек. Фильтрация с помощью жидкой среды часто приводит к отложениям твердых частиц и гудрона, которые трудно удалить. Оборудование для фильтрации с помощью жидкой среды не является легко переналаживаемым с точки зрения размещения или соединения без риска утечек. Кроме того, отработанная жидкая среда часто представляет опасность и требует особого внимания, а также расходов, связанных с ее использованием и утилизацией.

В патентном документе EP 1102620 B1 описана фильтровальная система, в которой использован сорбирующий фильтр, выполненный в виде пакета гофрированного полотна. В патентном документе US 20130292001 описана система очистки воздуха, в частности, для фильтрующего картриджа противогазной маски и способ заполнения сорбирующего входного канала. В патентном документе US 4559066 описан фильтровальный картридж, в котором сорбирующий слой воспринимает газовый поток и перенаправляет газ радиально от себя. Эта система имеет низкую производительность, она оснащена гофрированным пакетным фильтром на своей наружной поверхности и имеет постоянный картридж. В патентном документе US 2728409 описан способ фильтрации газов с помощью снабженного лопатками радиально направленного газового впускного патрубка, установленного в контейнере.

Однако на данный момент всё еще существует потребность в техническом решении, которое обеспечивало бы эффективное удаление токсичных веществ из потоков летучих выбросов. Такая система должна быть переносной, пригодной для повторного использования, простой в установке, переналаживаемой в отношении установки, варьируемой по производительности фильтрации сообразно потребности и безопасно транспортируемой на производственной площадке.

Краткое описание изобретения

Предлагаемым изобретением предусмотрено создание фильтровального устройства для отфильтровывания из газового потока загрязнений, т.е. веществ-загрязнителей окружающей среды. Предлагаемое устройство оснащено картриджем, содержащим внутренний перфорированный канал, внешнюю перфорированную рубашку, один или более неперфорированных концов и сорбирующий слой между упомянутыми внутренним перфорированным каналом и внешней перфорированной рубашкой, и наружным корпусом, содержащим в себе упомянутый картридж, и имеющим первый порт, сообщающийся с упомянутым внутренним перфорированным каналом, и второй порт, сообщающийся через текучую среду с упомянутой внешней перфорированной рубашкой. При этом обеспечена возможность двустороннего прохождения газового потока через упомянутый сорбирующий слой с входом через первый порт и выходом через второй порт либо с входом через второй порт и выходом через первый порт.

Кроме того, предлагаемым изобретением предусмотрено создание способа отфильтровывания из газового потока веществ-загрязнителей окружающей среды. Предлагаемый способ содержит следующие операции: обеспечение возможности протекания газового потока в фильтровальное устройство в первом

направлении, при этом упомянутое фильтровальное устройство снабжено картриджем, содержащим сорбирующий слой, направление газового потока с изгибом, т.е. с поворотом, для следования во втором направлении, отличающемся от упомянутого первого направления при входе в упомянутый сорбирующий слой, и обеспечение возможности газовому потоку протекать через сорбирующий слой и выходить из устройства.

Другие аспекты предлагаемого изобретения станут ясны для специалистов в данной отрасли из дальнейшего подробного рассмотрения различных вариантов осуществления предлагаемого изобретения, описываемых в целях иллюстрации. Как станет понятно, предлагаемое изобретение допускает различные другие варианты осуществления и в некоторых своих частях допускает возможность модификации в различных других отношениях без отступления от существа и объема предлагаемого изобретения. Таким образом, прилагаемые графические материалы и подробное описание предлагаемого изобретения следует рассматривать как иллюстрацию, которой не ограничивается объем предлагаемого изобретения.

Краткое описание чертежей

Дальнейшее более подробное описание предлагаемого изобретения, которое было кратко описано выше, будет проводиться со ссылками на прилагаемые графические материалы (чертежи), иллюстрирующие конкретные варианты осуществления предлагаемого изобретения. На прилагаемых чертежах проиллюстрированы только типичные варианты осуществления предлагаемого изобретения, и поэтому они не налагают ограничений на его объем.

На фиг. 1 на виде сбоку с разнесением деталей изображено фильтровальное устройство согласно одному из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 2 на виде сбоку с разнесением деталей изображено фильтровальное устройство согласно другому варианту осуществления предлагаемого изобретения;

на фиг. 3 в аксонометрии изображены части фильтровального устройства согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения;

на фиг. 4 изображены два фильтровальных устройства согласно предлагаемому изобретению, соединенных последовательно;

на фиг. 5 в аксонометрии изображено фильтровальное устройство согласно предлагаемому изобретению, при этом показан наружный корпус устройства и места соединения;

на фиг. 6А, 6В, 6С и 6D показаны возможные пути прохождения газового потока, при этом проиллюстрированы возникающие проблемы и показано их решение с помощью предлагаемого изобретения.

Следует заметить, что чертежи выполнены не в масштабе и в некоторых случаях с целью выделения некоторых признаков не соблюдены пропорции.

Подробное описание вариантов осуществления изобретения

Последующее описание и описываемые варианты осуществления предлагаемого изобретения имеют иллюстративный характер в отношении принципов различных аспектов предлагаемого изобретения. Эти варианты описываются с целью пояснения и не ограничивают принципы предлагаемого изобретения в различных аспектах его осуществления.

Предметом предлагаемого изобретения является предпочтительно выполненное в виде резервуара устройство для ослабления запаха, уменьшения содержания химических веществ-загрязнителей окружающей среды в утекающих выбросах и создания более безопасной рабочей среды. В частности, такое устройство, выполненное в виде резервуара, может быть использовано для удаления летучих органических соединений, ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, а также соединений серы.

Предлагаемое устройство, выполненное в виде резервуара, обеспечивает уникальное протекание потока в двух направлениях и допускает установку его разными способами.

В предлагаемом изобретении воздух или пар, подлежащий фильтрованию, впускают через порт в торце или в боковой поверхности резервуара, а обработанный воздух или пар выпускают соответственно через порт в боковой поверхности или в торце резервуара после прогона его через сорбирующий слой, находящийся в картридже внутри резервуара, с целью удаления загрязняющих примесей. Может быть использована сорбирующая среда различного типа, которая может быть выбрана в зависимости от типа химических веществ, содержащихся в парах, подлежащих обработке.

Как можно видеть на прилагаемых чертежах, устройство согласно предлагаемому изобретению выполнено в виде резервуара 100, содержащего наружный корпус 2, предпочтительно имеющий торец 4, снабженный крышкой и первым впускным-выпускным портом 6, боковую стенку 8, снабженную вторым впускным-выпускным портом 10, а также может иметь дренажное отверстие 12 (факультативно). Представляется предпочтительным такое решение, при котором наружный корпус 2 имеет объем в диапазоне от приблизительно 19 л до приблизительно 380 л (от 5 до 100 американских галлонов), более предпочтительно приблизительно 114 л (30 американских галлонов) или меньше, однако специалисту в данной отрасли техники должно быть понятно, что наружный корпус 2 может иметь любой подходящий объем и соотношение размеров в зависимости от конкретного применения, так чтобы были обеспечены желаемая степень очистки, занимаемая площадь, устойчивость и транспортабельность. С точки зрения простоты наполнения фильтровальной средой и транспортабельности представляется предпочтительным исполь-

зовать резервуары с размерами, обеспечивающими объем приблизительно 114 л (30 американских галлонов) или меньше, но могут быть использованы и резервуары других размеров в указанном выше диапазоне объемов. На прилагаемых чертежах наружный корпус имеет форму цилиндра, однако специалисту в данной отрасли техники должно быть понятно, что это не является обязательным требованием и наружный корпус может иметь другую форму, например форму прямоугольной призмы, воронкообразную форму и т.д. Должно быть понятно также, что, хотя на прилагаемых чертежах торцы 4 и 14 наружного корпуса изображены плоскими, это не является обязательным требованием, в зависимости от требований к максимально допустимому давлению эти торцы 4 и 14 могут быть выполнены выпуклыми или вогнутыми.

Наружный корпус 2 может быть выполнен из разных материалов в зависимости от конкретного применения, например из стали, из нержавеющей стали, из стеклопластика или из полимерного материала. В тех случаях, когда резервуар 100 применяется на мобильных установках, например, когда он установлен в кузове грузового автомобиля и часто горизонтально, как показано на фиг. 4, входной и выходной трубопроводы, подсоединенные к резервуару 100 в рабочей конфигурации своим весом и возникающими при транспортировке вибрациями, могут причинить вред наружному корпусу 2. В таких случаях представляется предпочтительным, чтобы наружный корпус был выполнен толстостенным из стали, чтобы придать ему дополнительную прочность. Согласно одному из предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения внутренняя поверхность наружного корпуса 2 может быть снабжена покрытием, обеспечивающим устойчивость к химическому воздействию, антикоррозионную стойкость и имеющим другие полезные свойства, материалом такого покрытия может быть, например, материал на основе эпоксидной смолы.

Кроме того, резервуар 100 содержит съемный картридж 16, выполненный с возможностью установки его внутрь наружного корпуса 2. Этот картридж 16 содержит внутренний перфорированный канал 18 и внешнюю перфорированную рубашку 20. Пространство 30 между упомянутыми внутренним перфорированным каналом 18 и внешней перфорированной рубашкой 20 заполнено сорбирующим слоем 32, о котором более подробно будет рассказано позже. Концы 22a и 22b картриджа являются сплошными и непроницаемыми для потоков. Представляется предпочтительным такое решение, при котором и картридж 16, и наружный корпус 2 имеют размеры и вес, обеспечивающие возможность поднятия их одним работником без необходимости привлечения другого оборудования или опорных средств.

Хотя на фиг. 2 второй выпускной-впускной порт 10 изображен выступающим из боковой стенки 8 наружного корпуса 2, должно быть понятно, что объемом предлагаемого изобретения охвачен также такой вариант, когда этот второй выпускной-впускной порт 10 выполнен на торце 14 наружного корпуса 2, который расположен напротив торца 4, на котором находится первый впускной-выпускной порт 6. Такое решение проиллюстрировано на фиг. 4. В обоих этих вариантах осуществления предлагаемого изобретения второй выпускной-впускной порт 10 сообщается по потоку с пространственной областью 34 кольцеобразного сечения между внешней перфорированной рубашкой 20 и наружным корпусом 2. Являющиеся непроницаемыми для потоков концы 22a и 22b картриджа предотвращают всякое сообщение между вторым выпускным-впускным портом 10 и картриджем 16, что будет более подробно обсуждено ниже.

Согласно одному из предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения начальный, верхний участок внутреннего перфорированного канала 18 покрыт неперфорированным патроном 24. Назначение этого неперфорированного патрона 24 состоит в том, чтобы предотвращать попадание воздуха или пара, поступающего в картридж 16, в часть упомянутого пространства 30 вблизи верхнего конца вертикально установленного резервуара 100, которая может быть свободна от сорбирующей среды 32 в случае, если картридж 16 не полностью заполнен сорбирующей средой 32. Представляется предпочтительным такое решение, при котором неперфорированный патрон 24 выступает приблизительно на 5 см (2 дюйма) над верхним участком внутреннего перфорированного канала 18.

В вариантах осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированных на фиг. 6B и 6D, и особенно в случаях, когда резервуар 100 используется в вертикальном положении, таким образом, что первый впускной-выпускной порт 6 используется как впускной порт, представляется предпочтительным такое решение, при котором конец 22a картриджа 16, расположенный вблизи впускного порта 6, снабжен неперфорированной гильзой 36, простирающейся внутрь внутреннего перфорированного канала 18 по длине последнего. В варианте осуществления предлагаемого изобретения, изображенном на фиг. 6A, без неперфорированной гильзы 36 может произойти кинжальный прорыв в верхней части сорбирующего слоя 32, так как газовый поток от внутреннего перфорированного канала 18 стремится сфокусироваться в верхней части сорбирующего слоя 32. В варианте осуществления предлагаемого изобретения, изображенном на фиг. 6C, отсутствие неперфорированного патрона 24 может привести к перетоку газового потока (аналог электрического короткого замыкания) через незаполненное пространство 30 в сорбирующем слое 32, что приводит к кинжальному прорыву. В варианте осуществления предлагаемого изобретения, изображенном на фиг. 6A, кинжальный прорыв отмечается по медленному, но неуклонному повышению содержания веществ-загрязнителей. В варианте осуществления предлагаемого изобретения, изображенном на фиг. 6C, прорыв определяется на ранних стадиях и носит внезапный характер, так как загрязненный газ протекает через незаполненное пространство 30. Он определяется также по аномально малой разности давлений на картридже 16. В вариантах осуществления предлагаемого изобретения, изобра-

женном на фиг. 6B и фиг. 6D, диаметр неперфорированной гильзы 36 меньше, чем диаметр внутреннего перфорированного канала 18, так что между ними образован кольцеобразный канал 40. Как можно видеть на фиг. 6B и 6D, неперфорированная гильза 36 обеспечивает направленность входящего воздушного или парового потока на сорбирующий слой 32 и равномерное распределение его по высоте этого сорбирующего слоя 32. Вместе с неперфорированным патроном 24 неперфорированная гильза 36 служит для снижения риска того, что воздушный или паровой поток пройдет в обход сорбирующего слоя 32 и закончится в потенциально полый части пространства 30. При равномерном распределении воздуха или пара по сорбирующему слою 32 достигается участие в фильтровании всего сорбирующего слоя 32, благодаря чему обеспечивается продление срока службы сорбирующего слоя 32. При таком решении удастся также исключить обход фильтруемым потоком сорбирующего слоя 32. В одном из более предпочтительных вариантов осуществления предлагаемого изобретения неперфорированная гильза 36 простирается на величину, составляющую от трети (1/3) до половины (1/2) внутреннего перфорированного канала 18.

Согласно еще одному варианту осуществления изобретения выпуск воздуха или пара в резервуар 100 осуществляется через второй порт, расположенный в боковой стенке 2 либо в торце 14 наружного корпуса 2. При таком решении, чтобы обеспечить равномерное распределение воздуха или пара по сорбирующему слою 32, резервуару 16 приданы такие размеры, которые обеспечивают заранее заданную пространственную область 34 кольцеобразного сечения между внешней перфорированной рубашкой 20 и наружным корпусом 2. Упомянутая пространственная область 34 кольцеобразного сечения простирается по периферии внешней перфорированной рубашки 20. В случае, когда второй выпускной-впускной порт 10 расположен на торце 14 наружного корпуса 2, представляется предпочтительным такое решение, при котором эта пространственная область 34 простирается также над концом 22b картриджа 16.

Пространственная область 34 кольцеобразного сечения создается с помощью одной или большего числа распорных деталей 38, расположенных на внешней перфорированной рубашке 20 и на конце 22b картриджа 16. Согласно некоторым предпочтительным вариантам осуществления предлагаемого изобретения распорные детали 38 могут иметь форму разделительных выступов, колец или рамок или реек, которые могут быть расположены на внешней перфорированной рубашке 20. Специалисту в данной отрасли должно быть понятно, что в отношении распорных деталей 38 может быть сколько угодно решений, обеспечивающих как поддержание пространственной области 34 кольцеобразного сечения, так и возможность беспрепятственного истечения парового потока из внешней перфорированной рубашки 20, и что все такие решения охвачены объемом предлагаемого изобретения.

Пространственная область 34 кольцеобразного сечения обеспечивает возможность равномерного рассеяния пара, выходящего из внешней перфорированной рубашки 20, и тем самым также абсорбции по высоте сорбирующего слоя 32. Кроме того, наличие такой пространственной области создает перепад давления пара, поступающего в резервуар 100, что способствует равномерному распределению, а также недопущению прилипания потока впускаемого пара к одной стороне или одной области внешней перфорированной рубашки 20. Представляется предпочтительным такое решение, при котором объем и размеры пространственной области 34 кольцеобразного сечения рассчитаны на основе мощности потока (количество в единицу времени) воздуха или пара, подлежащего обработке, и размеры картриджа 16 относительно наружного корпуса 2 рассчитаны соответственно. Представляется предпочтительным такое решение, при котором размер пространственной области 34 кольцеобразного сечения достаточно велик, чтобы ослабить ограничение потока и повышение избыточного давления между картриджем 16 и наружным корпусом 8 или даже не допустить такого ограничения потока и повышения избыточного давления, что могло бы привести к механическому повреждению наружного корпуса 8 избыточным давлением.

Согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения может быть предусмотрен подогрев резервуара 100, чтобы предотвратить обледенение и замерзание первого впускного-выпускного порта 6, второго выпускного-впускного порта 10 или сорбирующего слоя 32. Это может случиться при выполнении операций по выпуску паров из грузового отсека танкера по причине слабой струи высокотемпературного пара с высокой влажностью в условиях минусовой температуры. В таких случаях подогрев может уменьшить или не допустить понижения температуры парового потока, что могло бы привести к конденсации влаги из пара и ее замерзанию.

Согласно предлагаемому изобретению сорбирующий слой 32 предпочтительно заполнен сорбирующей средой по технологии, называемой "снежная буря". В результате этой технологии заполнения обеспечивается высокая плотность набивки сорбирующей среды. Такая высокая плотность набивки обеспечивает значительно более высокую фильтрующую способность и, следовательно, более продолжительный срок службы сорбирующего материала. Однако специалисту в данной области техники должно быть понятно, что для целей предлагаемого изобретения пригодны любые другие средства набивки сорбирующего слоя 32 гранулированной сорбирующей средой.

Будучи набитой, сорбирующая среда полностью содержится в картридже 16, так что нет контакта этой среды с оператором или внешней средой или ее доступности для воздействия извне. При таком решении резервуар устройства согласно предлагаемому изобретению, будучи загруженным, не чувствителен к факторам окружающей среды, к температуре или влажности.

Для целей предлагаемого изобретения представляется предпочтительным такое решение, при котором

подходящая сорбирующая среда выбрана в зависимости от природы содержащегося в паре вещества-загрязнителя окружающей среды, которое должно быть удалено. Например, один тип сорбирующей среды может быть выбран в случае летучих органических соединений, в том числе ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, а также соединений серы, в том числе сероводорода (H_2S), а другой тип сорбирующей среды может быть выбран в случае значительно более высокого содержания соединений серы, в том числе сероводорода (H_2S).

Представляется предпочтительным такое решение, при котором сорбирующая среда представляет собой гранулированный материал, являющийся безопасным и обладающим связывающей способностью.

Сорбирующий слой 32, который находится в резервуаре, в существующем режиме протекания потока способен отфильтровывать химические вещества-загрязнители окружающей среды в диапазоне от 0,3:1 до 1:1 по массе. Это значит, что, как установили авторы предлагаемого изобретения, каждый килограмм сорбирующей среды способен уловить загрязняющие примеси из массы загрязненного газа от 0,3 до 1 кг. Таким образом, один резервуар 100 с сорбирующей средой, пока сорбирующая способность последней не будет полностью исчерпана, может удалить вредоносные пары из большого объема воздуха или пара, подлежащего обработке.

Как только сорбирующая способность наличной предпочтительной сорбирующей среды полностью исчерпана, она может быть полностью восстановлена с помощью пара и(или) нагрева, что значит, что после восстановления сорбирующей способности сорбирующий материал может быть использован повторно.

Согласно еще одному обеспечивающему преимущество аспекту осуществления предлагаемого изобретения наличная предпочтительная сорбирующая среда, сорбирующая способность которой исчерпана, может быть очищена от химических веществ - загрязнений путем пропускания через резервуар 100 чистого воздуха точно так же, как через него пропускался воздух, подлежащий обработке. Это удаление из сорбирующей среды десорбирующихся веществ - загрязнений может быть использовано в случаях, когда от химического продукта освобождается грузовой отсек танкера, и резервуар предлагаемого устройства соединен с газоотводным концом такого грузового отсека танкера, и обеспечена возможность засасывания через резервуар 100 атмосферного воздуха извне с направлением его в грузовой отсек танкера. При таком решении обеспечена возможность многократного использования резервуара 100 для грузового отсека танкера, многократно заполняемого и опустошаемого.

Представляется предпочтительным такое решение, при котором картридж 16 выполнен достаточно малым, чтобы с устройством мог управляться один оператор, и поэтому при таком решении картридж с израсходованной сорбирующей средой легко снимать и заменять.

Для удаления углеводородов, таких как летучие органические соединения, и ароматические углеводороды, такие как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, а до некоторой степени также сероводород (H_2S) и меркаптаны, представляется предпочтительным использовать в качестве сорбирующей среды активированный уголь, но следует помнить, что это только пример, которым не ограничивается объем предлагаемого изобретения. Для фильтрации потоков с высоким содержанием соединений серы, в частности, сероводорода (H_2S) и меркаптанов наиболее предпочтительным представляется использование в качестве сорбирующей среды формованного угля, в частности, формованного угля на основе активированного битума. В предлагаемом изобретении могут использоваться также другие известные в отрасли сорбирующие материалы, такие как цеолиты, гранулированные оксиды железа и импрегнированные активированные угли, однако эти сорбирующие материалы не являются восстанавливаемыми. Кроме того, импрегнированные активированные угли представляют опасность с точки зрения возможного вымывания химических веществ, которыми они импрегнированы.

Через резервуар 100 воздух протекает как в осевом направлении, так и по радиусам, при этом предпочтительным представляется такое решение, при котором обеспечена возможность протекания очищаемого потока в двух направлениях. Согласно одному из вариантов осуществления предлагаемого изобретения для газового потока, подлежащего обработке, обеспечена возможность вхождения в картридж 16 через первый впускной-выпускной порт 6, прохождения через неперфорированный патрон 24 и во внутренний перфорированный канал 18. Концы 22a и 22b картриджа 16 являются сплошными и непроницаемыми для потоков, поэтому обрабатываемый паровой поток проталкивается через сорбирующий слой 32 по радиусам вовне и затем выходит через пространственную область 34 кольцеобразного сечения между перфорированной рубашкой 20 и наружным корпусом 2. Неперфорированный патрон 24 и неперфорированная гильза 36 обеспечивают равномерность распределения парового потока по высоте сорбирующего слоя 32 без возможности прохождения его в обход. Затем обработанный паровой поток выходит из наружного корпуса 2 через второй выпускной-впускной порт 10 на боковой поверхности наружного корпуса 2, откуда он может быть выпущен в атмосферу или транспортирован в другое место.

Согласно еще одному варианту осуществления предлагаемого изобретения для газового потока, подлежащего обработке, обеспечена возможность вхождения в резервуар 100 через второй выпускной-впускной порт 10 в боковой поверхности 8 или в торце 14 наружного корпуса 2 и прохождения через перфорированную рубашку 20. Пространственная область 34 кольцеобразного сечения между перфорированной рубашкой 20 картриджа 16 и наружным корпусом 2 обеспечивает равномерность распределе-

ния парового потока по высоте сорбирующего слоя 32 беспрепятственно. Концы 22a и 22b картриджа 16 являются сплошными и непроницаемыми для потоков, поэтому обрабатываемый паровой поток проталкивается через сорбирующий слой 32 по радиусам вовнутрь и во внутренний перфорированный канал 18. Затем паровой поток следует в осевом направлении через внутреннюю неперфорированную гильзу 36 и выходит за пределы наружного корпуса 2 через первый впускной-выпускной порт 6, откуда он может быть выпущен в атмосферу или транспортирован в другое место.

Для исключения утечки пара между картриджем 16 и наружным корпусом 2 или из наружного корпуса 2 в атмосферу представляется предпочтительным такое решение, при котором снабженный крышкой торец наружного корпуса 2 плотно закрывает неперфорированный конец 22 картриджа 16 с использованием стандартной прокладки 28.

Как проиллюстрировано на прилагаемых чертежах фиг. 6A, 6B, 6C и 6D, в предлагаемом изобретении преимущество обеспечивается при таком решении, когда траектория воздушного или парового потока имеет поворот приблизительно на 90°, меняя направление либо с осевого на радиальное, либо с радиального на осевое. Авторы предлагаемого изобретения установили, что изгиб пути прохождения потока приблизительно под прямым углом способствует уменьшению или устранению каналирования в сорбирующем слое 32. Под каналированием здесь понимается либо следование парового потока в обход сорбирующего слоя 32, либо образование в сорбирующей среде сквозного канала. Такой пустой канал создает путь наименьшего сопротивления, что может привести к тому, что паровой поток пройдет через резервуар практически неотфильтрованным. Образование канала может быть обнаружено по постепенному нарастанию содержания в выходящем потоке обработанного пара химических загрязнений. Признаки образующегося канала и кинжального прорыва отличаются от признаков полной утраты картриджем сорбирующей способности тем, что при полной утрате картриджем его сорбирующей способности повышение содержания в выходящем потоке обработанного пара химических веществ-загрязнителей происходит резко, с большой скоростью.

В отличие от известных фильтров, в которых воздушный поток является практически линейным, устройство согласно предлагаемому изобретению обеспечивает более полное, более равномерное распределение подлежащего обработке воздушного или парового потока по всему сорбирующему слою 32. Предлагаемое изобретение обеспечивает фильтрацию больших объемов с малым перепадом давления в резервуаре 100. При уменьшении каналирования повышается продолжительность эксплуатации картриджа 16 и сорбирующего слоя 32, так как сокращается или полностью устраняется риск кинжального прорыва, благодаря чему обеспечивается более полное использование сорбирующего слоя.

Благодаря радиальному протеканию газового потока через сорбирующий слой 32 обеспечивается понижение риска каналирования и более полное фильтрование и более полное использование сорбирующего слоя 32. Вообще говоря, этот результат был бы достигнут и поэтому включается в объем предлагаемого изобретения при любом направлении потока через сорбирующий слой 32, которое ориентировано под углом приблизительно 90° к ориентации входящего потока воздуха или пара.

Для целей предлагаемого изобретения представляется предпочтительным, чтобы угол изгиба (поворота) воздушного или парового потока составлял приблизительно 90°, однако, специалисту в данной области должно быть понятно, что без ограничения объема предлагаемого изобретения этот угол может быть также более острым или более тупым. В качестве неограничивающего примера можно заметить, что углы изгиба воздушного или парового потока величиной от 45 до 135° также охватываются объемом предлагаемого изобретения. Изгиб воздушного или парового потока способствует также отделению от этого потока частиц жидкости или твердых частиц, которые под действием силы тяготения падают в нижнюю область резервуара 100, откуда они могут быть удалены через дренажное отверстие 12. Это дренажное отверстие 12 может быть предусмотрено в нижней области резервуара 100 независимо от ориентации этого резервуара 100.

В других вариантах осуществления предлагаемого изобретения дренажное отверстие 12 может отсутствовать в наружном корпусе 2 во избежание возможных утечек.

Устройство согласно предлагаемому изобретению обеспечивает возможность удаления из паровых потоков углеводородов, таких как летучие органические соединения, и ароматические углеводороды, такие как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, а также соединений серы, таких как сероводород (H_2S) и меркаптаны, а также возможность удаления запахов. Предлагаемое устройство может найти общее применение при вентиляции грузовых отсеков нефтяных и газовых танкеров, при вентиляции автоцистерн для перевозки нефтепродуктов, при вентиляции вакуумных автоцистерн, при вентиляции грузовых поездов, при вентиляции обратного потока жидкости для разрыва пласта в процессе погрузки, выгрузки и производства. Еще одно применение - это улавливание вредных веществ из выхлопов грузовых транспортных средств, где предлагаемое изобретение может быть использовано для потоков с расходом до 70 кубических футов в минуту, т.е. 2 м^3 в минуту и с успехом улавливать углеводороды, такие как летучие органические соединения, и ароматические углеводороды, такие как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, а также соединения серы, такие как сероводород (H_2S) и меркаптаны, из газовых потоков с перепадом давления менее 1/8 дюйма водяного столба или 0,03 кПа. Кроме того, устройство согласно предла-

гаемому изобретению может быть использовано для улавливания летучих паров из вакуумных автоцистерн из потоков с большим расходом: до 1700 кубических футов в минуту, т.е. 48 м³ в минуту и обеспечивает хорошее фильтрование при перепаде давления меньше 2 дюймов водяного столба или 0,5 кПа. Кроме того, предлагаемое изобретение может найти применение также в системах вытяжной вентиляции, работающих на принципе Вентури.

Устройство согласно изобретению может быть соединено с любыми системами движения газовых потоков, например, с вентиляционной системой с электроприводом для любого из портов 6 или 10 для пропускания газового потока через резервуар, как это делается в случае использования предлагаемого устройства в составе вытяжной системы грузового отсека танкера, о чем говорилось выше.

Кроме нефтегазовой отрасли предлагаемое изобретение может быть использовано на очистительных заводах, в целлюлозно-бумажной промышленности и в воздухоудовках, работающих на принципе Вентури, используемых при очистке грузовых отсеков танкеров во время вынужденного простоя или при техническом обслуживании и текущем ремонте. Устройство согласно предлагаемому изобретению может быть использовано также при заполнении или опустошении емкостей транспортных средств для наливных грузов, в частности водных транспортных средств для наливных грузов.

Первый впускной-выпускной порт 6 и второй выпускной-впускной порт 10 могут иметь любые размеры, обеспечивающие промышленное применение и удовлетворяющие общим требованиям к размерам соединяемых частей. Представляется предпочтительным такое решение, при котором наружный диаметр первого впускного-выпускного порта 6 и второго выпускного-впускного порта 10 составляет 7,62 см (3 дюйма) или 15,24 см (6 дюймов).

Согласно одному из возможных вариантов осуществления предлагаемого изобретения для удаления из парового потока жидкой фазы перед его подачей в резервуар 100 ко входу в устройство может быть подсоединена установка по предварительному сбору воды. Паровой поток часто горяч, имеет высокую относительную влажность и содержит конденсируемые нефтепродукты. Наличие установки по предварительному сбору воды на входе обеспечивает возможность активного или пассивного охлаждения и сбора этой жидкой фазы до поступления парового потока в резервуар 100. При таком решении обеспечивается продление срока службы устройства, потому что жидкая фаза не скапливается внутри резервуара 100 и не вызывает коррозии и других негативных последствий. Кроме того, некоторые сорбирующие материалы могут быть чувствительны к влаге, и в таких случаях применение установки по предварительному сбору воды может обеспечивать преимущество.

Резервуар 100 предлагаемого устройства может быть установлен как вертикально, так и горизонтально. Как говорилось выше, предпочтительным представляется решение, при котором сорбирующий слой 32 набит сорбирующим материалом по технологии, называемой "снежная буря", т.е. плотно, поэтому любая ориентация резервуара 100 не несет риска осаждения сорбирующего материала под действием силы тяготения. Могут быть использованы несколько резервуаров 100, соединенных между собой параллельно и присоединенных к распределительному газовому трубопроводу для крупномасштабного использования. При таком решении резервуары 100 могут быть с помощью распределительного трубопровода соединены с системой переключения, например, выполненной с возможностью по исчерпании сорбирующей способности текущего резервуара 100 вручную или автоматически переключать паровой поток на другой резервуар 100.

Кроме того, возможно такое решение, при котором резервуары 100 соединены последовательно с обеспечением для более тщательного фильтрования возможности прохождения парового потока через несколько резервуаров 100 с одинаковым или с разными сорбирующими материалами. Возможно также ориентировать резервуары 100 в морских контейнерах или подобных транспортировочных контейнерах с распределительным трубопроводом для использования на палубе фрахтователя.

Как показали испытания, перепад давления на резервуарах 100 очень невелик, не больше 0,125 дюйма водяного столба (0,03 кПа).

В процессе работы к каждому из резервуаров 100 подведен трубопровод с паровым потоком, подлежащим обработке. Как указывалось ранее, резервуар 100 может быть установлен вертикально или горизонтально. Дренажное отверстие 12 в нижней части наружного корпуса 2 служит для удаления конденсата и может быть использовано независимо от ориентации резервуаров 100, при условии что оно расположено внизу. Хотя резервуар 100 не подвержен действию влаги, все же представляется предпочтительным время от времени сливать конденсат. Исчерпание сорбирующей способности или насыщение сорбирующего слоя 32 определяется по наличию любого из токсичных газов на выходе (первый впускной-выпускной порт 6 или второй выпускной-впускной порт 10) из резервуара 100, что свидетельствует об исчерпании сорбирующей способности данного узла. Для определения наличия на выходе из резервуара 100 токсичных газов могут использоваться разные средства, которые хорошо известны специалистам в данной отрасли и включены в объем предлагаемого изобретения. В таком случае резервуар 100, сорбирующая способность которого исчерпана, отправляется на регенерацию, а на его место устанавливается другой. Как говорилось ранее, способ согласно предлагаемому изобретению содержит стадию регенерации гранулированной сорбирующей среды, а не ее утилизации, что обычно делали с сорбирующими средами и при осуществлении способов фильтрования на предшествующем уровне техники.

Кроме того, у выхода может быть установлен индикатор выработки ресурса. Он может быть создан на основе химического датчика, он может быть электронным или пассивным, звуковым или световым, или же он может быть создан на основе системы текущего контроля скорости потока на основе термо-электрического или турбинного анемометра, которая следила бы, не превышена ли максимальная скорость потока. Такая система текущего контроля скорости потока, будучи частью системы индикации выработки ресурса, указывает, не превышен ли предельный с точки зрения выработки ресурса объем пропущенного через резервуар 100 потока. Для считывания показаний такой системы определения выработки ресурса может быть использована телеметрия, что обеспечивает преимущество в тех случаях, когда системы и устройства согласно предлагаемому изобретению эксплуатируются в труднодоступных местах.

Согласно одному из возможных вариантов осуществления предлагаемого изобретения в резервуарах 100 может быть установлена система текущего контроля температуры. Некоторым сорбирующим материалам присуще свойство, состоящее в выделении теплоты при абсорбции, при этом у некоторых из таких материалов, таких как импрегнированные активированные угли, эта теплота значительна, поэтому необходим текущий контроль температуры подобных абсорбирующих материалов, чтобы не допустить превышения температурного порога.

Согласно одному из возможных вариантов осуществления предлагаемого изобретения первый впускной-выпускной порт 6 или второй выпускной-впускной порт 10 или оба этих порта могут быть оснащены датчиками давления, которые могут быть использованы для текущего контроля нарастания перепада давления по длине резервуара 100, чтобы определить начало закупоривания узла по какой-либо причине. Датчики давления могут определять абсолютное давление или разность давлений, они могут быть цифровыми или аналоговыми, такими как воздушные дифференциальные манометры. Кроме того, датчики давления могут быть использованы для текущего контроля утечек в герметизированных узлах и текущего контроля превышения допустимого давления, а также в качестве ограничителей расхода для остановки работы.

Примеры

Описываемые ниже примеры являются только иллюстративными, ими ни в коем случае не ограничивается объем предлагаемого изобретения.

В рассматриваемых ниже примерах расчет концентрации газов производился следующим образом:

$$\text{мг/м}^3 = (\text{частей на миллион} \times \text{молекулярная масса}) / (24,45),$$

где 24,45 - это объем на моль в воздухе при давлении приблизительно 101 кПа (1 атм) и температуре 25°C.

При таком расчете:

700 частей на миллион водорода (H_2) - это $(700 \times 34) / (24,25) = 973,4 \text{ мг/м}^3$ или $0,97 \text{ г/м}^3$;

5 частей на миллион бензола - это $(5 \times 87) / (24,25) = 17,8 \text{ мг/м}^3$ или $0,0178 \text{ г/м}^3$.

Пример 1.

Объем 1000 м^3 воздуха с содержанием ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, этилбензол и ксилол, 5 частей на миллион дает меньше 1 кг этих ароматических углеводородов (концентрация 5 частей на миллион является предварительным оценочным значением на основе измеренных обычных концентраций этих ароматических углеводородов в диапазоне от 2 до 5 частей на миллион в выхлопах грузовых транспортных средств).

При производительности удаления 1:1 один килограмм сорбирующей среды способен обработать 1000 м^3 или 30 заправок грузового транспортного средства.

Пример 2.

При массе сорбирующего слоя 35 кг в каждом резервуаре сорбирующая способность составляет при производительности удаления ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, этилбензол и ксилол 1:1, может быть обработано 35 кг этих ароматических углеводородов или свыше 35000 м^3 потока, содержащего эти ароматические углеводороды в концентрации 5 частей на миллион,

при производительности удаления сероводорода (H_2S) 0,3:1 может быть обработан 1 кг сероводорода (H_2S) или 340 м^3 потока, содержащего сероводород (H_2S) в концентрации приблизительно 500 частей на миллион,

при производительности 0,3:1 для производительности удаления сероводорода (H_2S) может быть обработано 10,5 кг сероводорода (H_2S) или 15000 м^3 потока, содержащего сероводород (H_2S) в концентрации приблизительно 500 частей на миллион.

Пример 3.

В систему согласно изобретению с одним резервуаром подавали поток, содержащий летучие органические соединения в общей концентрации 4000 частей на миллион, ароматические углеводороды, такие как бензол, толуол, этилбензол и ксилол в концентрации 5 частей на миллион,

сероводород (H_2S) в концентрации 40 частей на миллион.

Была исследована газовая смесь на выходе из резервуара, в результате было установлено следующее:

удалено от 90 до 95% летучих органических соединений, ароматические углеводороды, такие как бензол, толуол, этилбензол и ксилол удалены полностью, сероводород (H_2S) удален полностью.

Пример 4.

Ниже сведены в таблицу результаты обработки с помощью устройства согласно предлагаемому изобретению трех образцов газовых смесей

		Образец 1 — измерено в начале процесса		Образец 2 — измерено в ходе процесса		Образец 3 — измерено в ходе процесса	
Состав		На входе	На выходе	На входе	На выходе	На входе	На выходе
Сероводород (H_2S)	Частей на миллион	10,0	0	10	0	40	0
Метан (C1)	%	0,581	0,421	1,237	0,0577	0,209	0,103
Этан (C2)	%	0,024	0,007	0,037	0,013	0,005	0,006
Пропан (C3)	%	0,042	0,014	0,085	0,014	0,012	0,007
Изобутан (IC4)	%	0,063	0,004	0,115	0,003	0,011	0,002
Н-бутан (NC4)	%	0,043	0,013	0,075	0,007	0,017	0,004
Изопентан (IC5)	%	0,076	0,017	0,125	0,011	0,036	0,006
Н-пентан (NC5)	%	0,012	0,014	0,015	0,012	0,016	0,007
Гексаны (C6)	%	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,002
Гептаны (C7)	%	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0
Октаны (C8)	%	3,145	1,004	4,822	0,860	2,900	0,445
Нонаны (C9)	%	2,633	0	2,790	0	2,215	<0,001
Деканы+ (C10+)	%	0	0	0	0	0	0
Общее содержание		6,042	1,078	8,069	0,925	5,218	0,479
% уменьшения			82,158		88,536		90,820
% уменьшения			82,158		88,536		90,820

Приведенное выше описание вариантов осуществления изобретения имеет целью дать специалисту в данной отрасли информацию по осуществлению и использованию предлагаемого изобретения. Специалисту в данной отрасли должны быть доступны различные модификации этих вариантов, и изложенные здесь общие принципы могут быть применены к другим вариантам осуществления предлагаемого изобретения без отклонения от его духа и выхода за его объем. Таким образом, объем предлагаемого изобретения не ограничивается рассмотренными здесь вариантами, а определяется прилагаемой формулой изобретения, в которой упоминание элемента в единственном числе не следует понимать в смысле "один и только один", если это не оговорено особо, а следует понимать в смысле "по меньшей мере один" или "один или больше". Все конструктивные и функциональные эквиваленты описанных здесь элементов различных вариантов осуществления изобретения, как те, что были известны специалистам в данной отрасли до сих пор, так и те, что станут им известны позже, также должны быть охвачены объемом изобретения. Кроме того, никакая раскрытая здесь информация не предназначена для общественного достояния, невзирая на то, что она явно раскрыта в формуле изобретения. Ни один элемент формулы изобретения не может быть истолкован в духе положений шестого абзаца 35 USC 112, если только этот элемент не указан явным образом с использованием оборота "средство для" или "операция по".

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фильтровальное устройство для удаления загрязнений из газового потока, содержащее:

а) картридж, имеющий внутренний перфорированный канал, внешнюю перфорированную рубашку, один или более неперфорированных концов и сорбирующий слой, содержащий сорбирующую среду между упомянутыми внутренним перфорированным каналом и внешней перфорированной рубашкой;

b) наружный корпус, содержащий упомянутый картридж и первый порт, сообщающийся с упомянутым внутренним перфорированным каналом, и второй порт, сообщающийся с упомянутой внешней перфорированной рубашкой;

c) неперфорированную гильзу, простирающуюся на часть длины упомянутого внутреннего перфорированного канала, при этом диаметр упомянутой неперфорированной гильзы меньше диаметра внутреннего перфорированного канала для образования между ними кольцеобразного канала;

d) пространственную область кольцеобразного сечения, не содержащую сорбирующую среду и выполненную между (i) внешней перфорированной рубашкой и упомянутым по меньшей мере одним неперфорированным концом картриджа и (ii) наружным корпусом, в котором любой из портов, первый порт или второй порт, выполнены с возможностью прохождения газового потока в двух направлениях: с входом через первый порт и выходом через второй порт либо с входом через второй порт и выходом через первый порт с обеспечением возможности фильтрования в одном или другом направлении с одинаковой эффективностью в обоих направлениях.

2. Фильтровальное устройство по п.1, в котором упомянутый картридж вставлен внутрь упомянутого наружного корпуса с возможностью извлечения.

3. Фильтровальное устройство по п.2, в котором наружный корпус включает боковую стенку, первую торцевую стенку и расположенную напротив вторую торцевую стенку, при этом первый порт выполнен в первой торцевой стенке наружного корпуса, а второй порт выполнен в боковой стенке или во второй торцевой стенке наружного корпуса.

4. Фильтровальное устройство по п.3, в котором упомянутый по меньшей мере один неперфорированный конец картриджа выполнен исключаяющим сообщение через текущую среду между внутренним перфорированным каналом картриджа и вторым портом.

5. Фильтровальное устройство по п.4, в котором упомянутое прохождение газового потока в двух направлениях включает первое, осевое, направление и второе, радиальное, направление.

6. Фильтровальное устройство по п.4, в котором упомянутое прохождение газового потока в двух направлениях включает первое, радиальное, направление и второе, осевое, направление.

7. Фильтровальное устройство по п.4, в котором путь прохождения газового потока выполнен с изгибом под углом от 45 до 135°.

8. Фильтровальное устройство по п.4, в котором путь прохождения газового потока выполнен с изгибом под углом 90°.

9. Фильтровальное устройство по п.4, дополнительно содержащее неперфорированный патрон, покрывающий участок внутреннего перфорированного канала, примыкающий к первому порту.

10. Фильтровальное устройство по п.9, в котором упомянутая пространственная область кольцеобразного сечения создана с помощью одной или более распорных деталей, расположенных между внешней перфорированной рубашкой и упомянутым по меньшей мере одним неперфорированным концом картриджа с одной стороны и наружным корпусом с другой стороны.

11. Фильтровальное устройство по п.10, в котором упомянутые одна или более распорные детали выбраны из следующей группы: разделительные выступы, разделительные кольца, рамки, рейки, которые расположены на внешней перфорированной рубашке и упомянутом по меньшей мере одном неперфорированном конце картриджа.

12. Фильтровальное устройство по п.11, в котором объем упомянутой пространственной области кольцеобразного сечения выбран на основе расхода газового потока.

13. Фильтровальное устройство по п.12, в котором наружный корпус выполнен из материала, выбранного из следующей группы: сталь, нержавеющая сталь, стеклопластик, полимерный материал.

14. Фильтровальное устройство по п.13, в котором картридж для создания сорбирующего слоя заполнен сорбирующей средой по технологии "снежная буря".

15. Фильтровальное устройство по п.14, в котором сорбирующей средой является сухой гранулированный материал.

16. Фильтровальное устройство по п.15, в котором сорбирующая среда является регенерируемой.

17. Фильтровальное устройство по п.16, в котором сорбирующая среда выбрана из следующей группы: активированный уголь, формованный уголь, формованный уголь на основе активированного битума, цеолиты, гранулированные оксиды железа и импрегнированные активированные угли.

18. Фильтровальное устройство по п.1, выполненное с возможностью установки с ориентацией, выбранной из следующей группы: вертикальная, горизонтальная.

19. Фильтровальное устройство по п.1, выполненное с возможностью параллельного соединения с одним или более дополнительных таких устройств и присоединения к распределительному трубопроводу газового потока.

20. Фильтровальное устройство по п.1, выполненное с возможностью последовательного соединения с одним или более дополнительных таких устройств.

21. Фильтровальное устройство по п.20, где сорбирующая среда, составляющая сорбирующие слои в последовательно соединенных с ним дополнительных фильтровальных устройствах, та же самая или

же отлична от сорбирующей среды в нем.

22. Фильтровальное устройство по п.1, дополнительно содержащее одно или более средств обнаружения газов, установленных на первом и/или втором порте.

23. Фильтровальное устройство по п.1, дополнительно содержащее систему текущего контроля температуры, установленную внутри устройства.

24. Фильтровальное устройство по п.1, дополнительно содержащее один или более датчиков давления, установленных в первом порте и/или втором порте, для текущего контроля перепада давления в устройстве.

25. Способ удаления загрязнителей из газового потока, содержащий следующие стадии:

а) обеспечение возможности протекания газового потока в фильтровальное устройство по п.1 через первый порт или через второй порт как впускной порт;

б) направление газового потока на вход в сорбирующий слой;

с) обеспечение возможности протекания газового потока через сорбирующий слой и выхода из устройства через второй порт или через первый порт как выпускной порт; и

д) обеспечение одинаковой эффективности фильтрования как в одном, так и в другом направлении.

26. Способ по п.25, в котором первое направление газового потока является осевым направлением, а второе направление газового потока является радиальным направлением.

27. Способ по п.25, в котором первое направление газового потока является радиальным направлением, а второе направление газового потока является осевым направлением.

28. Способ по п.25, в котором различие между упомянутым первым направлением газового потока и вторым направлением газового потока составляет угол от 45 до 135°.

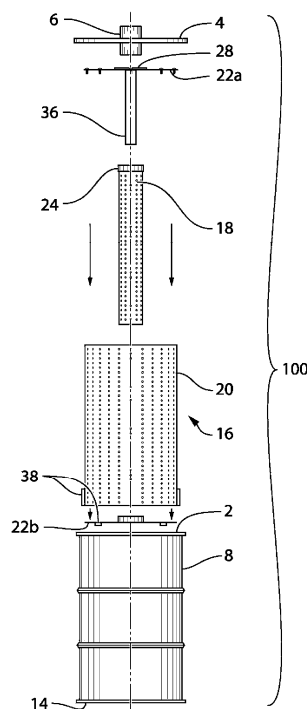
29. Способ по п.25, в котором различие между упомянутым первым направлением газового потока и вторым направлением газового потока составляет угол 90°.

30. Способ по п.25, дополнительно содержащий стадию извлечения картриджа из фильтровального устройства по истечении сорбирующей способности сорбирующего слоя и стадию регенерации сорбирующей среды сорбирующего слоя.

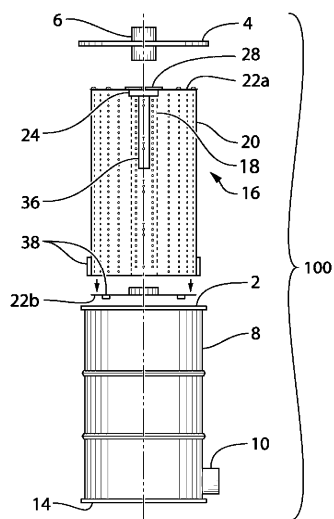
31. Способ по п.25, дополнительно содержащий стадию соединения фильтровального устройства параллельно с одним или более таких устройств и стадию соединения упомянутых одного или более устройств с распределительным трубопроводом газового потока.

32. Способ по п.25, дополнительно содержащий стадию соединения фильтровального устройства последовательно с одним или более таких устройств.

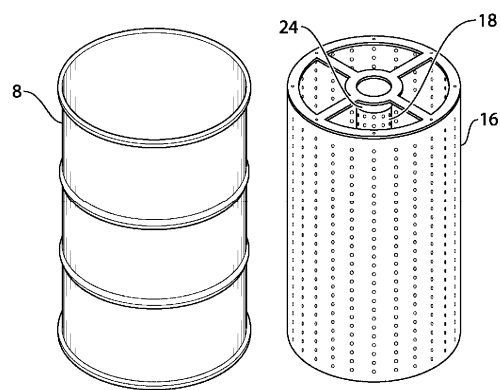
33. Способ по п.32, в котором сорбирующая среда фильтровального устройства, составляющая сорбирующий слой, та же, что и в других последовательно соединенных с ним фильтровальных устройствах, или же отлична от сорбирующей среды в них.



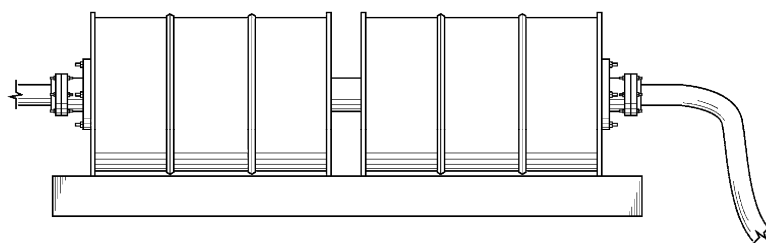
Фиг. 1



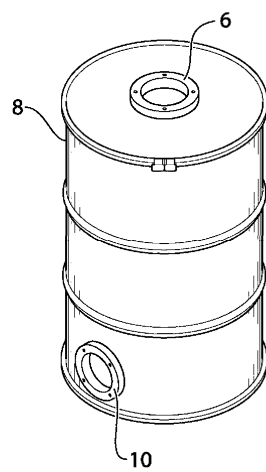
Фиг. 2



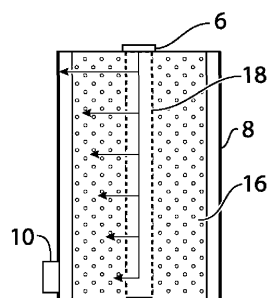
Фиг. 3



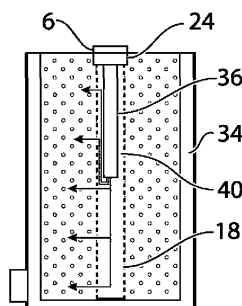
Фиг. 4



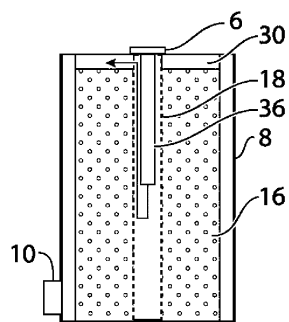
Фиг. 5



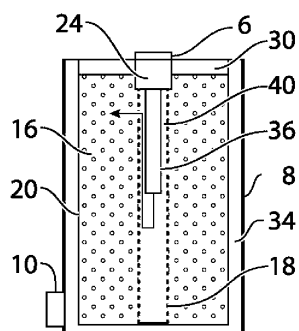
Фиг. 6А



Фиг. 6В



Фиг. 6С



Фиг. 6D

