

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034230**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.01.20

(21) Номер заявки
201891145

(22) Дата подачи заявки
2014.03.04

(51) Int. Cl. **B01D 46/04** (2006.01)
B01D 46/02 (2006.01)
B01D 46/42 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА ВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРА**

(31) **61/772,198; 61/789,385; 61/943,036**

(32) **2013.03.04; 2013.03.15; 2014.02.21**

(33) **US**

(43) **2018.10.31**

(62) **201591519; 2014.03.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДОНАЛЬДСОН КОМПАНИ, ИНК.
(US)

(72) Изобретатель:
Рэитер Томас Д. (US)

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Путинцев А.И.,
Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Соколова
М.В. (RU)**

(56) **US-A-6090173
US-A-4218227
US-B2-6902592
US-A-4395269
US-A1-20070256395**

(57) Системы воздушных фильтров, описанные в изобретении, включают один или несколько коллекторов импульсов и генераторов импульсов, центрированных вдоль осей импульсов. Генераторы импульсов и фильтрующие элементы могут быть расположены вдоль длины пути импульса, измеренной от выходного отверстия импульса до отверстия фильтрующего элемента. Коллекторы импульсов и фильтрующие элементы могут иметь отверстия, между которыми существует взаимосвязь в пределах параметров, описанных в изобретении. Коллекторы импульсов могут иметь взаимосвязь между их гидравлическим диаметром и их длиной в пределах параметров, описанных в изобретении. Коллекторы импульсов могут содержать фильтрующую секцию и импульсную секцию, которые сведены в месте стыка вдоль длины коллектора импульсов. Импульсные секции могут иметь гидравлический диаметр, который увеличивается при движении от места стыка к отверстию трубной решетки импульсной секции. Фильтрующие секции могут иметь гидравлический диаметр, который остается неизменным при движении от места стыка к фильтрующему концевому отверстию фильтрующей секции. Фильтрующие элементы/патроны, применяемые в системах воздушных фильтров, могут иметь фильтрующую среду, профилированную или формованную с образованием яйцевидных поперечных сечений.

B1

034230

034230

B1

Родственные заявки

Настоящая заявка заявляет приоритет согласно разделу 35 §119(e) Кодекса законов США по предварительной заявке на патент США № 61/943036, поданной 21 февраля 2014 года, озаглавленной "Системы воздушных фильтров и способы их применения"; предварительной заявке на патент США № 61/789385, поданной 15 марта 2013 года, озаглавленной "Яйцевидные трубчатые фильтрующие патроны и системы фильтров с их применением"; и предварительной заявке на патент США № 61/772198, поданной 4 марта 2013 года, озаглавленной "Расширяющиеся сопла и системы очистки фильтрующих элементов с их применением, каждая из которых включена в настоящий документ в полном объеме путем ссылки.

В настоящем документе описаны системы воздушных фильтров с генераторами импульсов, коллекторами импульсов и связанными с ними компонентами, а также способы их применения.

Во многих отраслях промышленности встречаются твердые частицы, находящиеся в подвешенном состоянии в газообразной окружающей среде. В некоторых отраслях промышленности эти твердые частицы являются ценным продуктом (например, крахмалом), и было бы полезно, если бы находящиеся в подвешенном состоянии твердые частицы могли быть восстановлены и повторно введены в технологический процесс. Для других отраслей промышленности (например, связанных с обработкой металла или древесины) может возникать необходимость в удалении твердых частиц из воздуха для создания рабочих условий с чистой окружающей средой.

В состав систем очистки потока воздуха или других газов с чрезмерным содержанием твердых частиц входят воздушные фильтры в сборе, которые содержат фильтрующие элементы, расположенные в корпусе. Фильтрующий элемент может представлять собой мешок, рукав или патрон, содержащий подходящую фильтрующую среду, например полотно, гофрированную бумагу и т.д. Поток газа, загрязненный твердыми частицами, как правило, проходит через корпус и в результате происходит захват твердых частиц и их удержание одним или несколькими фильтрующими элементами.

В типовой конструкции системы воздушного фильтра воздушный фильтр имеет камеру чистого воздуха и камеру загрязненного воздуха. Две камеры отделены друг от друга конструкцией, которую принято называть трубной решеткой. Трубная решетка имеет ряд отверстий, обеспечивающих возможность прохождения воздуха между камерами чистого и загрязненного воздуха. Фильтрующие элементы позиционированы по отверстиям, в результате чего воздух с чрезмерным содержанием твердых частиц (загрязненный воздух), введенный в камеру загрязненного воздуха, для прохождения его в камеру чистого воздуха должен пройти через фильтрующий элемент. При прохождении воздуха через фильтрующие элементы происходит накопление на фильтрующих элементах твердых частиц, содержащихся в загрязненном воздухе. Из камеры чистого воздуха очищенный воздух выпускается в окружающую среду или подвергается рециркуляции для другого применения. См., например, патент США № 3942962 (автор изобретения - Duyskinck), патент США № 4218227 (автор изобретения - Frey), патент США № 4424070 (автор изобретения - Robinson), патент США № 4436536 (автор изобретения - Robinson), патент США № 4443237 (автор изобретения - Ulvestad), патент США № 4445915 (автор изобретения - Robinson), патент США № 4661131 (автор изобретения - Howeth), патент США № 5207812 (авторы изобретения - Tronto и др.), патент США № 4954255 (авторы изобретения - Muller и др.), патент США № 5222488 (автор изобретения - Forsgren), патент США № 5211846 (авторы изобретения - Kott и др.), патент США № 5730766 (автор изобретения - Clements), патент США № 6090173 (авторы изобретения - Johnson и др.), патент США № 6902592 (авторы изобретения - Green и др.) и патент США № 7641708 (авторы изобретения - Kosmider и др.).

Когда фильтрующие элементы захватывают твердые частицы, это создает препятствие для прохождения потока воздуха через систему, и увеличение потока воздуха, проходящего через систему, может быть достигнуто путем периодической очистки фильтрующих элементов. Очистка может осуществляться путем осуществления периодической подачи струи сжатого воздуха в виде коротких импульсов внутрь фильтрующего элемента для реверсирования потока воздуха через фильтрующий элемент, вызывающего удаление твердых частиц из фильтрующего элемента. Сжатый воздух может быть направлен в коллекторы импульсов, как описано, например, в патенте США № 3942962 (автор изобретения - Duyskinck), патенте США № 4218227 (автор изобретения - Frey), патенте США № 6090173 (авторы изобретения - Johnson и др.), патенте США № 4395269, патенте США № 6902592 (авторы изобретения - Green и др.), патенте США № 7641708 (авторы изобретения - Kosmider и др.) и публикации заявки на патент США 2006/0112667 A1.

Сущность изобретения

Системы воздушных фильтров, описанные в настоящем документе, включают один или несколько коллекторов импульсов и генераторов импульсов, ориентированных вдоль осей импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления генераторы импульсов и фильтрующие элементы, прикрепленные к коллекторам импульсов, расположены в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, вдоль длины пути импульса от выходного отверстия импульса до отверстия фильтрующего элемента для повышения эффективности процесса регенерации импульсной очисткой. В частности, длина пути импульса, когда она выбрана такой по величине, что попадает в пределы параметров, описанных в настоящем документе, может обеспечивать повышение эффективности импульсной

очистки.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторы импульсов и фильтрующие элементы, применяемые в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, могут иметь отверстия, между которыми существует взаимосвязь (как описано в настоящем документе), которая позволяет повысить эффективность процесса регенерации импульсной очисткой, когда, например, очищающий импульс движется из коллектора импульса в фильтрующий элемент и/или когда чистый воздух движется из внутреннего объема фильтрующего элемента в коллектор импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторы импульсов, применяемые в системах воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут иметь взаимосвязь между их гидравлическим диаметром и их длиной, которая может улучшить эффективность процесса регенерации импульсной очисткой, когда, например, очищающий импульс движется из коллектора импульса в фильтрующий элемент и/или когда чистый воздух движется из внутреннего объема фильтрующего элемента в коллектор импульса.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторы импульсов, применяемые в системах воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут содержать фильтрующую секцию и импульсную секцию, которые сведены в месте стыка вдоль длины коллектора импульса. В одном или нескольких вариантах осуществления части проходов в коллекторах импульсов образованные импульсными секциями коллекторов импульсов, имеют гидравлический диаметр, который увеличивается при движении от места стыка к отверстию трубной решетки импульсной секции. В одном или нескольких вариантах осуществления части проходов образованные фильтрующими секциями коллекторов импульсов имеют гидравлический диаметр, который остается неизменным при движении от места стыка к фильтрующему концевому отверстию фильтрующей секции. Коллекторы импульсов, имеющие импульсную секцию внутри увеличивающегося гидравлического диаметра и фильтрующую секцию с неизменным гидравлическим диаметром, как описано в настоящем документе, в одном или нескольких вариантах осуществления могут обеспечивать повышение эффективности процесса регенерации импульсной очисткой.

В одном или нескольких вариантах осуществления системы воздушных фильтров с применением фильтрующих элементов/патронов, фильтрующей среде которых придана профилированием или формованием яйцевидная форма поперечного сечения, как описано в настоящем документе, могут иметь повышенную нагрузочную способность по твердым частицам, например, потому что вниз обращено больше фильтрующей среды, чем вверх. Фильтрующая среда, обращенная вниз, в некоторых вариантах осуществления может быть менее чувствительной к засорению твердыми частицами во время эксплуатации, чем фильтрующая среда, обращенная вверх. Хотя они и описаны как имеющие яйцевидную или овоидную форму, поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды в яйцевидных фильтрующих элементах/патронах, описанных в настоящем документе, могут иметь в одном или нескольких вариантах осуществления одну или несколько плоских кромок, т.е. яйцевидные или овоидные поперечные сечения могут не быть правильными овоидами, включающими только кривые линии. Вернее, только части профилей поперечного сечения в одном или нескольких вариантах осуществления трубчатых фильтрующих элементов/патронов могут быть выполнены в форме правильных овоидов. В одном или нескольких вариантах осуществления внутренние периметры яйцевидных поперечных сечений фильтрующих элементов/патронов, применяемых в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, могут быть асимметричными, т.е. может отсутствовать линия, относительно которой внутренние периметры поперечных сечений трубчатой фильтрующей среды в фильтрующих элементах/патронах являются симметричными. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления внутренние периметры яйцевидных поперечных сечений трубчатой фильтрующей среды в фильтрующих элементах/патронах могут иметь только одну линию симметрии. Эта одна линия симметрии в одном или нескольких вариантах осуществления может быть описана как проходящая через верхнюю и нижнюю части трубчатой фильтрующей среды. Повышенная нагрузочная способность по твердым частицам в таких фильтрующих элементах/патронах может обеспечивать преимущество, заключающееся в снижении требований к импульсной очистке в плане, например, меньшего требуемого количества импульсов, уменьшения количества необходимой энергии в расчете на один импульс и т.д.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, генераторы импульсов могут содержать расширяющиеся направлятели импульсов, имеющие такую форму, которая в одном или нескольких вариантах осуществления может обеспечивать улучшение очистки фильтрующих элементов с помощью импульсов реверса в результате увеличения среднего пикового давления, измеряемого во внутренних поверхностях фильтрующих элементов, применяемых в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе.

Системы воздушных фильтров, которые содержат один или несколько из различных элементов и компонентов, как описано в настоящем документе, могут обеспечивать одно или несколько преимуществ, таких как, например, повышенный коэффициент полезного действия по энергии, уменьшенная генерация шума и т.д., в одном или нескольких вариантах осуществления в результате уменьшения падения давления внутри систем воздушных фильтров как во время эксплуатации с основным потоком, так и

во время импульсной очистки фильтрующих элементов (где эксплуатация с основным потоком имеет место, когда система воздушного фильтра удаляет твердые частицы из потока загрязненного воздуха), уменьшения потерь на трение в системах воздушных фильтров (как во время эксплуатации с основным потоком, так и во время импульсной очистки фильтрующих элементов, улучшения нагрузочных характеристик по твердым частицам (тем самым обеспечения возможности уменьшения необходимого количества очищающих импульсов) и т.д.

К другим преимуществам, которые могут быть использованы, одного или нескольких вариантов осуществления систем воздушных фильтров, которые содержат асимметрично расположенные опорные балки в траверсах, применяемых для поддержания фильтрующих элементов в системах воздушных фильтров, могут быть отнесены, например, точное и повторяемое центрирование фильтрующих элементов в выбранной угловой ориентации относительно оси импульсов, проходящей во время размещения через траверсу. Асимметричные траверсы могут также способствовать сохранению угловой ориентации фильтрующих элементов во время эксплуатации, которое в случае одного или нескольких вариантов осуществления яйцевидных и/или асимметричных фильтрующих патронов, описанных в настоящем документе, обеспечивает улучшение использования повышенной нагрузочной способности по твердым частицам фильтрующих патронов.

Эти преимущества в одном или нескольких вариантах осуществления могут быть взаимно усиливающими, т.е. повышение коэффициента полезного действия по энергии, подавления шума и т.д. может быть достигнуто в результате совместного использования двух или более признаков и/или компонентов в одних и тех же системах воздушных фильтров.

Согласно первой особенности изобретения один или несколько вариантов осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут включать трубную решетку, выполненную с возможностью деления корпуса на камеру загрязненного воздуха и камеру чистого воздуха; коллектор импульсов, образующий проход, который проходит через коллектор импульсов от фильтрующего концевое отверстие на фильтрующем конце коллектора импульсов до отверстия трубной решетки на конце трубной решетки коллектора импульсов; трубное отверстие в трубной решетке, причем конец трубной решетки коллектора импульсов выполнен с возможностью прикрепления к трубной решетке таким образом, что отверстие трубной решетки коллектора импульсов центрировано по трубному отверстию так, что воздух, проходящий из камеры загрязненного воздуха в камеру чистого воздуха через трубное отверстие, проходит через проход коллектора импульсов; фильтрующий элемент, прикрепленный к фильтрующему концу коллектора импульсов таким образом, что воздух, проходящий в проход коллектора импульсов через фильтрующее концевое отверстие коллектора импульсов, проходит через внутренний объем фильтрующего элемента перед тем, как он достигнет фильтрующего концевое отверстия, причем фильтрующий элемент содержит отверстие фильтрующего элемента в месте стыка между фильтрующим концом коллектора импульсов и фильтрующим элементом; генератор импульсов, расположенный в камере чистого воздуха и позиционированный для подачи импульсов воздуха во внутренний объем фильтрующего элемента, при этом импульсы воздуха проходят через трубное отверстие и проход коллектора импульсов до того, как достигнут внутреннего объема фильтрующего элемента, причем генератор импульсов выполнен с возможностью подачи импульсов воздуха вдоль оси импульсов, которая проходит от генератора импульсов через трубное отверстие в трубной решетке, отверстие трубной решетки в коллекторе импульсов и фильтрующее концевое отверстие в коллекторе импульсов, при этом генератор импульсов заключает в себе выходное отверстие импульса, расположенное на оси импульсов и через которое импульсы воздуха подаются вдоль оси импульсов, причем выходное отверстие импульса образовано расположенными друг напротив друга стенками, которые не расходятся относительно оси импульсов, и при этом выходное отверстие импульса определяет гидравлический диаметр выходного отверстия импульса; причем длина пути импульса, измеренная вдоль оси импульсов от выходного отверстия импульса до отверстия фильтрующего элемента, не менее чем в 30 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса.

В одном или нескольких вариантах осуществления, согласно первой особенности изобретения, систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, длина пути импульса не более чем в 60 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса.

В одном или нескольких вариантах осуществления, согласно первой особенности изобретения, систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, длина пути импульса не менее чем в 35 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса.

В одном или нескольких вариантах осуществления, согласно первой особенности изобретения, систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, длина пути импульса не более чем в 50 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента составляет не более 112% гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента составляет не менее 90% гидравлического диаметра фильтрующего

шего концевое отверстие коллектора импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента составляет не более 108% гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента составляет не менее 95% гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, абсолютное значение разности между гидравлическим диаметром отверстия фильтрующего элемента и гидравлическим диаметром фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов составляет не более 2% гидравлического диаметра отверстия фильтрующего элемента.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, смещение относительно друг друга внутренней поверхности отверстия фильтрующего элемента и внутренней поверхности фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов составляет не более 15 мм по периметру отверстия фильтрующего элемента.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, смещение относительно друг друга внутренней поверхности отверстия фильтрующего элемента и внутренней поверхности фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов составляет не более 10 мм по периметру отверстия фильтрующего элемента.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, смещение относительно друг друга внутренней поверхности отверстия фильтрующего элемента и внутренней поверхности фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов составляет не более 5 мм по периметру отверстия фильтрующего элемента.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, коллектор импульсов имеет длину прохода, измеренную вдоль оси импульса, которая равна или больше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, коллектор импульсов имеет длину прохода, измеренную вдоль оси импульсов, которая не более чем в три раза больше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, причем фильтрующая секция и импульсная секция сведены в месте стыка, расположенном между фильтрующим концом и концом трубной решетки коллектора импульсов; при этом часть прохода, образованная импульсной секцией, имеет гидравлический диаметр, который увеличивается при движении от места стыка к отверстию трубной решетки; и при этом часть прохода, образованная фильтрующей секцией, имеет гидравлический диаметр, который остается неизменным при движении от места стыка фильтрующему концу. В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующая секция имеет длину фильтрующей секции, измеренную вдоль оси импульсов от фильтрующего конца до места стыка, и импульсная секция имеет длину импульсной секции, измеренную вдоль оси импульсов от конца трубной решетки до места стыка, причем длина фильтрующей секции меньше или равна длине импульсной секции. В одном или нескольких вариантах осуществления и длина фильтрующей секции и длина импульсной секции больше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов не более чем в 1,5 раза. В одном или нескольких вариантах осуществления и длина фильтрующей секции и длина импульсной секции равны или меньше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, в которых коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, которые сведены в месте стыка, расположенном между фильтрующим концом и концом трубной решетки коллектора импульсов, и в которых часть прохода, образованная импульсной секцией, имеет гидравлический диаметр, который увеличивается при движении от места стыка к отверстию трубной решетки, импульсная секция содержит расположенные друг напротив друга стенки, ограничивающие часть прохода в импульсной секции, которые расходятся от оси импульсов под прилежащим углом, который больше 0° и меньше или равен 10° . В одном или нескольких вариантах осуществления прилежащий угол равен или больше 3° . В одном или нескольких вариантах осуществления прилежащий угол меньше или равен 8° . В одном или нескольких вариантах осуществления прилежащий угол равен или больше 5° . В одном или нескольких вариантах осуществления прилежащий угол меньше или равен 7° .

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, в которых коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, которые сведены в месте стыка, расположенном между фильтрующим концом и концом трубной решетки коллектора импульсов, фильтрующая секция и импульсная секция выполнены в виде отдельных изделий, прикрепленных друг к другу в месте стыка. В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующая секция и импульсная секция соединены сваркой в месте стыка.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, генератор импульсов содержит расширяющийся направитель импульса, прикрепленный к выходному отверстию импульса.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, фильтрующий элемент установлен на траверсе, выступающей из коллектора импульсов вдоль оси импульсов, причем траверса содержит две или более опорные балки, центрированные по оси импульсов, при этом указанные две или более опорных балок расположены симметрично относительно оси импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления отверстие фильтрующего элемента содержит центрирующие элементы, приспособленные для центрирования по двум или более опорным балкам, когда фильтрующий элемент имеет только одну угловую ориентацию относительно оси импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующий элемент содержит дальний конец, удаленный от коллектора импульсов, при этом дальнее концевое отверстие расположено на дальнем конце фильтрующего элемента, и при этом дальнее концевое отверстие содержит центрирующие элементы, приспособленные для центрирования по двум или более опорным балкам, когда фильтрующий элемент имеет только одну угловую ориентацию относительно оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, фильтрующий элемент установлен на траверсе, выступающей из коллектора импульсов вдоль оси импульсов, при этом на траверсе установлен второй фильтрующий элемент, и при этом фильтрующий элемент расположен между коллектором импульсов и вторым фильтрующим элементом. В одном или нескольких вариантах осуществления траверса содержит две или более опорные балки, центрированные по оси импульсов, при этом указанные две или более опорные балки расположены симметрично относительно оси импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления отверстие фильтрующего элемента содержит центрирующие элементы, приспособленные для центрирования по двум или более опорным балкам, когда фильтрующий элемент имеет только одну угловую ориентацию относительно оси импульсов, и при этом второй фильтрующий элемент содержит отверстие второго фильтрующего элемента, которое содержит центрирующие элементы, приспособленные для центрирования по двум или более опорным балкам, когда второй фильтрующий элемент имеет только одну угловую ориентацию относительно оси импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующий элемент содержит дальний конец, удаленный от коллектора импульсов, причем дальнее концевое отверстие расположено на дальнем конце фильтрующего элемента, и при этом дальнее концевое отверстие содержит центрирующие элементы, приспособленные для центрирования по двум или более опорным балкам, когда фильтрующий элемент имеет только одну угловую ориентацию относительно оси импульсов; и при этом второй фильтрующий элемент содержит дальний конец, удаленный от коллектора импульсов, причем дальнее концевое отверстие расположено на дальнем конце второго фильтрующего элемента, и при этом дальнее концевое отверстие второго фильтрующего элемента содержит центрирующие элементы, приспособленные для центрирования по двум или более опорным балкам, когда второй фильтрующий элемент имеет только одну угловую ориентацию относительно оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, фильтрующий элемент содержит трубчатую фильтрующую среду, образующую внутреннюю поверхность, обращенную к внутреннему объему фильтрующего элемента, и наружную поверхность, обращенную в противоположную сторону от внутреннего объема, причем трубчатая фильтрующая среда имеет длину трубчатой фильтрующей среды, измеренную вдоль оси трубы, проходящей от первого конца до второго конца трубчатой фильтрующей среды; корпус фильтрующего элемента, содержащий первую концевую крышку на первом конце трубчатой фильтрующей среды и вторую концевую крышку на втором конце трубчатой фильтрующей среды; при этом в поперечном сечении, выполненном поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль большей части длины трубчатой фильтрующей среды, внутренняя поверхность трубчатой фильтрующей среды образует внутренний периметр; при этом поперечное сечение имеет максимальную высоту, измеренную между верхней точкой и нижней точкой, причем верхняя точка и нижняя точка расположены на внутреннем периметре и на оси максимальной высоты (Hmax), которая проходит через поперечное сечение в таком месте и ориентирована таким образом, что верхняя точка и нижняя точка представляют собой точки на внутреннем периметре, которые дальше всего находятся друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через поперечное сечение; при этом поперечное сечение имеет максимальную шири-

ну, измеренную между первой точкой и второй точкой, расположенными на внутреннем периметре и на оси максимальной ширины (W_{max}), причем ось максимальной ширины расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной к оси максимальной высоты, и при этом ось максимальной ширины пересекает ось максимальной высоты в нижней точке пересечения с осью максимальной высоты, где первая точка и вторая точка являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной к оси максимальной высоты; и при этом нижняя точка пересечения с осью не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, которая измеряется между верхней и нижней точками.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, поперечное сечение имеет высоту нижней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от нижней точки до нижней точки пересечения с осью, и при этом высота нижней части меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки до нижней точки. В одном или нескольких вариантах осуществления высота нижней части больше нуля. В одном или нескольких вариантах осуществления высота нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку, причем нижняя часть периметра имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первой точки до второй точки; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку, причем верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца до второго конца, при этом первый конец расположен на внутреннем периметре между первой точкой и верхней точкой, а второй конец расположен на внутреннем периметре между второй точкой и верхней точкой, причем первый конец и второй конец верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия верхней части периметра пересекает внутренний периметр, и при этом верхняя часть периметра имеет длину верхней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первого конца до второго конца; причем линия верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси максимальной высоты и которая пересекает ось максимальной высоты в верхней точке пересечения с осью, при этом поперечное сечение выполнено с высотой верхней части, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки пересечения с осью до верхней точки на внутреннем периметре; причем высота верхней части равна высоте нижней части; и при этом длина нижней части периметра больше длины верхней части периметра. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра не менее чем в 2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку и имеющую протяженность от первой точки до второй точки, причем вся нижняя часть периметра является непрерывно изогнутой от первой точки до второй точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, ни один участок внутреннего периметра между первой точкой и второй точкой не находится на прямой линии на расстоянии более 1 см.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, ось максимальной высоты не лежит на линии симметрии внутреннего периметра поперечного сечения.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии, и при этом ось максимальной высоты совпадает с линией симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения является асимметричным.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, ось трубы центрирована по оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, ось трубы является коллинеарной оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, как описано в настоящем документе, трубчатая фильтрующая среда образует внутреннюю поверхность, обращенную к внутреннему объему фильтрующего элемента, и наружную поверхность, обращенную в противоположную сторону от внутреннего объема, причем трубчатая фильтрующая среда имеет длину трубчатой фильтрующей среды, измеренную вдоль оси трубы, проходящей от первого конца до второго конца трубчатой фильтрующей среды; корпус фильтрующего элемента, содержащий первую концевую крышку на первом конце трубчатой фильтрующей среды и вторую концевую крышку на втором конце трубчатой фильтрующей среды; причем в поперечном сечении, выполненном поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль большей части длины трубчатой фильтрующей среды, внутренняя поверхность трубчатой фильтрующей среды образует внутренний периметр, имеющий яйцевидную форму; при этом яйцевидная форма внутреннего периметра поперечного сечения является асимметричной.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, поперечное сечение имеет максимальную высоту, измеренную между верхней точкой и нижней точкой, причем верхняя точка и нижняя точка расположены на внутреннем периметре и оси максимальной высоты (H_{max}), которая проходит через поперечное сечение в таком местоположении и ориентирована таким образом, что верхняя точка и нижняя точка представляют собой точки на внутреннем периметре, которые являются наиболее удаленными друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через поперечное сечение; при этом поперечное сечение имеет максимальную ширину, измеренную между первой точкой и второй точкой, расположенными на внутреннем периметре и на оси максимальной ширины (W_{max}), причем ось максимальной ширины расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты, и при этом ось максимальной ширины пересекает ось максимальной высоты в нижней точке пересечения с осью, где первая точка и вторая точка являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты; и при этом нижняя точка пересечения с осью не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, которая измеряется между верхней и нижней точками. В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, поперечное сечение имеет высоту нижней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от нижней точки до нижней точки пересечения с осью, и при этом высота нижней части меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки до нижней точки. В одном или нескольких вариантах осуществления высота нижней части больше нуля. В одном или нескольких вариантах осуществления высота нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку, причем нижняя часть периметра имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первой точки до второй точки; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку, причем верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца до второго конца, при этом первый конец расположен на внутреннем периметре между первой точкой и верхней точкой и второй конец расположен на внутреннем периметре между второй точкой и верхней точкой, причем первый конец и второй конец верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия верхней части периметра пересекает внутренний периметр, и при этом верхняя часть периметра имеет длину верхней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первого конца до второго конца; причем линия верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси максимальной высоты и которая пересекает ось максимальной высоты в верхней точке пересечения с осью, при этом поперечное сечение имеет высоту верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от верхней точки пересечения с осью до верхней точки на внутреннем периметре; причем высота верхней части равна высоте нижней части; и при этом длина нижней части периметра больше

длины верхней части периметра. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра не менее чем в 2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку и имеющую протяженность от первой точки до второй точки, причем вся нижняя часть периметра является непрерывно изогнутой от первой точки до второй точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, никакой участок внутреннего периметра между первой точкой и второй точкой не находится на прямой линии на расстоянии более 1 см.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, ось трубы центрирована по оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую поперечное сечение с внутренним периметром, имеющим асимметричную яйцевидную форму, как описано в настоящем документе, ось трубы коллинеарна оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, фильтрующий элемент содержит трубчатую фильтрующую среду, образующую внутреннюю поверхность, обращенную к внутреннему объему фильтрующего элемента, и наружную поверхность, обращенную в противоположную сторону от внутреннего объема, причем трубчатая фильтрующая среда имеет длину трубчатой фильтрующей среды, измеренную вдоль оси трубы, имеющую протяженность от первого конца до второго конца трубчатой фильтрующей среды; корпус фильтрующего элемента, содержащий первую концевую крышку на первом конце трубчатой фильтрующей среды и вторую концевую крышку на втором конце трубчатой фильтрующей среды; при этом в поперечном сечении, выполненном поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль большей части длины трубчатой фильтрующей среды, внутренняя поверхность трубчатой фильтрующей среды образует внутренний периметр; причем поперечное сечение имеет максимальную высоту, измеренную между верхней точкой и нижней точкой, при этом верхняя точка и нижняя точка расположены на внутреннем периметре и на оси максимальной высоты (H_{max}), которая проходит через поперечное сечение в таком месте и ориентирована таким образом, что верхняя точка и нижняя точка представляют собой точки на внутреннем периметре, которые наиболее удалены друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через поперечное сечение; причем поперечное сечение имеет максимальную ширину, измеренную между первой точкой и второй точкой, расположенными на внутреннем периметре и на оси максимальной ширины (W_{max}), при этом ось максимальной ширины расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты, и при этом ось максимальной ширины пересекает ось максимальной высоты в нижней точке пересечения с осью, где первая точка и вторая точка являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты; причем поперечное сечение имеет высоту нижней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от нижней точки до нижней точки пересечения с осью; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку, причем нижняя часть периметра имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первой точки до второй точки; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку, причем верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца до второго конца, при этом первый конец расположен на внутреннем периметре между первой точкой и верхней точкой и второй конец расположен на внутреннем периметре между второй точкой и верхней точкой, причем первый конец и второй конец верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия верхней части периметра пересекает внутренний периметр, и при этом верхняя часть периметра имеет длину верхней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первого конца до второго конца; причем линия верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси максимальной высоты и которая пересекает ось максимальной высоты в верхней точке пересечения с осью, при этом поперечное сечение имеет высоту верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от верхней точки пересечения с осью до верхней точки на внутреннем периметре; причем высота верхней части равна высоте нижней части; и при этом длина нижней части периметра больше длины верхней час-

ти периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше нуля.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, высота нижней части меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки до нижней точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку и имеющую протяженность от первой точки до второй точки, причем вся нижняя часть периметра является непрерывно изогнутой от первой точки до второй точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, никакой участок внутреннего периметра между первой точкой и второй точкой не находится на прямой линии на расстоянии более 1 см.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, ось максимальной высоты не лежит на линии симметрии внутреннего периметра поперечного сечения.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии, и при этом ось максимальной высоты совпадает с линией симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения является асимметричным.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, ось трубы центрирована по оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, ось трубы коллинеарна оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, занимает меньше, чем всю и не менее 60% внутренней области, ограниченной внутренним периметром. В одном или нескольких вариантах осуществления вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, занимает не менее 70% внутренней области, ограниченной внутренним периметром. В одном или нескольких вариантах осуществления вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, занимает не менее 80% внутренней области, ограниченной внутренним периметром.

В одном или нескольких вариантах осуществления согласно первой особенности изобретения систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, как описано в настоящем документе, вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, образует максимальный радиальный зазор между окружностью и внутренним периметром, который составляет не более 0,5 диаметра вписанной окружности, причем максимальный радиальный зазор измеряется вдоль радиальной линии, проходящей через центр вписанной окружности. В одном или нескольких вариантах осуществления максимальный радиальный зазор составляет не более 0,25 диаметра вписанной окружности.

Согласно второй особенности изобретения один или несколько вариантов осуществления системы

воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, могут включать трубную решетку, выполненную с возможностью деления корпуса на камеру загрязненного воздуха и камеру чистого воздуха; коллектор импульсов, образующий проход, который проходит через коллектор импульсов от фильтрующего концевое отверстия на фильтрующем конце коллектора импульсов до отверстия трубной решетки на конце трубной решетки коллектора импульсов; трубное отверстие в трубной решетке, причем конец трубной решетки коллектора импульсов выполнен с возможностью прикрепления к трубной решетке таким образом, что отверстие трубной решетки коллектора импульсов центрировано по трубному отверстию так, что воздух, проходящий из камеры загрязненного воздуха в камеру чистого воздуха через трубное отверстие, проходит через проход коллектора импульсов; генератор импульсов, расположенный в камере чистого воздуха и позиционированный для подачи импульсов воздуха вдоль оси импульсов, которая проходит от генератора импульсов через трубное отверстие в трубной решетке, отверстие трубной решетки в коллекторе импульсов и фильтрующее концевое отверстие в коллекторе импульсов; фильтрующий элемент, прикрепленный к фильтрующему концу коллектора импульсов таким образом, что воздух, проходящий в проход коллектора импульсов через фильтрующее концевое отверстие коллектора импульсов, проходит через внутренний объем фильтрующего элемента до достижения им фильтрующего концевое отверстия. В системах воздушных фильтров согласно второй особенности изобретения фильтрующий элемент содержит трубчатую фильтрующую среду, образующую внутреннюю поверхность, обращенную к внутреннему объему фильтрующего элемента, и наружную поверхность, обращенную в противоположную сторону от внутреннего объема, причем трубчатая фильтрующая среда имеет длину трубчатой фильтрующей среды, измеренную вдоль оси трубы, имеющую протяженность от первого конца до второго конца трубчатой фильтрующей среды; корпус фильтрующего элемента, содержащий первую концевую крышку на первом конце трубчатой фильтрующей среды и вторую концевую крышку на втором конце трубчатой фильтрующей среды; при этом в поперечном сечении, выполненном поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль большей части длины трубчатой фильтрующей среды, внутренняя поверхность трубчатой фильтрующей среды образует внутренний периметр; при этом поперечное сечение имеет максимальную высоту, измеренную между верхней точкой и нижней точкой, причем верхняя точка и нижняя точка расположены на внутреннем периметре и на оси максимальной высоты (H_{max}), которая проходит через поперечное сечение в таком месте и ориентирована таким образом, что верхняя точка и нижняя точка представляют собой точки на внутреннем периметре, наиболее удаленные друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через поперечное сечение; при этом поперечное сечение имеет максимальную ширину, измеренную между первой точкой и второй точкой, расположенными на внутреннем периметре и на оси максимальной ширины (W_{max}), причем ось максимальной ширины расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты, и при этом ось максимальной ширины пересекает ось максимальной высоты в нижней точке пересечения с осью, где первая точка и вторая точка являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты; и при этом нижняя точка пересечения с осью не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, измеренную между верхней и нижней точками.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, поперечное сечение имеет высоту нижней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от нижней точки до нижней точки пересечения с осью, и при этом высота нижней части меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки до нижней точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше нуля.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем фильтрации воздуха, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку, причем нижняя часть периметра имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первой точки до второй точки; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку, причем верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца до второго конца, при этом первый конец расположен на внутреннем периметре между первой точкой и верхней точкой и второй конец расположен на внутреннем периметре между второй точкой и верхней точкой, причем первый конец и второй конец верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия верхней части периметра пересекает внутренний периметр, и при этом верхняя часть периметра имеет длину верхней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первого конца до второго конца; причем линия верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси

максимальной высоты и которая пересекает ось максимальной высоты в верхней точке пересечения с осью, при этом поперечное сечение имеет высоту верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от верхней точки пересечения с осью до верхней точки на внутреннем периметре; причем высота верхней части равна высоте нижней части; и при этом длина нижней части периметра больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку и имеющую протяженность от первой точки до второй точки, причем вся нижняя часть периметра является непрерывно изогнутой от первой точки до второй точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, никакой участок внутреннего периметра между первой точкой и второй точкой не находится на прямой линии на расстоянии более 1 см.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось максимальной высоты не лежит на линии симметрии внутреннего периметра поперечного сечения.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии, и при этом ось максимальной высоты совпадает с линией симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения является асимметричным.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось трубы центрирована по оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно второй особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось трубы является коллинеарной оси импульсов.

Согласно третьей особенности изобретения один или несколько вариантов осуществления системы воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, могут включать трубную решетку, выполненную с возможностью деления корпуса на камеру загрязненного воздуха и камеру чистого воздуха; коллектор импульсов, образующий проход, который проходит через коллектор импульсов от фильтрующего концевое отверстие на фильтрующем конце коллектора импульсов до отверстия трубной решетки на конце трубной решетки коллектора импульсов; трубное отверстие в трубной решетке, причем конец трубной решетки коллектора импульсов выполнен с возможностью прикрепления к трубной решетке таким образом, что отверстие трубной решетки коллектора импульсов центрировано по трубному отверстию так, что воздух, проходящий из камеры загрязненного воздуха в камеру чистого воздуха через трубное отверстие, проходит через проход коллектора импульсов; генератор импульсов, расположенный в камере чистого воздуха и позиционированный для подачи импульсов воздуха вдоль оси импульсов, которая проходит от генератора импульсов через трубное отверстие в трубной решетке, отверстие трубной решетки в коллекторе импульсов и фильтрующее концевое отверстие в коллекторе импульсов; фильтрующий элемент, прикрепленный к фильтрующему концу коллектора импульсов таким образом, что воздух, проходящий в проход коллектора импульсов через фильтрующее концевое отверстие коллектора импульсов, проходит через внутренний объем фильтрующего элемента до достижения им фильтрующего концевое. Согласно третьей особенности системы воздушных фильтров, как описано в на-

стоящем документе, включают фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую внутреннюю поверхность, обращенную к внутреннему объему фильтрующего элемента, и наружную поверхность, обращенную в противоположную сторону от внутреннего объема, причем трубчатая фильтрующая среда имеет длину трубчатой фильтрующей среды, измеренную вдоль оси трубы, протяженностью от первого конца до второго конца трубчатой фильтрующей среды; корпус фильтрующего элемента, содержащий первую концевую крышку на первом конце трубчатой фильтрующей среды и вторую концевую крышку на втором конце трубчатой фильтрующей среды; причем в поперечном сечении, выполненном поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль большей части длины трубчатой фильтрующей среды, внутренняя поверхность трубчатой фильтрующей среды образует внутренний периметр, имеющий яйцевидную форму; при этом яйцевидная форма внутреннего периметра поперечного сечения является асимметричной.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, поперечное сечение имеет максимальную высоту, измеренную между верхней точкой и нижней точкой, причем верхняя точка и нижняя точка расположены на внутреннем периметре и на оси максимальной высоты (H_{max}), которая проходит через поперечное сечение в таком месте и ориентирована таким образом, что верхняя точка и нижняя точка представляют собой точки на внутреннем периметре, наиболее удаленные друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через поперечное сечение; при этом поперечное сечение имеет максимальную ширину, измеренную между первой точкой и второй точкой, расположенными на внутреннем периметре и на оси максимальной ширины (W_{max}), причем ось максимальной ширины расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты, и при этом ось максимальной ширины пересекает ось максимальной высоты в нижней точке пересечения с осью, где первая точка и вторая точка являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной к оси максимальной высоты; и при этом нижняя точка пересечения с осью не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, измеренную между верхней и нижней точками.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, поперечное сечение имеет высоту нижней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от нижней точки до нижней точки пересечения с осью, и при этом высота нижней части меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки до нижней точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше нуля.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку, причем нижняя часть периметра имеет высоту нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первой точки до второй точки; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку, причем верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца до второго конца, при этом первый конец расположен на внутреннем периметре между первой точкой и верхней точкой и второй конец расположен на внутреннем периметре между второй точкой и верхней точкой, причем первый конец и второй конец верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия верхней части периметра пересекает внутренний периметр, и при этом верхняя часть периметра имеет длину верхней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первого конца до второго конца; причем линия верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси максимальной высоты и которая пересекает ось максимальной высоты в верхней точке пересечения с осью, при этом поперечное сечение имеет высоту верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от верхней точки пересечения с осью до верхней точки на внутреннем периметре; причем высота верхней части равна высоте нижней части; и при этом длина нижней части периметра больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра больше длины верхней части периметра не менее чем в 1,2 раза.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих

фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку и имеющую протяженность от первой точки до второй точки, причем вся нижняя часть периметра является непрерывно изогнутой от первой точки до второй точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, никакой участок внутреннего периметра между первой точкой и второй точкой не находится на прямой линии на расстоянии более 1 см.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось трубы центрирована по оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду согласно третьей особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось трубы коллинеарна оси импульсов.

Согласно четвертой особенности изобретения один или несколько вариантов осуществления системы воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, могут включать трубную решетку, выполненную с возможностью деления корпуса на камеру загрязненного воздуха и камеру чистого воздуха; коллектор импульсов, образующий проход, который проходит через коллектор импульсов от фильтрующего концевого отверстия на фильтрующем конце коллектора импульсов до отверстия трубной решетки на конце трубной решетки коллектора импульсов; трубное отверстие в трубной решетке, причем конец трубной решетки коллектора импульсов выполнен с возможностью прикрепления к трубной решетке таким образом, что отверстие трубной решетки коллектора импульсов центрировано по трубному отверстию таким образом, что воздух, проходящий из камеры загрязненного воздуха в камеру чистого воздуха через трубное отверстие, проходит через проход коллектора импульсов; генератор импульсов, расположенный в камере чистого воздуха и позиционированный для подачи импульсов воздуха вдоль оси импульсов, которая проходит от генератора импульсов через трубное отверстие в трубной решетке, отверстие трубной решетки в коллекторе импульсов и фильтрующее концевое отверстие в коллекторе импульсов; и фильтрующий элемент, прикрепленный к фильтрующему концу коллектора импульсов таким образом, что воздух, проходящий в проход коллектора импульсов через фильтрующее концевое отверстие коллектора импульсов, проходит через внутренний объем фильтрующего элемента до достижения им фильтрующего концевого отверстия. Согласно четвертой особенности систем воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, предлагается фильтрующий элемент, содержащий трубчатую фильтрующую среду, образующую внутреннюю поверхность, обращенную к внутреннему объему фильтрующего элемента, и наружную поверхность, обращенную в противоположную сторону от внутреннего объема, причем трубчатая фильтрующая среда имеет длину трубчатой фильтрующей среды, измеренную вдоль оси трубы, протяженностью от первого конца до второго конца трубчатой фильтрующей среды; корпус фильтрующего элемента, содержащий первую концевую крышку на первом конце трубчатой фильтрующей среды и вторую концевую крышку на втором конце трубчатой фильтрующей среды; при этом в поперечном сечении, выполненном поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль большей части длины трубчатой фильтрующей среды, внутренняя поверхность трубчатой фильтрующей среды образует внутренний периметр; причем поперечное сечение имеет максимальную высоту, измеренную между верхней точкой и нижней точкой, при этом верхняя точка и нижняя точка расположены на внутреннем периметре и на оси максимальной высоты (H_{max}), которая проходит через поперечное сечение в таком месте и ориентирована таким образом, что верхняя точка и нижняя точка представляют собой точки на внутреннем периметре, наиболее удаленные друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через поперечное сечение; причем поперечное сечение имеет максимальную ширину, измеренную между первой точкой и второй точкой, расположенными на внутреннем периметре и на оси максимальной ширины (W_{max}), при этом ось максимальной ширины расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты, и при этом ось максимальной ширины пересекает ось максимальной высоты в нижней точке пересечения с осью, где первая и вторая точка являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты; причем поперечное сечение имеет высоту нижней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от нижней точки до нижней точки пересечения с осью; при этом внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку, причем нижняя часть периметра имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первой точки до второй точки; причем внутренний периметр поперечного сечения содержит верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку, при этом верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца до

второго конца, причем первый конец расположен на внутреннем периметре между первой точкой и верхней точкой и второй конец расположен на внутреннем периметре между второй точкой и верхней точкой, при этом первый конец и второй конец верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия верхней части внутреннего периметра пересекает внутренний периметр, и при этом верхняя часть периметра имеет длину верхней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра от первого конца до второго конца; причем линия верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси максимальной высоты и которая пересекает ось максимальной высоты в верхней точке пересечения с осью, при этом поперечное сечение имеет высоту верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты от верхней точки пересечения с осью до верхней точки внутреннего периметра; причем высота верхней части равна высоте нижней части; и при этом длина нижней части периметра больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, длина нижней части периметра не менее чем в 2 раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше нуля.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, высота нижней части меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты от верхней точки до нижней точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения содержит нижнюю часть внутреннего периметра, включающую нижнюю точку и имеющую протяженность от первой точки до второй точки, причем вся нижняя часть периметра является непрерывно изогнутой от первой точки до второй точки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, никакой участок внутреннего периметра между первой точкой и второй точкой не находится на прямой линии на расстоянии более 1 см.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось максимальной высоты не лежит на линии симметрии внутреннего периметра поперечного сечения.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения образует только одну линию симметрии, и при этом ось максимальной высоты совпадает с линией симметрии.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, внутренний периметр поперечного сечения является асимметричным.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось трубы центрирована по оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно четвертой особенности изобретения, как описано в настоящем документе, ось трубы коллинеарна оси импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно второй, третьей и четвертой особенностям изобретения, как описано в настоящем документе, вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, занимает менее чем всю и не менее 60% внутренней области, ограниченной внутренним периметром. В одном или нескольких вариантах осуществления вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, занимает не менее 70% внутренней области, ограниченной внутренним периметром. В одном или нескольких вариантах осуществления вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, занимает не менее 80% внутренней области, ограниченной внутренним периметром.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно второй, третьей или четвертой особенностям изобретения, как описано в настоящем документе, вписанная окружность, расположенная внутри внутреннего периметра поперечного сечения, образует максимальный радиальный зазор между окружностью и внутренним периметром, который составляет не более 0,5 диаметра вписанной окружности, причем максимальный радиальный зазор измеряется вдоль радиальной линии, проходящей через центр вписанной окружности. В одном или нескольких вариантах осуществления максимальный радиальный зазор составляет не более 0,25 диаметра вписанной окружности.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, включающих фильтрующий элемент, имеющий трубчатую фильтрующую среду, согласно первой, второй, третьей или четвертой особенностям изобретения, как описано в настоящем документе, поперечное сечение выполнено поперечно к оси трубы в любом местоположении вдоль не менее 10%, необязательно не менее 25% и необязательно не менее 50% длины трубчатой фильтрующей среды.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров согласно первой, второй, третьей или четвертой особенностям изобретения, как описано в настоящем документе, с генератором импульсов функционально связан расширяющийся направитель импульсов, при этом импульсы воздуха, выходящие из генератора импульсов, проходят через расширяющийся направитель импульсов, и при этом расширяющийся направитель импульсов содержит: трубчатую стенку, содержащую присоединительный конец, соединенный с генератором импульсов, и открытый конец, удаленный от присоединительного конца; внутренний канал, проходящий через расширяющийся направитель импульсов от присоединительного конца к открытому концу, причем внутренний канал имеет длину канала протяженностью от присоединительного конца до открытого конца и ширину канала, ограниченную расположенными друг напротив друга внутренними поверхностями трубчатой стенки, при этом длина канала проходит вдоль продольной оси и при этом ширина канала проходит поперечно к продольной оси; причем внутренний канал содержит первый участок, ближайший к присоединительному концу, и второй участок, ближайший к открытому концу, так что первый участок расположен между вторым участком и присоединительным концом и второй участок расположен между первым участком и открытым концом; причем расположенные друг напротив друга внутренние поверхности расширяющегося направителя импульсов на первом участке расходятся от продольной оси под первым углом, при этом первый угол больше 0° ; причем расположенные друг напротив друга внутренние поверхности расширяющегося направителя импульсов на втором участке расходятся от продольной оси под вторым углом, который больше первого угла.

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй участок внутреннего канала имеет длину второго участка, измеренную вдоль продольной оси, которая больше ширины канала на присоединительном конце.

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй участок внутреннего канала имеет длину второго участка, измеренную вдоль продольной оси, которая не менее чем в 2 раза больше ширины канала на присоединительном конце.

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол не менее чем в 1,5 раза больше первого угла.

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, первый угол составляет не более 3° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол составляет не менее 3° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол составляет не менее 4° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол составляет не менее 5° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол составляет не более 9° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол составляет не более 8° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол составляет не более 7° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, второй угол равен 6° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, внутренний канал заполнен с круглым поперечным сечением, проходящим поперечно к продольной оси в любой точке вдоль продольной оси.

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющегося направителя импульсов, применяемого в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, по меньшей мере часть наружной поверхности трубчатой стенки содержит витки резьбы, проходящие в направлении от присоединительного конца к открытому концу.

Согласно пятой особенности изобретения один или несколько вариантов осуществления способа очистки одного или нескольких фильтрующих элементов в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе, могут включать: сбор твердых частиц на фильтрующем элементе, расположенном в камере загрязненного воздуха; и направление импульса воздуха во внутренний объем фильтрующего элемента из генератора импульсов, расположенного в камере чистого воздуха, в выбранное время после сбора твердых частиц на фильтрующем элементе.

Применяемые в настоящем документе и в прилагаемой формуле изобретения формы единственного числа распространяются на обозначение форм множественного числа, если только по контексту явно не следует иное. Таким образом, например, упоминание компонента в единственном числе может предполагать наличие одного или нескольких компонентов и их эквивалентов, известных специалистам в области техники, к которой относится изобретение. Кроме того, термин "и/или" подразумевает, что речь идет об одном или всех из перечисленных элементов или комбинации любых двух или более перечисленных элементов.

Следует отметить, что термин "содержит" и его варианты в местах в прилагаемом описании, где они присутствуют, не носят ограничительный характер. К тому же выражения "по меньшей мере один" и "один или несколько" в настоящем документе применяются взаимозаменяемо.

Приведенное выше изложение сущности изобретения не предназначено для описания каждого варианта осуществления или каждой практической реализации систем воздушных фильтров и способов, описанных в настоящем документе. Точнее, более полное понимание изобретения достигается в результате ознакомления с приведенным ниже "Описанием иллюстративных вариантов осуществления" и формулой изобретения в связи с прилагаемыми фигурами графических материалов.

Краткое описание видов, представленных на графических материалах

На фиг. 1 показан вид в перспективе одного иллюстративного варианта осуществления системы воздушного фильтра, как описано в настоящем документе;

на фиг. 2 - вид сбоку системы воздушного фильтра, изображенной на фиг. 1;

на фиг. 3 - вид сверху системы воздушного фильтра, изображенной на фиг. 1 и 2;

на фиг. 4 - поперечный разрез системы воздушного фильтра по фиг. 1-3 вдоль линии 4-4 на фиг. 3;

на фиг. 5 - поперечный разрез системы воздушного фильтра по фиг. 1-3 вдоль линии 5-5 на фиг. 3;

на фиг. 6 - вид в перспективе частично с пространственным разделением деталей системы воздушного фильтра по фиг. 1-5;

на фиг. 7 - вид в перспективе альтернативного варианта осуществления системы воздушного фильтра, как описано в настоящем документе;

на фиг. 8 - схематическое представление одного иллюстративного варианта осуществления взаимосвязи между генератором импульсов и фильтрующим элементом, прикрепленным к коллектору импульсов в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе;

на фиг. 9 - поперечный разрез одного иллюстративного варианта осуществления взаимосвязи между коллектором импульсов и фильтрующим элементом в месте стыка коллектора импульсов и фильтрующего элемента;

на фиг. 10А и 10В - иллюстративные варианты осуществления смещения относительно друг друга

внутренних поверхностей коллектора импульсов и фильтрующего элемента в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе;

на фиг. 11 - один иллюстративный вариант осуществления коллектора импульсов, содержащего импульсную часть и фильтрующую часть, как описано в настоящем документе;

на фиг. 12 - поперечный разрез коллектора импульсов по фиг. 12 вдоль линии 12-12 на фиг. 11;

на фиг. 13 - поперечный разрез в увеличенном масштабе одного варианта осуществления места стыка в коллекторе импульсов, изображенном на фиг. 12;

на фиг. 14 - альтернативная конструкция коллектора импульсов и трубной решетки, которая может использоваться в одном или нескольких вариантах осуществления системы воздушного фильтра, как описано в настоящем документе;

на фиг. 15 - один иллюстративный вариант осуществления конструкции коллектора импульсов, прикрепленного к трубной решетке, фильтрующего патрона, расположенного на траверсе так, что он выступает наружу из коллектора импульсов, и генератора импульсов, центрированного по коллектору импульсов и фильтрующему патрону;

на фиг. 16 - вид конструкции, изображенной на фиг. 15, вдоль оси 651 импульсов при направлении обзора справа налево;

на фиг. 17 - один иллюстративный вариант осуществления концевой крышки, которая может использоваться на фильтрующем патроне/элементе, применяемом в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе;

на фиг. 18 - вид в перспективе одного иллюстративного варианта осуществления яйцевидного фильтрующего элемента/патрона, как описано в настоящем документе;

на фиг. 19 - вид в перспективе фильтрующей среды в фильтрующем элементе/патроне по фиг. 18;

на фиг. 20 - поперечный разрез фильтрующей среды по фиг. 19 в плоскости 3, как показано на фиг. 19;

на фиг. 21 - другой поперечный разрез фильтрующей среды по фиг. 19 в плоскости 3 с вписанной окружностью, расположенной внутри внутреннего периметра;

на фиг. 22 - поперечный разрез фильтрующей среды альтернативного варианта осуществления яйцевидного фильтрующего элемента/патрона, как описано в настоящем документе;

на фиг. 23 - поперечный разрез фильтрующей среды еще одного иллюстративного варианта осуществления яйцевидного фильтрующего элемента/патрона, как описано в настоящем документе;

на фиг. 24 - вид сбоку одного иллюстративного варианта осуществления траверсы и трубы Вентури, на которых может быть установлен внутри системы воздушного фильтра фильтрующий элемент/патрон, как описано в настоящем документе;

на фиг. 25 - вид в перспективе одного иллюстративного варианта осуществления расширяющегося направлятеля импульсов, соединенного с генератором импульсов, сообщающегося по текучей среде с коллектором, вмещающим сжатый газ, как описано в настоящем документе;

на фиг. 26 - вид сбоку одного иллюстративного варианта осуществления расширяющегося направлятеля импульсов, как описано в настоящем документе;

на фиг. 27 - вид с торца расширяющегося направлятеля импульсов по фиг. 26;

на фиг. 28 - поперечный разрез расширяющегося направлятеля импульсов по фиг. 26 вдоль линии 28-28 на фиг. 26;

на фиг. 29 - вид с частичным поперечным разрезом, на котором представлен один иллюстративный вариант осуществления соединения между расширяющимся направлятелем импульсов и генератором импульсов, как описано в настоящем документе.

Описание иллюстративных вариантов осуществления изобретения

В приведенном ниже описании иллюстративных вариантов осуществления изобретения даны ссылки на прилагаемые фигуры графических материалов, которые являются их составной частью и на которых показаны в качестве наглядного примера конкретные варианты осуществления изобретения. Очевидно, что могут быть использованы другие варианты осуществления изобретения и могут быть внесены конструктивные изменения, не выходящие за пределы объема настоящего изобретения.

На фиг. 1-4 представлен один иллюстративный вариант осуществления системы воздушного фильтра, обозначенный общей позицией 10. Система воздушного фильтра, изображенная на фиг. 1, в целом имеет форму коробки и содержит панель 16 верхней стенки и две пары расположенных друг напротив друга панелей 17 боковых стенок (одна из которых показана на фиг. 1). Система 10 воздушного фильтра содержит воздухопровод 11 загрязненного воздуха, предназначенный для приема загрязненного или засоренного воздуха (т.е. воздуха, в котором содержатся твердые частицы) в систему 10 фильтра. Воздуховод 13 чистого воздуха (см., например, фиг. 3 и 4) может быть предусмотрен для отведения из системы 10 фильтра чистого или отфильтрованного воздуха. Система 10 воздушного фильтра содержит отверстия 12 для доступа внутрь, предназначенные для размещения нескольких фильтрующих элементов (не показанных на фиг. 1), скомпонованных вместе так, что они расположены бок о бок. При эксплуатации каждое из отверстий 12 для доступа внутрь закупорено крышкой (не показано), в результате чего загрязненный воздух, поступающий в систему 10 воздушного фильтра, не выходит через отверстия 12 для доступа внутрь.

Система воздушного фильтра, кроме того, может содержать бункер 18 для сбора твердых частиц, отделенных от потока загрязненного воздуха, как описано в настоящем документе. Бункер 18 может содержать наклонные стенки для облегчения сбора твердых частиц и в некоторых вариантах осуществления может содержать приводной шнек или другой механизм для удаления накопившихся твердых частиц.

Система воздушного фильтра по фиг. 1 показана в виде сбоку на фиг. 2 и в виде сверху на фиг. 3. Система 10 воздушного фильтра, как видно из фиг. 2 и 3, включает генераторы 50 импульсов, входящие в состав системы импульсной очистки, причем генераторы 50 импульсов выполнены с возможностью направления импульса воздуха в фильтрующие элементы, как описано в настоящем документе.

На фиг. 4 показан поперечный разрез системы 10 воздушного фильтра вдоль линии 4-4 на фиг. 3 и продемонстрировано внутреннее устройство системы 10 воздушного фильтра. Внутри системы 10 воздушного фильтра находится трубная решетка 22, которая делит внутренний объем корпуса на камеру 24 чистого воздуха и камеру 26 загрязненного воздуха. Как показано на фиг. 3 и 4, система 10 воздушного фильтра включает воздухопровод 13 чистого воздуха, через который чистый воздух выходит из камеры чистого воздуха во время работы системы 10 воздушного фильтра.

Показанная система 10 воздушного фильтра включает коллекторы 30 импульсов и фильтрующие элементы 40 в камере 26 загрязненного воздуха. Коллекторы 30 импульсов прикреплены к трубной решетке 22 в трубном отверстии в трубной решетке 22 (не показана на фиг. 4), в результате чего импульс воздуха, поступающий от генераторов 50 импульсов, проходящий через коллектор 30 импульсов, поступает во внутренний объем 41 фильтрующих элементов 40. На фиг. 5 и 6 представлены, соответственно, поперечный разрез системы воздушного фильтра по фиг. 1-4 вдоль линии 5-5 на фиг. 3 и вид в перспективе частично в разобранном виде системы 10 воздушного фильтра с некоторыми стенками, удаленными для того, чтобы показать расположенные внутри нее коллекторы 30 импульсов и фильтрующие элементы 40.

Трубные отверстия 28 в трубной решетке 22, в которых размещены коллекторы 30 импульсов, показаны в поперечном разрезе, представленном на фиг. 5. Также показаны на фиг. 5 траверсы 42, прикрепленные к коллекторам 30 импульсов и/или трубной решетке 22. Траверсы 42 предусмотрены для обеспечения возможности поддержания фильтрующих элементов 40 внутри корпуса системы 10 воздушного фильтра. Применение траверс 42 и аналогичных конструкций для поддержания фильтрующих элементов в системе воздушного фильтра может быть аналогичным тому, как описано, например, в патенте США № 3942962 (автор изобретения - Duyskinck), патенте США № 4218227 (автор изобретения - Frey), патенте США № 5562746 (автор изобретения - Raether), патенте США № 6090173 (авторы изобретения - Johnson и др.), патенте США № 6902592 (авторы изобретения - Green и др.) и патенте США № 7641708 (авторы изобретения - Kosmider и др.).

Хотя фильтрующие элементы 40, показанные на фиг. 4-6, выполнены в виде состоящих из двух частей патронов, системы воздушных фильтров, описанные в настоящем документе, могут быть приспособлены для применения разнообразных фильтрующих элементов при условии возможности применения фильтрующих элементов вместе с коллекторами импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующие элементы могут быть выполнены, например, в виде мешков, рукавов, патронов и т.д. В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, фильтрующие элементы могут содержать, например, только один патрон. В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, которые включают фильтрующий элемент с двумя или несколькими компонентами (например патронами, мешками, рукавами и т.д.), два или несколько компонентов могут иметь одинаковые или различные форму исполнения, габаритные размеры, форму и т.д.

Генераторы 50 импульсов системы 10 воздушного фильтра выполнены с возможностью направления воздуха в коллекторы 30 импульсов через трубные отверстия 28 в трубной решетке 22. Воздух из каждого из генераторов 50 импульсов поступает в коллектор 30 импульсов, центрированный по генератору 50 импульсов, и проходит во внутренний объем 41 фильтрующего элемента 40 для удаления твердых частиц из фильтрующих элементов 40 аналогично тому, как описано, например, в патенте США № 4218227 (автор изобретения - Frey), патенте США № 5562746 (автор изобретения - Raether), патенте США № 6090173 (авторы изобретения - Johnson и др.), патенте США № 6902592 (авторы изобретения - Green и др.), патенте США № 7641708 (авторы изобретения - Kosmider и др.), патенте США № 8075648 (автор изобретения - Raether) и в публикации заявки на патент США № US2013/0305926 A1 (автор изобретения - Raether).

Генераторы 50 импульсов могут быть выполнены как составная часть импульсной системы очистки, включающей один или несколько источников сжатого газа (например воздуха), клапаны и систему управления. Иллюстративные варианты осуществления потенциально пригодных систем импульсной очистки можно найти, например, в патенте США № 4218227 (автор изобретения - Frey), патенте США № 5562746 (автор изобретения - Raether), патенте США № 6090173 (авторы изобретения - Johnson и др.), патенте США № 6902592 (авторы изобретения - Green и др.), патенте США № 7641708 (авторы изобретения - Kosmider и др.) и патенте США № 8075648 (автор изобретения - Raether).

На фиг. 7 продемонстрирован иллюстративный вариант осуществления другой системы 110 воздушного фильтра. Система 110 воздушного фильтра тоже имеет в основном коробчатую форму, но отли-

чается от системы воздушного фильтра, изображенной на фиг. 1-6, ориентацией компонентов, расположенных внутри системы воздушного фильтра. В частности, система 110 воздушного фильтра включает трубную решетку 122, которая в одном или нескольких вариантах осуществления может быть ориентирована в целом горизонтально, при этом камера 124 чистого воздуха расположена над трубной решеткой 122 и камера 126 загрязненного воздуха расположена под трубной решеткой 122. Хотя системы воздушных фильтров, изображенные, например, на фиг. 6 и 7, включают фильтрующие элементы/патроны с двумя разными ориентациями (т.е. горизонтальной и вертикальной), системы воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, могут включать фильтрующие элементы/патроны с любой ориентацией и/или компоновкой.

Система 110 воздушного фильтра включает также фильтрующие элементы 140, прикрепленные к трубной решетке 122 через коллекторы 130 импульсов. Загрязненный воздух, поступающий в камеру 126 загрязненного воздуха, проходит через фильтрующие элементы 140 и коллекторы 130 импульсов до его поступления в камеру 124 чистого воздуха, находящуюся над трубной решеткой 122. Трубная решетка 122 содержит трубные отверстия 128, в которых крепятся коллекторы 130 импульсов таким образом, что воздух, выпускаемый из коллекторов 130 импульсов, при его перемещении из коллекторов 130 импульсов в камеру 124 чистого воздуха проходит через трубные отверстия 128 в трубной решетке 122.

Система 110 воздушного фильтра включает также генераторы 150 импульсов, расположенные в камере 124 чистого воздуха и выполненные с возможностью направления импульсов в коллекторы 130 импульсов через трубные отверстия 128 в трубной решетке 122. Импульс от каждого из генераторов 150 импульсов поступает в коллектор 130 импульсов, по которому центрирован генератор импульсов, и проходит во внутренний объем фильтрующего элемента 140 для удаления твердых частиц из этого фильтрующего элемента, как описано в настоящем документе.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, расстояние между генераторами импульсов и фильтрующими элементами может быть выбрано для улучшения очистки или удаления твердых частиц из фильтрующих элементов в период эксплуатации систем воздушных фильтров. Например, на фиг. 8 показан иллюстративный вариант осуществления расположения генератора 250 импульсов, трубной решетки 222, коллектора 230 импульсов и фильтрующего элемента 240 в виде упрощенной структуры для более наглядной иллюстрации и более ясного описания этой особенности.

В частности, коллектор 230 импульсов содержит фильтрующее концевое отверстие 231 на конце коллектора импульсов, к которому крепится фильтрующий элемент 240. Фильтрующий элемент 240 содержит фильтрующее концевое отверстие 245 на границе раздела между фильтрующим концевым отверстием 231 коллектора 230 импульсов и фильтрующим элементом 240. На противоположном конце коллектора 230 импульсов в одном или нескольких вариантах осуществления по трубному отверстию 228 в трубной решетке 222 центрировано отверстие 232 трубной решетки.

Иллюстративный вариант осуществления генератора 250 импульсов, изображенного на фиг. 8 (который для наглядности показан без соблюдения масштаба по отношению к другим компонентам, показанным на фиг. 8), включает выходное отверстие 254 импульса, образованное на конце подающей трубы 252. Генератор 250 импульсов выполнен с возможностью подачи импульсов воздуха вдоль оси 251 импульсов, которая проходит от генератора 250 импульсов через трубное отверстие 228 в трубной решетке 222, отверстие 232 трубной решетки и фильтрующее концевое отверстие 231 в коллекторе 230 импульсов. Генератор 250 импульсов содержит выходное отверстие 254 импульса, расположенное на оси 251 импульсов и через которое импульсы воздуха подаются вдоль оси 251 импульсов.

Несмотря на то что ось 251 импульсов в одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, может быть ориентирована и расположена так, что ось 251 импульсов проходит через центр всех из выходного отверстия 254 импульса, трубного отверстия 228 в трубной решетке 222, отверстия 232 трубной решетки и фильтрующего концевое отверстие 231 в коллекторе 230 импульсов, отверстия 245 фильтрующего элемента и внутреннего объема 241 фильтрующего элемента 240, ось 251 импульсов в одном или нескольких вариантах осуществления может быть позиционирована так, что ось 251 импульсов не проходит через центр одного или нескольких из этих элементов/отверстий.

В одном или нескольких вариантах осуществления, таких как иллюстративный вариант осуществления, представленный на фиг. 8, к генератору 250 импульсов прикреплен расширяющийся направитель 290 импульса, в результате чего воздух, выходящий из выходного отверстия 254 импульса, по меньшей мере, частично содержится внутри расширяющегося направителя 290 импульса до его выхода из расширяющегося направителя 290 импульса на его открытом конце 293. Расширяющийся направитель 290 импульса, изображенный на фиг. 8, представляет собой лишь один пример расширяющегося направителя импульса, который может быть применен вместе с системами воздушных фильтров, описанными в настоящем документе. Возможно применение других расширяющихся направителей импульса, таких как, например, расширяющиеся направители импульса, описанные в настоящем документе, а также описанные, например, в предварительной заявке на патент США № 61/772198, озаглавленной "Расширяющиеся сопла и системы очистки фильтрующих элементов с помощью расширяющихся сопел".

Выходное отверстие 254 импульса генераторов импульсов, как описано в настоящем документе, представляет собой отверстие, через которое проходят импульсы, ограниченное в генераторе 250 импульсов расположенными друг напротив друга стенками, не являющимися расходящимися. В иллюстративном варианте осуществления, представленном на фиг. 8, выходное отверстие 254 импульса ограничено стенками подающей трубы 252, которые могут быть параллельными друг другу. Однако в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления стенки подающей трубы 252, ведущей к выходному отверстию 254 импульса, могут быть сходящимися. Однако выходное отверстие 254 импульса не ограничено стенками, являющимися расходящимися, как стенки, ограничивающие расширяющийся направитель 290 импульса, прикрепленный к генератору 250 импульсов. Сходящаяся или расходящаяся ориентация расположенных друг напротив друга стенок, определяющая границы выходных отверстий импульса в генераторах импульсов, описанных в настоящем документе, определяется по отношению к осям импульсов, проходящим через генераторы импульсов, т.е. в случае, если они не параллельны друг другу, сходящийся или расходящийся характер расположенных друг напротив друга стенок определяется направлением движения вдоль оси импульсов по направлению к фильтрующему элементу.

Взаимосвязь между генератором импульсов и фильтрующим элементом в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, в одном или нескольких вариантах осуществления связана с длиной пути импульса (pd, как видно из фиг. 8) и гидравлическим диаметром выходного отверстия импульса (dpo, как видно из фиг. 8).

Длина пути импульса (pd) представляет собой расстояние, измеренное вдоль оси 251 импульсов от выходного отверстия 254 импульса до отверстия 245 фильтрующего элемента, причем отверстие 245 фильтрующего элемента находится в том местоположении вдоль оси 251 импульсов, в котором гидравлический диаметр (dfe) отверстия фильтрующего элемента определяется так, как указано в настоящем документе в связи с рассмотрением фиг. 9. Ось 251 импульсов проходит от выходного отверстия 254 импульса через трубное отверстие 228, коллектор 230 импульсов и заходит во внутренний объем 241 фильтрующего элемента 240. В одном или нескольких вариантах осуществления, в которых подающая труба 252 ограничивает выходное отверстие 254 импульса стенками, параллельными друг к другу, ось 251 импульсов может быть центрирована по этим параллельным стенкам.

Гидравлический диаметр (dpo) выходного отверстия 254 импульса может быть определен путем измерения площади поперечного сечения выходного отверстия 254 импульса, умножения этой площади на четыре и затем деления полученного результата на длину периметра выходного отверстия 254 импульса. Вычисление гидравлического диаметра выходного отверстия импульса представлено следующим уравнением:

$$dpo = 4 \cdot (\text{площадь выходного отверстия импульса}) / \text{периметр выходного отверстия импульса}$$

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, гидравлический диаметр (dpo) выходных отверстий импульсов может колебаться в пределах от, например, 8 мм до, например, 150 мм. Размеры выходных отверстий импульсов будут изменяться в зависимости от многих разных факторов, таких как, например, размер фильтрующих элементов, скорости прохождения потока через систему и т.д.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, нижний предел диапазона значений длины пути импульса (pd) может быть не менее чем в 30 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса (dpo). В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, нижний предел диапазона значений длины пути импульса (pd) может быть не менее чем в 35 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса (dpo). В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, верхний предел диапазона значений длины пути импульса (pd) может быть не более чем в 60 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса (dpo). В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, верхний предел диапазона значений длины пути импульса (pd) может быть не более чем в 50 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия импульса (dpo).

Один или несколько вариантов осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут характеризоваться также соотношением между гидравлическими диаметрами отверстий фильтрующих элементов и фильтрующими концевыми отверстиями коллекторов импульсов, к которым прикреплены фильтрующие элементы. Упрощенное схематическое изображение места стыка друг с другом коллектора 330 импульсов и фильтрующего элемента 340, которые расположены вдоль оси 351 импульсов, представлено на фиг. 9 и будет использоваться для описания взаимосвязи между этими гидравлическими диаметрами.

Как показано на фиг. 9, коллектор 330 импульсов содержит внутреннюю поверхность 333, которая ограничивает фильтрующее концевое отверстие 331 коллектора 330 импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления коллектор 330 импульсов может содержать фланец 335, который может использоваться в качестве поверхности уплотнения фильтрующего элемента во время эксплуатации систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе.

Фильтрующий элемент 340, показанный на фиг. 9, содержит фильтрующую среду 347, с которой соединена концевая крышка 380. В одном или нескольких вариантах осуществления концевая крышка 380 может быть выполнена с возможностью размещения в ней фильтрующей среды 347 с обеспечением воздухонепроницаемого соединения фильтрующей среды 347 с концевой крышкой 380. В показанном иллюстративном варианте осуществления для получения воздухонепроницаемого соединения между концевой крышкой 380 и фильтрующей средой 347 может использоваться герметик 387 в виде, например, компаунда (хотя для крепления концевой крышки к фильтрующей среде может использоваться много других воздухонепроницаемых соединений).

Для образования уплотнения между коллектором 330 импульсов и фильтрующим элементом 340 между фланцем 335 коллектора 330 импульсов и концевой крышкой 380 в показанном иллюстративном варианте осуществления размещена прокладка 383. В системах воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, для уплотнения соединения между фильтрующим элементом и коллектором импульсов могут применяться одна или несколько прокладок или другие уплотнительные устройства.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем изобретении, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe) может быть связан с гидравлическим диаметром фильтрующего концевого отверстия коллектора импульсов (dpc).

Гидравлический диаметр (dpc на фиг. 9) фильтрующего концевого отверстия коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, может быть определен в плоскости, проходящей поперечно к оси 351 импульсов в местоположении, находящемся на расстоянии не более 25 мм от фильтрующего концевого отверстия 331 коллектора 330 импульсов вдоль оси 351 импульсов, где площадь поперечного сечения прохода через коллектор 330 импульсов является наименьшей. На фиг. 9 это расстояние $D1 < / 47 >$, составляющее не более 25 мм. В результате малые изменения площади поперечного сечения прохода через коллектор 330 импульсов вблизи места стыка коллектора импульсов и фильтрующего элемента 340 (такие как, например, обусловленные кривизной коллектора 330 импульсов в его фильтрующем концевого отверстия, где коллектор 330 импульсов расширяется вследствие, например, технологических требований) не будут влиять на точность определения гидравлического диаметра dpc коллектора 330 импульсов, как описано в настоящем документе. Гидравлический диаметр dpc фильтрующего концевого отверстия коллектора 330 импульсов рассчитывают по уравнению, указанному выше в связи с гидравлическим диаметром выходного отверстия импульса, т.е. гидравлический диаметр равен умноженной на четыре площади поперечного сечения коллектора импульсов в выбранном местоположении, деленной на его периметр в этом местоположении.

Гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe на фиг. 9), аналогичным образом, определяется в плоскости, проходящей поперечно к оси 351 импульсов. В частности, как применяется в настоящем документе, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe) определяют в том местоположении, где внутренняя сторона фильтрующей среды 347 фильтрующего элемента 340 обращена к внутреннему объему 341 фильтрующего элемента 340 и, вследствие этого, воздух может проходить через фильтрующую среду 347 во внутренний объем 341 и выходить из него вокруг периметра внутреннего объема фильтрующего элемента 340. В одном или нескольких вариантах осуществления, в которых применяется концевая крышка 380, это местоположение будет находиться на внутренней кромке 388 концевой крышки 380. Гидравлический диаметр отверстия 345 фильтрующего элемента тоже рассчитывается по уравнениям, приведенным выше, т.е. гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента dfe равен умноженной на четыре площади поперечного сечения отверстия фильтрующего элемента в выбранном местоположении, деленной на его периметр в этом местоположении. В случае, например, складчатой фильтрующей среды, площадь поперечного сечения определяют по местоположениям внутренних кромок сгибов, составляющих складки в фильтрующей среде.

Тоже не показанная в схематическом виде по фиг. 9, в одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, внутренняя облицовка может быть предусмотрена сверху внутренней поверхности фильтрующей среды 347 для обеспечения, например, защиты, опоры и т.д. для фильтрующей среды. Примеры некоторых облицовок, которые могут быть использованы вместе с фильтрующими элементами, описанными в настоящем документе, можно найти, например, в патенте США № 6488746 (авторы изобретения - Kosmider и др.), патенте США № 8128724 (авторы изобретения - Mills и др.) и т.д. В таком устройстве гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента dfe определяют с использованием внутренней поверхности внутренней облицовки.

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe) составляет не более 112% гидравлического диаметра фильтрующего концевого отверстия коллектора импульсов (dpc). В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe) составляет не более 108% гидравлического диаметра фильтрующего концевого отверстия коллектора импульсов (dpc).

В одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe) составляет не менее 90% гидравлического диаметра фильтрующего концевого отверстия коллектора импульсов (dpc). В

одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, гидравлический диаметр отверстия фильтрующего элемента (dfe) составляет не менее 95% гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов (dpc).

В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, абсолютное значение разности между гидравлическим диаметром отверстия фильтрующего элемента (dfe) и гидравлическим диаметром фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов (dpc) составляет не более 2% гидравлического диаметра отверстия фильтрующего элемента.

Другие отличительные особенности систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут быть описаны в связи с фиг. 10А и 10В, на которых представлены поперечные разрезы показанных в увеличенном масштабе частей границы раздела между фильтрующим концевым отверстием 431 коллектора 430 импульсов и фильтрующим элементом 440. Фильтрующий элемент 440 образует внутреннюю поверхность 446, тогда как коллектор 430 импульсов образует внутреннюю поверхность 433. В одном или нескольких вариантах осуществления внутренняя поверхность 433 коллектора 430 импульсов центрирована по внутренней поверхности 446 фильтрующего элемента 440 в фильтрующем концевом отверстии 445 фильтрующего элемента 440. В одном или нескольких вариантах осуществления это центрирование может быть измерено в местоположениях, используемых для определения гидравлических диаметров фильтрующего концевое отверстие коллектора импульсов и фильтрующего элемента (dpc и dfe, как описано выше в связи с фиг. 9).

Однако в некоторых случаях может иметься смещение относительно друг друга внутренней поверхности 433 фильтрующего концевое отверстие 431 коллектора 430 импульсов и внутренней поверхности 446 отверстия 445 фильтрующего элемента данного фильтрующего элемента 440. В частности, это смещение (do на фиг. 10А и 10В) может иметь результатом такое расположение, при котором внутренние поверхности 433 и 446 не центрированы относительно друг друга по периметру места стыка фильтрующего концевое отверстие 431 и отверстия 445 фильтрующего элемента. На фиг. 10А показан пример, в котором внутренняя поверхность 433 фильтрующего концевое отверстие 431 коллектора 430 импульсов расположена с внутренней стороны от внутренней поверхности 446 фильтрующего элемента 440 в фильтрующем концевом отверстии 445 на расстоянии смещения (do), как видно из фиг. 10А. На фиг. 10В показан пример, в котором внутренняя поверхность 446 фильтрующего элемента 440 в фильтрующем концевом отверстии 445 расположена с внутренней стороны от внутренней поверхности 433 фильтрующего концевое отверстие 431 коллектора 430 импульсов на расстоянии смещения (do), как видно из фиг. 10В.

В одном или нескольких вариантах осуществления смещение (do) относительно друг друга внутренней поверхности 446 отверстия 445 фильтрующего элемента и внутренней поверхности 433 фильтрующего концевое отверстие 431 коллектора 430 импульсов составляет не более 15 мм в любом местоположении по периметру отверстия 445 фильтрующего элемента. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления смещение (do) относительно друг друга внутренней поверхности 446 отверстия 445 фильтрующего элемента и внутренней поверхности 433 фильтрующего концевое отверстие 431 коллектора 430 импульсов составляет не более 10 мм в любом местоположении по периметру отверстия 445 фильтрующего элемента. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления смещение (do) относительно друг друга внутренней поверхности 446 отверстия 445 фильтрующего элемента и внутренней поверхности 433 фильтрующего концевое отверстие 431 коллектора 430 импульсов составляет не более 5 мм в любом местоположении по периметру отверстия 445 фильтрующего элемента.

Системы воздушных фильтров, описанные в настоящем документе, включают в одном или нескольких вариантах осуществления коллектор импульсов, расположенный между трубной решеткой и фильтрующим элементом с той стороны от трубной решетки, где находится камера загрязненного воздуха. В одном или нескольких вариантах осуществления коллектор импульсов может быть выполнен в виде элемента Вентури, содержащего горловину, которая суживает проход через коллектор импульсов в местоположении, находящемся между его концами, как описано, например, в одном или нескольких из следующих документов: патенте США № 3942962 (автор изобретения - Duyskinck), патенте США № 4218227 (автор изобретения - Frey), патенте США № 6090173 (авторы изобретения - Johnson и др.), патенте США № 6902592 (авторы изобретения - Green и др.), патенте США № 7641708 (авторы изобретения - Kosmider и др.) и публикации заявки на патент США № US2013/0305667 А1.

В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления коллекторы импульсов, применяемые в системах воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут иметь такое же конструктивное исполнение без сужения или расширения между трубной решеткой и фильтрующим элементом. Один пример такого коллектора импульсов представлен, например, на фиг. 8.

В еще одних других вариантах осуществления коллекторы импульсов, применяемые в системах воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут содержать импульсную секцию и фильтрующую секцию, которые сходятся в месте стыка, расположенном между фильтрующим концом и концом трубной решетки коллектора импульсов. Один иллюстративный вариант осуществления такого кол-

лктора 530 импульсов представлен на фиг. 11-13. Коллектор 530 импульсов содержит импульсную секцию 536 и фильтрующую секцию 537, которые сведены в месте 538 стыка в местоположении, находящемся между фильтрующим концом 531 и концом 532 трубной решетки коллектора 530 импульсов. Как и в других вариантах осуществления коллекторов импульсов, как описано в настоящем документе, ось 551 импульсов проходит через коллектор 530 импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторы импульсов, имеющие и импульсную секцию и фильтрующую секцию, как описано в настоящем документе, могут иметь импульсную секцию 536, в которой часть прохода через коллектор 530 импульсов, образованная импульсной секцией 536, имеет гидравлический диаметр (см., например, d_1 на фиг. 12), увеличивающийся при движении от места 538 стыка по направлению к концу 532 трубной решетки коллектора 530 импульсов. Гидравлический диаметр импульсной секции 536 определяется согласно принципам, описанным в настоящем документе, т.е. гидравлический диаметр импульсной секции 536 в любой точке вдоль оси 551 импульсов равен умноженной на четыре площади поперечного сечения импульсной секции 536, деленной на периметр в этом местоположении.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторы импульсов, имеющие и импульсную секцию и фильтрующую секцию, как описано в настоящем документе, могут иметь фильтрующую секцию 537, в которой часть прохода через коллектор 530 импульсов, образованная фильтрующей секцией 537, имеет гидравлический диаметр (см. например, d_2 на фиг. 12), остающийся неизменным при движении от места 538 стыка по направлению к фильтрующему концу 531 коллектора 530 импульсов. Гидравлический диаметр фильтрующей секции 537 определяется в соответствии с принципами, описанными в настоящем документе, т.е. гидравлический диаметр фильтрующей секции 537 в любой точке вдоль оси 551 импульсов равен умноженной на четыре площади поперечного сечения фильтрующей секции 537, деленной на периметр в этом местоположении. Следует понимать, что фильтрующая секция 537 может иметь гидравлический диаметр, немного увеличивающийся на фильтрующем конце 531 вследствие технологических допусков при изготовлении материалов, применяемых для изготовления фильтрующей секции 537. Гидравлический диаметр фильтрующей секции 537 может быть, тем не менее, постоянным на протяжении по существу всей ее длины за исключением той небольшой переходной области, которая в одном или нескольких вариантах осуществления составляет менее 10% всей длины фильтрующей секции 537.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, которые содержат импульсную секцию 536 и фильтрующую секцию 537, импульсная секция 536 и фильтрующая секция 537 могут быть выполнены в виде отдельных изделий, прикрепленных друг к другу в месте 538 стыка. В одном или нескольких вариантах осуществления импульсная секция 536 и фильтрующая секция 537 могут перекрывать друг друга в месте 538 стыка или вблизи него, как видно, например, в поперечном разрезе в увеличенном масштабе по фиг. 13. Следует отметить, что точное местоположение места 538 стыка в иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 11-13, выбрано в том месте, в котором коллектор 530 импульсов начинается расширяться и, тем самым, увеличивается гидравлический диаметр при движении по направлению к концу 532 трубной решетки.

Соединение, выполненное вблизи места 538 стыка коллектора 530 импульсов, может быть изготовлено с помощью самых различных способов и/или компонентов. Например, импульсная секция 536 и фильтрующая секция 537 могут быть соединены друг с другом с использованием клейких веществ, зажимов, механических крепежных деталей и т.п. В одном или нескольких вариантах осуществления импульсная секция 536 и фильтрующая секция 537 могут быть соединены друг с другом сваркой.

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, коллектор 530 импульсов может быть описан как имеющий такую длину прохода (см., например, l_p на фиг. 12), измеренную вдоль оси 551 импульсов, которая равна или больше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие 533 на фильтрующем конце 531 коллектора 530 импульсов. Кроме того, в одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, коллектор 530 импульсов может быть описан как имеющий такую длину прохода, измеренную вдоль оси 551 импульсов, которая не более чем в три раза больше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие 533 на фильтрующем конце 531 коллектора 530 импульсов. Эти соотношения между длиной прохода и гидравлическим диаметром фильтрующего концевое отверстие 533 на фильтрующем конце 531 коллектора 530 импульсов являются приемлемыми независимо от того, имеет или нет коллектор импульсов именно такое конструктивное исполнение, как коллектор 530 импульсов. Другими словами, соотношение между длиной прохода и гидравлическим диаметром в фильтрующем концевом отверстии коллектора импульсов, применяемого в системах воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, в одном или нескольких вариантах осуществления может быть приемлемым для любого коллектора импульсов, в том числе для тех коллекторов импульсов, которые содержат горловину и/или которые имеют постоянный гидравлический диаметр вдоль всей их длины (например, выполнены в виде простой трубы с прямыми стенками).

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, которые содержат импульсную секцию 536 и фильтрующую секцию 537, фильтрующая сек-

ция 537 может иметь длину фильтрующей секции (см., например, l_1 на фиг. 12), измеренную вдоль оси 551 импульсов от фильтрующего конца 531 до места 538 стыка, и импульсная секция 536 имеет длину импульсной секции (см., например, l_2 на фиг. 12), измеренную вдоль оси 551 импульсов от конца 532 трубной решетки до места 538 стыка. В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, длина фильтрующей секции (l_1) меньше или равна длине импульсной секции (l_2).

В одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, описанных в настоящем документе, которые содержат импульсную секцию 536 и фильтрующую секцию 537, длина фильтрующей секции (l_1) и длина импульсной секции (l_2) могут иметь одно или несколько выбранных соотношений, связывающих с гидравлическим диаметром фильтрующего концевое отверстие 533 (d_2) на фильтрующем конце 531 коллектора 530 импульсов. Например, в одном или нескольких вариантах осуществления и длина фильтрующей секции (l_1) и длина импульсной секции (l_2) не более чем в 1,5 раза больше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие 533 (d_2) на фильтрующем конце 531 коллектора 530 импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления и длина фильтрующей секции (l_1) и длина импульсной секции (l_2) равны или меньше гидравлического диаметра фильтрующего концевое отверстие 533 (d_2) на фильтрующем конце 531 коллектора 530 импульсов.

Как рассмотрено применительно к импульсной секции 536 коллектора 530 импульсов, в одном или нескольких вариантах осуществления коллекторов импульсов, которые могут применяться в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, импульсная секция 536 может иметь гидравлический диаметр (d_1), увеличивающийся при движении от места 538 стыка к концу 532 трубной решетки коллектора 530 импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления этот увеличивающийся гидравлический диаметр зависит от прилежащего угла, образованного расположенными друг напротив друга стенками, ограничивающими часть прохода в импульсной секции 536, причем расположенные друг напротив друга стенки расходятся от оси 551 импульсов под прилежащим углом (см., например, угол θ на фиг. 12).

В одном или нескольких вариантах осуществления этот прилежащий угол может быть описан как угол, который больше 0° и меньше или равен 10° . В одном или нескольких вариантах осуществления этот прилежащий угол может быть описан как угол, который составляет больше 3° или в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления составляет больше 5° . В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления этот прилежащий угол может быть описан как угол, который меньше или равен 8° и в еще других вариантах осуществления прилежащий угол может быть описан как угол, который меньше или равен 7° . Для характеристики расхождения расположенных друг напротив друга стенок импульсной секции коллектора импульсов, как описано в настоящем документе, может быть использована любая комбинация этих верхних и нижних пределов для прилежащего угла.

Хотя иллюстративные варианты осуществления систем воздушных фильтров демонстрируют устройства, в которых коллекторы импульсов расположены с той стороны от трубной решетки, где находится камера загрязненного воздуха, причем конец трубной решетки коллектора импульсов расположен с той стороны от трубной решетки, где находится камера загрязненного воздуха, в одном или нескольких вариантах осуществления конец трубной решетки коллекторов импульсов может быть расположен с той стороны от трубной решетки, где находится камера чистого воздуха. Один иллюстративный вариант осуществления такого устройства, показанный на фиг. 14, содержит коллектор 530' импульсов и трубную решетку 522', которая отделяет камеру 524' чистого воздуха от камеры 526' загрязненного воздуха. В показанном иллюстративном варианте осуществления коллектор 530' импульсов позиционирован относительно трубной решетки 522' таким образом, что конец 532' трубной решетки расположен в камере 524' чистого воздуха, тогда как фильтрующий конец 531' коллектора 530' импульсов остается в камере 526' загрязненного воздуха.

Коллектор 530' импульсов может быть описан как имеющий длину прохода l_p , измеренную вдоль оси 551' импульсов, как рассмотрено в настоящем документе в связи с другими иллюстративными вариантами осуществления. В одном или нескольких вариантах осуществления часть длины прохода l_p , расположенная в камере 524' чистого воздуха (т.е. с той стороны от трубной решетки 522', где находится камера чистого воздуха), может быть ограничена на уровне, составляющем не более 50% полной длины прохода l_p .

Дополнительные конструктивные особенности, которые могут быть предусмотрены в одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, показаны в связи с фиг. 15-17. В частности, на фиг. 15 продемонстрировано устройство, которое содержит трубную решетку 622, к которой прикреплен коллектор 630 импульсов. Фильтрующий патрон 644 изображен установленным на траверсе 642, которая выступает из коллектора 630 импульсов, так, что на траверсе 642 оставлено пространство для второго фильтрующего патрона 644 для образования фильтрующего элемента, прикрепленного к коллектору 630 импульсов, как описано применительно к системам воздушных фильтров, описанных в настоящем документе. Устройство, изображенное на фиг. 15, дополнительно содержит генератор 650 импульсов, центрированный вдоль оси 651 импульсов, для обес-

печения очистки фильтрующего элемента, как описано в настоящем документе.

Фильтрующий патрон/элемент 644, показанный на фиг. 15, содержит концевые крышки 680, которые могут заключать в себе элементы, такие как прокладки и т.п., которые обеспечивают возможность герметизации места контакта патрона 644 со вторым патроном, который может быть расположен на траверсе 642, а также с коллектором 630 импульсов.

Вид с торца компонентов, показанных на фиг. 15, представлен на фиг. 16, причем это вид при направлении обзора вдоль оси 651 импульсов. Среди конструктивных особенностей, показанных в виде, представленном на фиг. 15, можно выделить некруглую форму концевой крышки 680 и связанного с ней фильтрующего элемента/патрона 644.

Фильтрующие элементы, применяемые в одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, описанных в настоящем документе, могут быть установлены на траверсе, которая выступает из коллектора импульсов и проходит вдоль оси импульсов. В иллюстративном варианте осуществления такого устройства, как устройство, изображенное, например, на фиг. 15 и 16, траверса 642 содержит опорные балки 672, 674 и 676, которые установлены параллельно оси 651 импульсов. Опорные балки соединены друг с другом вдоль длины траверсы 642 посредством распорок 670. В одном или нескольких вариантах осуществления траверсы, применяемые в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, могут быть изготовлены из любого материала или любой комбинации материалов, которые образуют опорные балки, сопрягающиеся с фильтрующими элементами и образующие опору для них вдоль траверсы. Например, несмотря на то что траверса 642 изготовлена из стержневого материала, в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления траверсы, применяемые для поддержания фильтрующих элементов в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, могут быть изготовлены, например, из тонколистового металла или любого другого подходящего материала.

Хотя иллюстративный вариант осуществления траверсы 642 содержит три опорные балки, в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления траверсы 642 может содержать всего лишь две опорные балки. В отличие от традиционных траверс, применяемых в системах воздушных фильтров, опорные балки, применяемые в одном или нескольких вариантах осуществления траверсы, как описано в настоящем документе, могут быть расположены асимметрично относительно оси 651 импульсов и могут проходить через траверсу. Эта асимметрия опорных балок траверсы 642 видна на обеих из фиг. 15 и 16.

Асимметрия опорных балок в траверсах, применяемых для поддержания фильтрующих элементов в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, в одном или нескольких вариантах осуществления может использоваться для центрирования фильтрующих элементов в выбранной угловой ориентации относительно оси импульсов, проходящей через траверсу, во время размещения и для обеспечения возможности сохранения их угловой ориентации во время эксплуатации. Такие требования к центрированию могут быть полезны, например, тогда, когда ориентация фильтрующих элементов позволяет или не позволяет обеспечить надлежащее уплотнение мест контакта с другими конструктивными элементами, таким как, например, фильтрующий конец коллектора импульсов. В частности, местоположение и размещение опорных балок 672, 674 и 676 траверсы 642 ограничивает размещение фильтрующего элемента 644, имеющего такую форму, как форма, показанная, например, на фиг. 16 и 17, только одной выбранной угловой ориентацией относительно оси 651 импульсов. Например, концевая крышка 680 может содержать центрирующие элементы 682, 684 и 686, которые выполнены для обеспечения возможности размещения соответствующих опорных балок 672, 674 и 676 траверсы 642. Центрирующие элементы центрируются по соответствующим им балкам только тогда, когда концевая крышка 680 занимает одну выбранную угловую ориентацию относительно оси 651 импульсов. В одном или нескольких вариантах осуществления концевые крышки 680 могут содержать вспомогательный элемент 688 для визуального контроля центрирования, показывающий, например, направление вверх для концевой крышки 680 и, следовательно, для соответствующего фильтрующего элемента.

Яйцевидные фильтрующие элементы/патроны.

В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующие элементы, применяемые вместе с системами воздушных фильтров, описанными в настоящем документе, могут иметь одну или несколько яйцевидных форм поперечного сечения, которые описаны, например, в предварительной заявке на патент США № 61/789385, озаглавленной "Яйцевидные трубчатые фильтрующие патроны и системы фильтров с их применением".

Примеры некоторых иллюстративных вариантов осуществления яйцевидных трубчатых фильтрующих элементов/патронов, которые могут применяться для получения фильтрующих элементов в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, показаны и описаны в связи с фиг. 18-24. Хотя они описаны ниже как фильтрующие элементы, два или более фильтрующих элементов могут быть объединены в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, с образованием одного составного фильтрующего элемента (и в этом случае каждый фильтрующий элемент, описанный ниже, иногда может упоминаться как патрон).

Один иллюстративный вариант осуществления яйцевидного фильтрующего элемента, который может применяться в одном или нескольких вариантах осуществления систем воздушных фильтров, как

описано в настоящем документе, показан в видах в перспективе на фиг. 18 и 19. Фильтрующий элемент содержит фильтрующую среду 1110, имеющую концевые крышки 1120, расположенные на каждом из первого конца 1112 и второго конца 1114 фильтрующей среды 1110.

Концевая крышка 1120 на первом конце 1112 фильтрующей среды 1110 в одном или нескольких вариантах осуществления может иметь отверстие, обеспечивающее возможность доступа во внутренний объем фильтрующего элемента. Концевая крышка 1120 на противоположном конце фильтрующей среды 1110 в одном или нескольких вариантах осуществления может быть закрыта так, что она препятствует доступу во внутренний объем фильтрующего элемента и так, что газ (например, воздух), поступающий во внутренний объем фильтрующего элемента через концевую крышку 1120 на первом конце 1112 фильтрующей среды 1110, должен выходить через фильтрующую среду в фильтрующем элементе. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления обе концевые крышки 20 могут быть открыты для обеспечения возможности доступа во внутренний объем фильтрующего элемента.

В одном или нескольких вариантах осуществления на концевой крышке 1120 может быть предусмотрена прокладка 1122 для уплотнения фильтрующего элемента по отверстию, например, в трубной решетке, трубе Вентури или другом устройстве, через которое газ (например воздух) подается во внутренний объем фильтрующего элемента.

Через трубчатый фильтрующий элемент между первым концом 1112 и вторым концом 1114 проходит ось 1111 трубы. Фильтрующая среда 1110 имеет длину L между ее первым концом 1112 и ее вторым концом 1114, как показано на фиг. 19. Фильтрующая среда 1110 в фильтрующих элементах, описанных в настоящем документе, образует наружную поверхность 1116 и внутреннюю поверхность 1118, расположенные вокруг оси 1111 трубы. Внутренняя поверхность 1118 обращена к внутреннему объему фильтрующего элемента 1110, и наружная поверхность 1116 обращена в противоположную сторону от внутреннего объема.

В одном или нескольких вариантах осуществления, в которых яйцевидные фильтрующие элементы применяются в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, ось 1111 трубы может быть центрирована по оси импульсов, образованной генератором импульсов в системе воздушного фильтра. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления, в которых яйцевидные фильтрующие элементы применяются в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, ось 1111 трубы может быть коллинеарна оси импульсов, образованной генератором импульсов в системе воздушного фильтра.

В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, хотя это и не показано в иллюстративном варианте осуществления фильтрующего элемента, может быть предусмотрена наружная облицовка сверху наружной поверхности фильтрующей среды и/или может быть предусмотрена внутренняя облицовка сверху внутренней поверхности фильтрующей среды для обеспечения, например, защиты, опоры и т.д. для фильтрующей среды. Примеры некоторых облицовок, которые могут быть использованы вместе с фильтрующими элементами, описанными в настоящем документе, можно найти, например, в патенте США № 6488746 (авторы изобретения - Kosmidger и др.), патенте США № 8128724 (авторы изобретения - Mills и др.) и др. Одна или обе облицовки могут быть достаточно гибкими для принятия яйцевидной формы поперечного сечения трубчатых фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления одна из облицовок или обе облицовки могут быть выполнены с яйцевидной формой поперечного сечения, описанной в настоящем документе, и могут сохранять эту форму при отсутствии действия на облицовку любой внешней силы.

На фиг. 20 и 21 продемонстрирован один иллюстративный вариант осуществления яйцевидного поперечного сечения, образованного трубчатой фильтрующей средой 1110 в фильтрующем элементе, причем поперечное сечение выполнено поперечно к оси 1111 трубы. Например, поперечное сечение, изображенное на фиг. 19 и 20, может быть выполнено в плоскости 3, показанной на фиг. 19, где плоскость 3 ориентирована перпендикулярно к оси 1111 трубы. Поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды, описанной в настоящем документе, в одном или нескольких вариантах осуществления могут быть выполнены в любом местоположении вдоль длины L фильтрующего элемента, содержащего фильтрующую среду 1110. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды 1110, как описано в настоящем документе, могут находиться в любом местоположении вдоль не менее 10% длины L фильтрующей среды. Другими словами, могут иметься участки длины L трубчатой фильтрующей среды, которые не обладают теми характеристиками в их поперечном сечении, которые описаны в настоящем документе. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды, как описано в настоящем документе, могут находиться в любом местоположении вдоль не менее 25% длины L фильтрующей среды. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды, как описано в настоящем документе, могут находиться в любом местоположении вдоль не менее 50% длины L фильтрующей среды.

В одном или нескольких вариантах осуществления трубчатая фильтрующая среда 1110 может иметь одну и ту же форму вдоль всей длины L , хотя это требуется не во всех вариантах осуществления

(т.е. в одном или нескольких вариантах осуществления форма поперечного сечения трубчатой фильтрующей среды 30 может изменяться на протяжении длины L).

Как видно в яйцевидном поперечном сечении, показанном на фиг. 20 и 21, трубчатая фильтрующая среда 1110 образует внутренний периметр, который соответствует внутренней поверхности 1118 фильтрующей среды 1110. Ввиду того, что внутренний периметр поперечного сечения по существу совпадает с внутренней поверхностью 1118 фильтрующей среды 1110, позиция 1118 может использоваться в настоящем документе для упоминания внутреннего периметра поперечного сечения. Фильтрующая среда, имеющаяся в фильтрующих элементах, может иметь самые разные формы исполнения, но в одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующая среда 1110 может содержать складки 1119, имеющие внутренние сгибы, расположенные вдоль внутреннего периметра, представленного внутренней поверхностью 1118, и наружные сгибы, расположенные вдоль наружного периметра фильтрующей среды 1110. В одном или нескольких вариантах осуществления сгибы в складках 1119, как правило, будут расположены вдоль поверхности внутренней обшивки, которая повторяет и/или определяет собой форму внутреннего периметра внутренней поверхности 1118 фильтрующих элементов, описанных в настоящем документе.

Хотя поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды в фильтрующих элементах, описанных в настоящем документе, рассмотрены с употреблением таких терминов, как "вверх", "вниз", "верхний", "нижний" и т.д., эти термины употребляются только для получения системы отсчета для описания форм и/или элементов поперечных сечений. В частности, следует понимать, что фильтрующие элементы, описанные в настоящем документе, могут применяться в системе фильтра при любой ориентации. Например, в одном или нескольких вариантах осуществления поверхность, называемая "нижней", фильтрующей среды фильтрующего элемента может находиться на верхней поверхности фильтрующего элемента (по отношению к направлению действия силы тяжести), когда фильтрующие элементы установлены внутри системы фильтра.

В одном или нескольких вариантах осуществления яйцевидное поперечное сечение фильтрующей среды 1110 имеет максимальную высоту 1133 (H_{max}), измеренную между верхней точкой 1131 и нижней точкой 1132 вдоль оси максимальной высоты 1130. Верхняя точка 1131 и нижняя точка 1132 расположены на внутреннем периметре 1118 поперечного сечения фильтрующей среды 1110 и являются в одном или нескольких вариантах осуществления точками, наиболее удаленными друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через внутренний периметр 1118 поперечного сечения. В некоторых случаях внутренний периметр 1118 может иметь две или более оси максимальной высоты, каждая из которых пересекает внутренний периметр 1118 в двух точках, равноудаленных друг от друга вдоль двух или нескольких разных прямых линий, проходящих через внутренний периметр 1118 поперечного сечения. В таком случае любая из осей максимальной высоты может использоваться для характеристики яйцевидного поперечного сечения, как описано в настоящем документе.

Внутренний периметр 1118 яйцевидного поперечного сечения фильтрующей среды 1110, как описано в настоящем документе, имеет также максимальную ширину 1143 (W_{max}), измеренную между первой точкой 1141 и второй точкой 1142 на внутреннем периметре 1118. Первая точка 1141 и вторая точка 1142 расположены на оси максимальной ширины 1140, которая расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты 1130. Ось максимальной ширины 1140 пересекает ось максимальной высоты 1130 в нижней точке 1144 пересечения с осью, причем первая точка 1141 и вторая точка 1142, в которых ось максимальной ширины 1140 пересекает внутренний периметр 1118, наиболее удалены друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты 1130.

Вследствие яйцевидной или овоидной формы поперечного сечения фильтрующей среды 1110 нижняя точка 1444 пересечения с осью в одном или нескольких вариантах осуществления не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, измеряемую между верхней точкой 1131 и нижней точкой 1132 вдоль оси максимальной высоты 1130.

В одном или нескольких вариантах осуществления трубчатой фильтрующей среды, описанной в настоящем документе, яйцевидное поперечное сечение, как видно, например, из фиг. 20, может иметь высоту 1134 нижней части (H_{wmax}), измеренную вдоль оси максимальной высоты 1130 от нижней точки 1132 до нижней точки 1144 пересечения с осью. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1134 нижней части может быть меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеряемой вдоль оси максимальной высоты 1130 от верхней точки 1131 до нижней точки 1132. В одном или нескольких вариантах конструктивного исполнения согласно изобретению высота 1134 нижней части больше нуля. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1134 нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты, измеряемой вдоль оси максимальной высоты 1130 от верхней точки 1131 до нижней точки 1132.

Другой возможный способ характеристики яйцевидных поперечных сечений трубчатой фильтрующей среды фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, состоит в их характеристике через длину внутреннего периметра и в верхней и в нижней частях фильтрующей среды фильтрующего элемента. Например, внутренний периметр 1118 поперечного сечения фильтрующей среды фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, может образовывать нижнюю часть внутреннего

периметра, включающую нижнюю точку 1132 и имеющую протяженность от первой точки 1141 до второй точки 1142, в которых ось максимальной ширины 1140 пересекает внутренний периметр 1118. Нижняя часть периметра, т.е. часть внутреннего периметра 1118 от первой точки 1141 до второй точки 1142 (и включая нижнюю точку 1132), имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра 1118 от первой точки 1141 до второй точки 1142.

Внутренний периметр 1118 яйцевидного поперечного сечения фильтрующей среды 1110 фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, может образовывать также верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку 1131, в которой ось максимальной высоты 1130 пересекает внутренний периметр 1118. Верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца 1146 до второго конца 1147 на внутреннем периметре 1118, причем первый конец 1146 расположен на внутреннем периметре 1118 между первой точкой 1141 и верхней точкой 1131 и второй конец 1147 расположен на внутреннем периметре 1118 между второй точкой 1142 и верхней точкой 1131. Первый конец 1146 и второй конец 1147 верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия 1145 верхней части периметра пересекает внутренний периметр 1118. Линия 1145 верхней части периметра представляет собой прямую линию, перпендикулярную оси максимальной высоты 1130, и пересекает ось максимальной высоты 1130 в верхней точке 1149 пересечения с осью. Верхняя точка 1149 пересечения с осью расположена внутри внутреннего периметра 1118 между верхней точкой 1131 и второй точкой 1132, в которых ось максимальной высоты 1130 пересекает внутренний периметр 1118. Верхняя точка 1149 пересечения с осью задает высоту 1135 верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты 1130 от верхней точки 1149 пересечения с осью до верхней точки 1131 на внутреннем периметре 1118.

В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1135 верхней части, например, расстояние от верхней точки 1149 пересечения с осью до верхней точки 1131 в иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 20, равна высоте 1134 нижней части в яйцевидных поперечных сечениях фильтрующей среды в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра, измеренная вдоль внутреннего периметра 1118 между точками 1141 и 1142 (и включая нижнюю точку 1132), больше длины верхней части периметра, измеренной вдоль внутреннего периметра 1118 между первым концом 1146 и вторым концом 1147 (и включая верхнюю точку 1131). В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра может быть не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления длина нижней части периметра может быть не менее чем в два раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующей среды 1110 в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе, нижняя часть периметра внутреннего периметра 1118, расположенная между первой точкой 1141 и второй точкой 1142, может быть непрерывно изогнутой от первой точки 1141 до второй точки 1142. Как используется в настоящем документе, выражение "непрерывно изогнутый" означает, что внутренний периметр 1118 не содержит прямолинейных участков между первой точкой 1141 и второй точкой 1142, хотя вдоль полной длины нижней части периметра кривизна внутреннего периметра 1118 может быть неодинаковой. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления нижняя часть периметра внутреннего периметра 1118 может включать один или несколько ограниченных участков, которые образуют прямую линию, однако никакой участок нижней части периметра внутреннего периметра 1118 не лежит на прямой линии на расстоянии более 1 см.

Один или несколько вариантов осуществления фильтрующей среды 1110 в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе, могут включать также линию симметрии, образованную внутренним периметром 1118 поперечного сечения, как показано, например, на фиг. 20 и 21. В частности, фильтрующие элементы, имеющие яйцевидные формы, описанные в настоящем документе, в одном или нескольких вариантах осуществления могут образовывать только одну прямую линию симметрии. В иллюстративном варианте осуществления, представленном на фиг. 20 и 21, внутренний периметр 1118 поперечного сечения фильтрующей среды 1110 образует прямую линию симметрии, совпадающую с осью максимальной высоты 1130. Однако обязательное соблюдение такой взаимосвязи между линией симметрии и осью максимальной высоты требуется не во всех описанных в настоящем документе вариантах осуществления.

В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующих элементов, описанных в настоящем документе, можно ввести вписанную окружность 1150, расположенную внутри внутреннего периметра 1118 яйцевидного поперечного сечения фильтрующей среды 1110, причем вписанные окружности, рассмотренные в настоящем документе, представляют собой вписанные окружности наибольшего диаметра, которые могут быть расположены внутри внутреннего периметра 1118 поперечного сечения фильтрующей среды 1110. Ввиду того, что внутренний периметр 1118 имеет некруглую форму, вписанная окружность 1150 занимает не всю область внутри внутреннего периметра 1118. В виде, представленном на фиг. 21, вписанная окружность 1150 не занимает области 1152, 1154 и 1156 внутри внутреннего периметра 1118 фильтрующей среды 1110.

В одном или нескольких вариантах осуществления вписанная окружность 1150, расположенная внутри внутреннего периметра 1118, может занимать не менее 60% внутренней области, ограниченной

внутренним периметром 1118. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления вписанная окружность 1150 может занимать не менее 70% внутренней области, ограниченной внутренним периметром 1118. В одном или нескольких дополнительных альтернативных вариантах осуществления вписанная окружность 1150 может занимать не менее 80% внутренней области, ограниченной внутренним периметром 1118. В иллюстративном примере, показанном на фиг. 21, вписанная окружность 1150 занимает более 80% внутренней области, ограниченной внутренним периметром 1118.

Использование вписанных окружностей позволяет получить также другой способ характеристики внутренних периметров поперечных сечений трубчатой фильтрующей среды в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе. Применительно к иллюстративному варианту осуществления, показанному на фиг. 21, вписанная окружность 1150, расположенная внутри внутреннего периметра 1118, может быть описана как образующая максимальный радиальный зазор между вписанной окружностью 1150 и внутренним периметром 1118. Как видно из фиг. 21, максимальный радиальный зазор может быть измерен между точками 1158 и 1159, расположенными вдоль оси 1157, которая проходит через центр 1151 вписанной окружности 1150. В одном или нескольких вариантах осуществления максимальный радиальный зазор, измеренный между точками 1158 и 1159, может составлять не более 0,5 диаметра вписанной окружности 1150. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления максимальный радиальный зазор между вписанной окружностью и внутренним периметром поперечного сечения фильтрующей среды, в котором расположена вписанная окружность, может составлять не более 0,25 диаметра этой вписанной окружности. Ограничение максимального радиального зазора между вписанной окружностью и внутренним периметром в одном или нескольких вариантах осуществления обеспечивает возможность улучшения импульсной очистки фильтрующего элемента, имеющего такие характеристики. Кроме того, хотя эта характеристика не описана в отношении других альтернативных иллюстративных вариантов осуществления, описанных ниже со ссылкой на фиг. 21 и 22, эта характеристика может быть определена в отношении любой трубчатой фильтрующей среды, применяемой в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе, и в одном или нескольких вариантах осуществления может быть регулируемой в соответствии с соотношениями, описанными выше.

Другой иллюстративный вариант осуществления яйцевидного поперечного сечения фильтрующей среды 1210, которая может применяться в трубчатом фильтрующем элементе, как описано в настоящем документе, показан на фиг. 22. В отличие от поперечного сечения фильтрующей среды 1110, которое показано на фиг. 19 и 20, яйцевидное поперечное сечение фильтрующей среды 1210, показанное на фиг. 22, имеет внутренний периметр 1218, который не образует линии симметрии, т.е. внутренний периметр 1218 фильтрующей среды 1210 является асимметричным.

В одном или нескольких вариантах осуществления яйцевидное поперечное сечение фильтрующей среды 1210 имеет максимальную высоту 1233 (H_{max}), измеряемую между верхней точкой 1231 и нижней точкой 1232 вдоль оси максимальной высоты 1230. Верхняя точка 1231 и нижняя точка 1232 расположены на внутреннем периметре 1218 поперечного сечения фильтрующей среды 1210 и в одном или нескольких вариантах осуществления представляют собой точки, наиболее удаленные друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через внутренний периметр 1218 поперечного сечения.

Внутренний периметр 1218 яйцевидного поперечного сечения фильтрующей среды 1210, как описано в настоящем документе, может иметь также максимальную ширину 1243 (W_{max}), измеренную между первой точкой 1241 и второй точкой 1242 на внутреннем периметре 1218. Первая точка 1241 и вторая точка 1242 расположены на оси максимальной ширины 1240, которая расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты 1230. Ось максимальной ширины 1240 пересекает ось максимальной высоты 1230 в нижней точке 1244 пересечения с осью, где первая точка 1241 и вторая точка 1242, в которых ось максимальной ширины 1240 пересекает внутренний периметр 1218, являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты 1230 между верхней точкой 1231 и нижней точкой 1232.

Вследствие яйцевидной или овоидной формы поперечного сечения фильтрующей среды 1210 нижняя точка 1244 пересечения с осью в одном или нескольких вариантах осуществления не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, измеренную между верхней точкой 1231 и нижней точкой 1232 вдоль оси максимальной высоты 1230.

В одном или нескольких вариантах осуществления трубчатой фильтрующей среды, описанной в настоящем документе, яйцевидное поперечное сечение, которое изображено, например, на фиг. 22, может иметь высоту 1234 нижней части (H_{wmax}), измеренную вдоль оси максимальной высоты 1230 от нижней точки 1232 до нижней точки 1244 пересечения с осью. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1234 нижней части может быть меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты 1230 от верхней точки 1231 до нижней точки 1232. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1234 нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты 1230 от верхней точки 1231 до нижней точки 1232.

Другой способ, позволяющий охарактеризовать поперечные сечения трубчатой фильтрующей среды фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, состоит в их характеристике через

длину внутреннего периметра как в верхней части, так и в нижней части фильтрующей среды фильтрующего элемента. Например, внутренний периметр 1218 поперечного сечения фильтрующей среды 1210, как описано в настоящем документе, может образовывать нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку 1232 и имеющую протяженность от первой точки 1241 до второй точки 1242, в которых ось максимальной ширины 1240 пересекает внутренний периметр 1218. Нижняя часть периметра, т.е. часть внутреннего периметра 1218 от первой точки 1241 до второй точки 1242 (и включая нижнюю точку 1232), имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра 1218 от первой точки 1241 до второй точки 1242.

Внутренний периметр 1218 поперечного сечения фильтрующей среды 1210 одного или нескольких вариантов осуществления фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, может образовывать также верхнюю часть периметра, включающую верхнюю точку 1231, в которой ось максимальной высоты 1230 пересекает внутренний периметр 1218. Верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца 1246 до второго конца 1247 на внутреннем периметре 1218, причем первый конец 1246 расположен на внутреннем периметре 1218 между первой точкой 1241 и верхней точкой 1231 и второй конец 1247 расположен на внутреннем периметре 1218 между второй точкой 1242 и верхней точкой 1231. Первый конец 1246 и второй конец 1247 верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия 1245 верхней части периметра пересекает внутренний периметр 1218 с противоположных сторон от оси максимальной высоты 1230. Линия 1245 верхней части периметра представляет собой прямую линию, которая перпендикулярна оси максимальной высоты 1230 и пересекает ось максимальной высоты 1230 в верхней точке 1249 пересечения с осью. Верхняя точка 1249 пересечения с осью расположена внутри внутреннего периметра 1218 между первой точкой 1231 и второй точкой 1232, в которых ось максимальной высоты 1230 пересекает внутренний периметр 1218. Верхняя точка 1249 пересечения с осью определяет собой высоту 1235 верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты 1230 от верхней точки 1249 пересечения с осью до верхней точки 1231 на внутреннем периметре 1218.

В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1235 верхней части, например расстояние от верхней точки 1249 пересечения с осью до верхней точки 1231 в иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 22, равна высоте 1234 нижней части в поперечных сечениях фильтрующей среды в одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра, измеренная вдоль внутреннего периметра 1218 между точками 1241 и 1242 (и включая нижнюю точку 1232) больше длины верхней части периметра, измеренной вдоль внутреннего периметра 1218 между первым концом 1246 и вторым концом 1247 (и включая верхнюю точку 1231). В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра может быть не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления длина нижней части периметра может быть не менее чем в два раза больше длины верхней части периметра.

В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующей среды 1210 в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе, нижняя часть периметра внутреннего периметра 1218, расположенная между первой точкой 1241 и второй точкой 1242, может быть непрерывно изогнутой от первой точки 1241 до второй точки 1242. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления нижняя часть периметра внутреннего периметра 1218 может содержать один или несколько ограниченных участков, которые образуют прямую линию, однако ни один участок нижней части периметра внутреннего периметра 1218 не лежит на прямой линии на расстоянии более 1 см.

Еще один иллюстративный вариант осуществления трубчатой фильтрующей среды 1310, имеющей яйцевидное поперечное сечение, который может применяться в трубчатом фильтрующем элементе, как описано в настоящем документе, показан на фиг. 23. В отличие от поперечного сечения фильтрующей среды 1110, изображенной на фиг. 20 и 21, или поперечного сечения фильтрующей среды 1210, изображенной на фиг. 22, поперечное сечение фильтрующей среды 1310, изображенной на фиг. 23, имеет внутренний периметр 1318, который содержит плоские или прямолинейные участки. Однако для фильтрующих элементов, описанных в настоящем документе, поперечное сечение, образованное фильтрующей средой 1310, является яйцевидным, так как в основании оно шире, чем в верхней части.

В одном или нескольких вариантах осуществления поперечное сечение фильтрующей среды 1310 имеет максимальную высоту 1333 (H_{max}), измеренную между верхней точкой 1331 и нижней точкой 1332 вдоль оси максимальной высоты 1330. Верхняя точка 1331 и нижняя точка 1332 расположены на внутреннем периметре 1318 поперечного сечения фильтрующей среды 1310 и в одном или нескольких вариантах осуществления представляют собой точки, являющиеся наиболее удаленными друг от друга вдоль любой прямой линии, проходящей через внутренний периметр 1318 поперечного сечения.

Внутренний периметр 1318 поперечного сечения фильтрующей среды 1310, как описано в настоящем документе, тоже имеет максимальную ширину 1343 (W_{max}), измеренную между первой точкой 1341 и второй точкой 1342 на внутреннем периметре 1318. Первая точка 1341 и вторая точка 1342 расположены на оси максимальной ширины 1340, которая расположена вдоль прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты 1330. Ось максимальной ширины 1340 пересекает ось максимальной высоты 1330 в нижней точке 1344 пересечения с осью, где первая точка 1341 и вторая точка 1342, в кото-

рых ось максимальной ширины 1340 пересекает внутренний периметр 1318, являются наиболее удаленными друг от друга на любой прямой линии, перпендикулярной оси максимальной высоты 1330 между верхней точкой 1331 и нижней точкой 1332.

Вследствие яйцевидной или овоидной формы поперечного сечения фильтрующей среды 1310 нижняя точка 1344 пересечения с осью в одном или нескольких вариантах осуществления не делит пополам максимальную высоту поперечного сечения, измеренную между верхней точкой 1331 и нижней точкой 1332 вдоль оси максимальной высоты 1330.

В одном или нескольких вариантах осуществления трубчатой фильтрующей среды в фильтрующих элементах, описанных в настоящем документе, поперечное сечение, показанное, например, на фиг. 22, может иметь высоту 1334 нижней части (H_{wmax}), измеренную вдоль оси максимальной высоты 1330 от нижней точки 1332 до нижней точки 1344 пересечения с осью. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1334 нижней части может быть меньше или равна 0,4 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты 1330 от верхней точки 1331 до нижней точки 1332. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1334 нижней части больше нуля. В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1334 нижней части больше или равна 0,1 максимальной высоты, измеренной вдоль оси максимальной высоты 1330 от верхней точки 1331 до нижней точки 1332.

Другой возможный способ характеристики поперечных сечений трубчатой фильтрующей среды фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, состоит в их характеристике через длину внутреннего периметра и в верхней части и в нижней части фильтрующей среды фильтрующего элемента. Например, внутренний периметр 1318 поперечного сечения фильтрующей среды 1310, как описано в настоящем документе, может образовывать нижнюю часть периметра, включающую нижнюю точку 1332 и имеющую протяженность от первой точки 1341 до второй точки 1342, в которых ось максимальной ширины 1340 пересекает внутренний периметр 1318. Нижняя часть периметра, т.е. часть внутреннего периметра 1318 от первой точки 1341 до второй точки 1342 (и включая нижнюю точку 1332) имеет длину нижней части периметра, измеренную вдоль внутреннего периметра 1318 от первой точки 1341 до второй точки 1342.

Внутренний периметр 1318 поперечного сечения фильтрующей среды 1310 одного или нескольких вариантов осуществления фильтрующих элементов, как описано в настоящем документе, может образовывать также верхнюю часть внутреннего периметра, включающую верхнюю точку 1331, в которой ось максимальной высоты 1330 пересекает внутренний периметр 1318. Верхняя часть периметра имеет протяженность от первого конца 1346 до второго конца 1347 на внутреннем периметре 1318, причем первый конец 1346 расположен на внутреннем периметре 1318 между первой точкой 1341 и верхней точкой 1331 и второй конец 1347 расположен на внутреннем периметре 1318 между второй точкой 1342 и верхней точкой 1331. Первый конец 1346 и второй конец 1347 верхней части периметра представляют собой точки, в которых линия 1345 верхней части периметра пересекает внутренний периметр 1318 с противоположных сторон от оси максимальной высоты 1330. Линия 1345 верхней части периметра представляет собой прямую линию, перпендикулярную оси максимальной высоты 1330 и пересекающую ось максимальной высоты 1330 в верхней точке 1349 пересечения с осью. Верхняя точка 1349 пересечения с осью расположена внутри внутреннего периметра 1318 между первой точкой 1331 и второй точкой 1332, в которых ось максимальной высоты 1330 пересекает внутренний периметр 1318. Верхняя точка 1349 пересечения с осью определяет собой высоту 1335 верхней части, измеренную вдоль оси максимальной высоты 1330 от верхней точки 1349 пересечения с осью до верхней точки 1331 на внутреннем периметре 1318.

В одном или нескольких вариантах осуществления высота 1335 верхней части, например расстояние от верхней точки 1349 пересечения с осью до верхней точки 1331, в иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 23, равна высоте 1334 нижней части в поперечных сечениях фильтрующей среды в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе. В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра, измеренная вдоль внутреннего периметра 1318 между точками 1341 и 1342 (и включая нижнюю точку 1332) больше длины верхней части периметра, измеренной вдоль внутреннего периметра 1318 между первым концом 1346 и вторым концом 1347 (и включая верхнюю точку 1331). В одном или нескольких вариантах осуществления длина нижней части периметра может быть не менее чем в 1,2 раза больше длины верхней части периметра. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления длина нижней части периметра может быть не менее чем в два раза больше длины верхней части периметра. Это соотношение между длиной нижней части периметра и длиной верхней части периметра показывает, что фильтрующая среда 1310 большей частью обращена вниз, чем вверх.

В одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующей среды 1310 в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе, нижняя часть периметра внутреннего периметра 1318, расположенная между первой точкой 1341 и второй точкой 1342, может быть непрерывно изогнутой от первой точки 1341 до второй точки 1342. В одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления нижняя часть периметра внутреннего периметра 1318 может включать один или несколько ограниченных участков, которые образуют прямую линию, однако ни один участок нижней части периметра внутреннего периметра 1318 не лежит на прямой линии на расстоянии более 1 см.

Фильтрующая среда 1310 является другим иллюстративным примером поперечного сечения, имеющего внутренний периметр 1318, который имеет линию симметрии. В частности, внутренний периметр 1318 образует лишь не более чем одну линию симметрии. В иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 22, прямая линия симметрии совпадает с осью максимальной высоты 1330. Однако требование соблюдения такой взаимосвязи является обязательным не во всех вариантах осуществления, описанных в настоящем документе.

Несмотря на то что только три разных формы яйцевидного поперечного сечения для фильтрующей среды 1110, 1210 и 1310 в фильтрующих элементах, как описано в настоящем документе, рассмотрены в связи с фиг. 18-23, описания различных характеристик этих форм яйцевидного поперечного сечения могут быть приемлемыми для неограниченного числа разных яйцевидных форм, которые могут быть использованы для образования фильтрующей среды, применяемой в трубчатых фильтрующих элементах в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе. Соответственно, конкретные варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, следует рассматривать только как носящие пояснительный характер.

Как видно из фиг. 18 и 24, в одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующих элементов, описанных в настоящем документе, концевые крышки 1120 на фильтрующих элементах могут содержать центрирующее устройство в виде, например, факультативных лапок 1124, в которых находятся выемки 1126. Выемки 1126 могут иметь такие размеры, которые позволяют разместить в них верхний и нижний элементы 1152 и 1154 траверсы 1150, на которой можно установить фильтрующий элемент в одном или нескольких вариантах осуществления системы воздушного фильтра, как описано в настоящем документе. Каждая из выемок 1126 может быть описана как имеющая в одном или нескольких вариантах осуществления отверстие, которое обращено в сторону внутреннего объема фильтрующих элементов, причем выемка 1126 проходит к внутреннему периметру 1128 концевой крышки 1120. Несмотря на то что каждая выемка 1126 в показанном варианте осуществления образована одной лапкой 1124, в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления выемка 1126 может быть образована между двумя элементами, которые выступают от внутреннего периметра 1128 концевой крышки 1120, причем эти два элемента, образующие выемку 1126, не являются одним и тем же конструктивным элементом.

Один иллюстративный вариант осуществления траверсы 1150, имеющей верхнюю и нижнюю опорные балки 1152 и 1154, показан на фиг. 24. Верхняя и нижняя опорные балки 1152 и 1154 конструктивно соединены друг с другом при помощи распорки 1156, которая в иллюстративном варианте осуществления по фиг. 24 может представлять собой непрерывный элемент, который образует опорную конструкцию для верхней и нижней опорных балок 1152 и 1154 и повышает жесткость траверсы 1150. Кроме того, на фиг. 24 показан коллектор 1160 импульсов в виде трубы Вентури, который может быть применен для ввода газа во внутренний объем фильтрующего элемента, расположенного на траверсе 1150, и его отведения из этого внутреннего объема. Коллектор 1160 импульсов в виде трубы Вентури может иметь фильтрующий конец 1162, на котором может быть установлена концевая крышка (например концевая крышка 1120) фильтрующего элемента, и конец 1164 трубной решетки выполнен с возможностью прикрепления в трубном отверстии в трубной решетке системы воздушного фильтра, как описано в настоящем документе.

Траверса 1150 показана как частично введенная в фильтрующий элемент на фиг. 18. Хотя это показано только на ближайшей концевой крышке 1120 на фиг. 18, в одном или нескольких вариантах осуществления концевые крышки 1120 на обоих концах фильтрующего элемента по фиг. 18 могут быть снабжены лапками 1124, имеющими образованные в них выемки 1126. Применение двух лапок 1124 вместе с траверсой 1150, имеющей две опорные балки 1152 и 1154, в одном или нескольких вариантах осуществления может давать преимущество, заключающееся в предотвращении или, по меньшей мере, ограничении поворота фильтрующего элемента вокруг своей оси 1111 трубы, когда он установлен на траверсе 1150 в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе.

Несмотря на то что один или несколько вариантов осуществления трубчатой фильтрующей среды, имеющейся в фильтрующих элементах, описанных в настоящем документе, может представлять собой складчатую фильтрующую среду, в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления трубчатая фильтрующая среда может быть или не быть складчатой. Кроме того, хотя фильтрующая среда, применяемая в фильтрующих элементах, описанных в настоящем документе, может применяться для удаления из потока газа/воздуха путем фильтрации твердых частиц, в одном или нескольких вариантах осуществления фильтрующая среда может дополнительно обладать способностью удалять из потока газа/воздуха другие материалы, такие как, например, химические загрязняющие примеси и т.д.

Генераторы импульсов с расширяющимися направлятелями импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления генераторы импульсов, применяемые вместе с системами воздушных фильтров, описанными в настоящем документе, могут иметь расширяющийся направлятель импульсов, имеющий такую форму, как описано, например, в предварительной заявке на патент США № 61/772198, озаглавленной "Расширяющиеся сопла и системы очистки фильтрующих элементов с применением расширяющихся сопел".

Примеры некоторых иллюстративных вариантов осуществления расширяющихся направлятелей им-

пульсов, которые могут быть использованы вместе с генераторами импульсов в системах воздушных фильтров, как описано в настоящем документе, показаны и описаны в связи с фиг. 25-29. Расширяющийся направитель 1490 импульса прикреплен к генератору 1450 импульсов, который, в свою очередь, прикреплен к коллектору 1458, который подает сжатый воздух к генератору 1450 импульсов в системе воздушного фильтра, как описано в настоящем документе.

В частности, расширяющийся направитель 1490 импульса показан присоединенным к генератору 1450 импульсов с помощью кольца 1456, хотя для прикрепления расширяющегося направителя 1490 импульса к генератору 1450 импульсов могут быть применены многие другие соединительные устройства. Несмотря на то, что расширяющийся направитель 1490 импульса показан непосредственно соединенным с генератором 1450 импульсов, в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления расширяющийся направитель 1490 импульса при необходимости может быть соединен с генератором 1450 импульсов через одну или несколько промежуточных труб. Даже в том случае, если между генератором 1450 импульсов и расширяющимся направителем 1490 импульса введены одна или несколько промежуточных труб, для систем и способов, описанных в настоящем документе, все же к генератору 1450 импульсов присоединен расширяющийся направитель 1490 импульса, так как сжатый газ, подаваемый генератором 1450 импульсов, в конечном счете, будет проходить через расширяющийся направитель 1490 импульса.

На фиг. 26-28 иллюстративный вариант осуществления расширяющегося направителя 1490 импульса представлен более детально. Расширяющийся направитель 1490 импульса содержит присоединительный конец 1492 и открытый конец 1493, причем между присоединительным концом 1492 и открытым концом 1493 проходит продольная ось 1491. Между присоединительным концом 1492 и открытым концом 1493 проходит трубчатая стенка 1494, которая ограничивает внутренний канал 1495, через который из генератора 1450 импульсов подается сжатый газ. В частности, сжатый газ поступает через присоединительный конец 1492 во внутренний канал 1495 расширяющегося направителя 1490 импульса и выходит из внутреннего канала 1495 через открытый конец 1493.

В одном или нескольких вариантах осуществления внутренний канал 1495 может иметь круглое поперечное сечение, выполненное поперечно к продольной оси 1491 (и в этом случае ширину канала можно охарактеризовать как диаметр канала 1495). В одном или нескольких вариантах осуществления продольная ось 1491 может быть такой же (т.е. коллинеарной), как с осями импульсов, описанными в связи с системами воздушных фильтров, описанными в настоящем документе. Несмотря на то что в показанных вариантах осуществления внутренний канал 1495 имеет круглое поперечное сечение, в расширяющихся направителях импульсов, как описано в настоящем документе, допускаются изменения в круглом поперечном сечении. Например, в одном или нескольких вариантах осуществления поперечное сечение внутреннего канала 1495 может иметь форму, которая аппроксимирует окружность, такую как, например, шестиугольная, восьмиугольная и т.д.

Внутренний канал 1495 расширяющегося направителя 1490 импульса имеет длину канала LT, которая проходит от присоединительного конца 1492 до открытого конца 1493 расширяющегося направителя 1490 импульса. Расширяющийся направитель 1490 импульса имеет также ширину канала, которая ограничена расположенными друг напротив друга внутренними поверхностями 1496 трубчатой стенки 1494 (понятно, что расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 в одном или нескольких вариантах осуществления могут быть составными частями одной и той же поверхности, они просто расположены на боковых сторонах канала 1495, расположенных друг напротив друга относительно продольной оси 1491). В общих чертах длина канала LT может быть описана как проходящая вдоль продольной оси 1491, тогда как ширина канала может быть описана как проходящая поперечно к продольной оси 1491.

В одном или нескольких вариантах осуществления внутренний канал может состоять из нескольких частей. В частности, внутренний канал 1495 может содержать первый участок 1497, ближний к присоединительному концу 1492, и второй участок 1498, ближний к открытому концу 1493 расширяющегося направителя импульса. В результате первый участок 1497 расположен между вторым участком 1498 и присоединительным концом 1492, а второй участок 1498 расположен между первым участком 1497 и открытым концом 1493 расширяющегося направителя 1490 импульса. В одном или нескольких вариантах осуществления первый участок 1497 может начинаться на присоединительном конце 1492, тогда как в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления первый участок 1497 может начинаться в некотором местоположении между присоединительным концом 1492 и вторым участком 1498.

В одном или нескольких вариантах осуществления ширина канала внутреннего канала 1495 расширяющегося направителя 1490 импульса может начинаться увеличиваться в то время как на присоединительном конце 1492 или вблизи него начинают расходиться расположенные друг напротив друга внутренние поверхности. В варианте осуществления, показанном, например, на фиг. 28, расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 расширяющегося направителя 1490 импульса на первом участке 1497 расходятся под углом α . В одном или нескольких вариантах осуществления угол α , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 первого участка 1497,

больше нуля. В одном или нескольких вариантах осуществления угол α может составлять не более 3° .

В одном или нескольких вариантах осуществления ширина канала внутреннего канала 1495 расширяющегося направлятеля 1490 импульса продолжает увеличиваться по мере того, как продолжают расходиться расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498. В варианте осуществления, показанном на фиг. 28, расхождение расположенных друг напротив друга внутренних поверхностей 1496 внутреннего канала 1495 на втором участке 1498 представлено углом β , как видно на фиг. 28. В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющихся направлятелей импульсов, как описано в настоящем документе, расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498 внутреннего канала 1495 расширяющегося направлятеля 1490 импульса могут расходиться под углом β , который больше угла α , под которым расширяется первый участок 1497. В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может быть не менее чем в 1,5 раза больше угла α , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на первом участке 1497. В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может составлять не менее 3° . В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может составлять не менее 4° . В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может составлять не менее 5° . В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может составлять не более 9° . В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может составлять не более 8° . В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может составлять не более 7° . В одном или нескольких вариантах осуществления угол β , под которым расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на втором участке 1498, может быть равен 6° .

Несмотря на то что иллюстративный вариант осуществления расширяющегося направлятеля 1490 импульса, изображенного на фиг. 26-28, содержит первый участок 1497 и второй участок 1498, на которых расположены друг напротив друга внутренние поверхности 1496 расходятся под разными углами, в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления расширяющийся направлятель 1490 импульса может содержать внутренний канал 1495 с расположенными друг напротив друга внутренними поверхностями 1496, которые расходятся под одинаковым углом вдоль всей их длины, или который содержит первый участок 1497, на котором расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496, ограничивающие ширину канала, не расходятся (т.е. расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 внутреннего канала 1495 являются, по существу, параллельными друг другу, в результате чего ширина внутреннего канала является неизменной вдоль длины первого участка 1497 (с учетом технологических допусков).

В том или другом варианте осуществления, т.е. независимо от того, расходятся расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 внутреннего канала 1495 под одним углом вдоль всей длины внутреннего канала 1495 (и в этом случае второй участок 1498 может быть описан как имеющий длину L_2 , равную полной длине L_T расширяющегося направлятеля 1490 импульса) или же расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 внутреннего канала 1495 расходятся только на втором участке 1498, который занимает менее чем полную длину L_T расширяющегося направлятеля 1490 импульса (тогда как расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 на первом участке 1497 не расходятся), расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496, ограничивающие ширину канала 1495, могут расходиться на расширяющемся участке от продольной оси 1491 под углом, который на нижнем конце составляет не менее 2° (причем расширяющийся участок занимает всю или менее, чем всю длину L_T канала 1495). В том и другом из двух вариантов осуществления на их верхнем конце угол расхождения расположенных друг напротив друга внутренних поверхностей 1496 расширяющегося участка расширяющегося направлятеля импульса может составлять не более 7° . В том и другом из двух вариантов осуществления на их верхнем конце угол расхождения расположенных друг напротив друга внутренних поверхностей 1496 расширяющегося участка расширяющегося направлятеля импульса в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления может составлять не менее 3° . В других вариантах осуществления угол расхождения расположенных друг напротив друга внутренних поверхностей 1496 расширяющегося участка расширяющегося направлятеля импульса в обоих вариантах осуществления может составлять не менее 4° . В еще одних вариантах осуществления угол расхождения расположенных друг напротив друга внутренних поверхностей 1496 расширяющегося участка расширяющегося направлятеля импульса в обоих вариантах осуществления может составлять не менее 5° .

В обоих из двух вариантов осуществления угол расхождения расположенных друг напротив друга внутренних поверхностей 1496 расширяющегося участка расширяющегося направлятеля импульса может быть равен 6° .

В одном или нескольких вариантах осуществления расширяющихся направлятелей импульсов, как описано в настоящем документе, длина L2 расширяющегося второго участка 1498 внутреннего канала 1495 (см. фиг. 28), измеренная вдоль продольной оси 1491, может быть связана с шириной канала внутреннего канала 1495 на присоединительном конце 1492 расширяющегося направлятеля 1490 импульса (причем диаметр внутреннего канала 1495 на присоединительном конце 1492 измеряется поперечно к продольной оси 1491). Соотношение между шириной канала внутреннего канала 1495 и длиной L2 расширяющегося второго участка 1498 выдерживается для тех вариантов осуществления, в которых расширяющийся второй участок 1498 занимает всю или менее чем всю полную длину LT канала 1495. Например, в одном или нескольких вариантах осуществления длина L2 расширяющегося второго участка 1498 внутреннего канала 1495 может быть, по меньшей мере, равна ширине канала внутреннего канала 1495 на присоединительном конце 1492. В одном или нескольких других вариантах осуществления длина L2 расширяющегося второго участка 1498 внутреннего канала 1495 может быть не менее чем в два раза больше ширины канала внутреннего канала 1495 на присоединительном конце 1492. В следующих других вариантах осуществления длина L2 расширяющегося второго участка 1498 внутреннего канала 1495 может быть не менее чем в три раза больше ширины канала внутреннего канала 1495 на присоединительном конце 1492. В еще одних других вариантах осуществления длина L2 расширяющегося второго участка 1498 внутреннего канала 1495 может быть не менее чем в четыре раза больше ширины канала внутреннего канала 1495 на присоединительном конце 1492.

Другая особенность, которая может быть предусмотрена в одном или нескольких вариантах осуществления расширяющихся направлятелей импульсов, как описано в настоящем документе, заключается в наличии витков 1499 резьбы, расположенных на присоединительном конце 1492 расширяющегося направлятеля 1490 импульса и идущих от присоединительного конца 1492 по направлению к открытому концу 1493. Витки 1499 резьбы могут использоваться для соединения расширяющегося направлятеля 1490 импульса с генератором импульсов или промежуточной трубой, помещенной между расширяющимся направлятелем 1490 импульса и генератором импульсов. Несмотря на то что расширяющийся направлятель 1490 импульса снабжен витками резьбы для обеспечения возможности соединения расширяющегося направлятеля 1490 импульса с генератором импульсов, для соединения расширяющегося направлятеля 1490 импульса с генератором импульсов могут применяться многие другие соединительные конструкции, предназначенные для текучих сред, такие как, например, быстро соединяемые соединения и др. В показанном варианте осуществления витки 1499 резьбы расположены на наружной поверхности расширяющегося направлятеля 1490 импульса. Однако в одном или нескольких альтернативных вариантах осуществления витки резьбы или другое соединительное устройство могут быть расположены на внутренней поверхности 1496 расширяющегося направлятеля 1490 импульса.

На фиг. 29 показан один иллюстративный вариант осуществления соединения расширяющегося направлятеля 1490 импульса с подающей трубой 1452 генератора 1450 импульсов. Расширяющийся направлятель 1490 импульса содержит витки 1499 резьбы на своей наружной поверхности на присоединительном конце 1492 расширяющегося направлятеля 1490 импульса. Эти витки 1499 резьбы сопрягаются с группой витков 1459 внутренней резьбы на внутренней поверхности подающей трубы генератора 1450 импульсов для поддержания сообщения расширяющегося направлятеля 1490 импульса по текучей среде с генератором 1450 импульсов.

В одном или нескольких вариантах осуществления внутренний диаметр подающей трубы 1452 генератора 1450 импульсов, ограниченный внутренней стенкой 1453, может быть, по существу, равен внутреннему диаметру расширяющегося направлятеля 1490 импульса на присоединительном конце 1492, в результате чего газ, проходящий через генератор 1450 импульсов в расширяющийся направлятель 1490 импульса, при его движении от подающей трубы 1452 генератора 1450 импульсов к расширяющемуся направлятелю 1490 импульса, испытывает небольшой разрыв непрерывности или не испытывает разрыв непрерывности. Такой плавный переход между генератором 1450 импульсов и расширяющимся направлятелем 1490 импульса может быть полезен для ограничения потерь давления, уменьшения шума и т.п.

Для тех вариантов осуществления расширяющихся направлятелей импульсов, описанных в настоящем документе, в которых расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 начинают расходиться на свободном конце 1492 направлятеля 1490 импульса и в которых расположенные друг напротив друга внутренние стенки 1453 генератора 1450 (например, подающей трубы 1452), к которому прикреплен направлятель 1490 импульса, являются или параллельными друг другу или сходящимися, как описано в настоящем документе, генератор 1450 импульсов может быть описан как имеющий выходное отверстие 1454 импульса, которое расположено по существу на присоединительном конце 1492 направлятеля 1490 импульса.

Для тех вариантов осуществления расширяющихся направлятелей импульсов, описанных в настоящем документе, которые содержат первый участок 1497, на котором расположенные друг напротив друга внутренние поверхности 1496 не расходятся, направлятель 1490 импульса может эффективно перемещать

выходное отверстие 1454 импульса (см., например, фиг. 29) до местоположения, находящегося между присоединительным концом 1492 и открытым концом 1493 направлятеля 1490 импульса, в котором расположенные друг напротив друга внутренние поверхности/стенки 1496 направлятеля 1490 импульса начинают расходиться.

Информация, содержащаяся в патентах, патентных документах и публикациях, указанных в настоящем документе, включена путем ссылки в полном объеме для каждого из этих документов в отдельности. При наличии противоречия или расхождения между настоящим документом и информацией, содержащейся в любом таком включенном путем ссылки документе, настоящий документ будет иметь преимущество.

В настоящем документе рассмотрены иллюстративные варианты осуществления систем воздушных фильтров и их компонентов, а также способы их применения, описаны некоторые возможные варианты. Приведенные и другие варианты и модификации в изобретении, не выходящие за пределы объема изобретения, должны быть очевидны для специалистов в области техники, к которой относится изобретение, и следует понимать, что настоящее изобретение не ограничивается изложенными в настоящем документе иллюстративными вариантами осуществления изобретения. Таким образом, изобретение ограничивается только формулой изобретения, приведенной ниже, и его эквивалентами. Следует также понимать, что настоящее изобретение может также быть осуществлено соответствующим образом при отсутствии любого элемента, в отношении которого в данном описании изобретения конкретно не указано, что он является необходимым элементом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система воздушного фильтра, включающая

трубную решетку по меньшей мере с одним трубным отверстием в ней, разделяющую корпус на камеру загрязненного воздуха и камеру чистого воздуха;

коллектор импульсов, образующий проход от отверстия на конце коллектора импульсов с фильтровальной стороны до отверстия на конце коллектора импульсов со стороны трубной решетки,

причем конец коллектора импульсов со стороны трубной решетки прикреплен к трубной решетке таким образом, что отверстие коллектора импульсов со стороны трубной решетки центрировано по трубному отверстию так, что воздух, проходящий из камеры загрязненного воздуха в камеру чистого воздуха через трубное отверстие, проходит через коллектор импульсов;

генератор импульсов воздуха, расположенный в камере чистого воздуха и выполненный с возможностью подачи импульсов воздуха во внутренний объем фильтрующего элемента, прикрепленного к концу коллектора импульсов с фильтровальной стороны, причем импульсы воздуха проходят через трубное отверстие и проход коллектора импульсов до достижения конца коллектора импульсов с фильтровальной стороны, причем генератор импульсов выполнен с возможностью подачи импульсов воздуха вдоль оси импульсов, которая проходит от генератора импульсов через трубное отверстие в трубной решетке, отверстие в коллекторе импульсов со стороны трубной решетки и отверстие на конце коллектора импульсов с фильтровальной стороны, при этом генератор импульсов содержит выходное отверстие, которое расположено на оси импульсов и через которое импульсы воздуха подаются вдоль оси импульсов, причем выходное отверстие ограничено расположенными друг напротив друга стенками, которые не расходятся относительно оси импульсов,

причем длина пути импульса, измеренная вдоль оси импульсов от выходного отверстия генератора импульсов до отверстия фильтрующего элемента, не менее чем в 30 раз больше гидравлического диаметра указанного выходного отверстия.

2. Система по п.1, в которой указанная длина пути импульса не более чем в 50 раз больше гидравлического диаметра выходного отверстия.

3. Система по п.1 или 2, в которой коллектор импульсов содержит проход, длина которого, измеренная вдоль оси импульсов, равна или больше гидравлического диаметра отверстия на конце коллектора импульсов с фильтровальной стороны.

4. Система по п.1, в которой коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, причем фильтрующая секция и импульсная секция сведены в месте стыка, расположенном между концом коллектора импульсов с фильтровальной стороны и концом коллектора импульсов со стороны трубной решетки, причем длина импульсной секции, измеренная вдоль оси импульсов, менее чем в 1,5 раза больше гидравлического диаметра указанного отверстия на конце с фильтровальной стороны.

5. Система по п.1, в которой коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, причем фильтрующая секция и импульсная секция сведены в месте стыка, расположенном между концом коллектора импульсов с фильтровальной стороны и концом коллектора импульсов со стороны трубной решетки, причем длина импульсной секции, измеренная вдоль оси импульсов, меньше гидравлического диаметра указанного отверстия на конце с фильтровальной стороны.

6. Система по п.1, в которой коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, причем фильтрующая секция и импульсная секция сведены в месте стыка, расположенном меж-

ду концом коллектора импульсов с фильтровальной стороны и концом коллектора импульсов со стороны трубной решетки, причем длина фильтрующей секции, измеренная вдоль оси импульсов, менее чем в 1,5 раза больше гидравлического диаметра указанного отверстия на конце с фильтровальной стороны.

7. Система по п.1, в которой коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, причем фильтрующая секция и импульсная секция сведены в месте стыка, расположенном между концом коллектора импульсов с фильтровальной стороны и концом коллектора импульсов со стороны трубной решетки, причем длина фильтрующей секции, измеренная вдоль оси импульсов, меньше гидравлического диаметра указанного отверстия на конце с фильтровальной стороны.

8. Система по любому из пп.1-7, в которой коллектор импульсов содержит фильтрующую секцию и импульсную секцию, причем фильтрующая секция и импульсная секция сведены в месте стыка, расположенном между концом коллектора импульсов с фильтровальной стороны и концом коллектора импульсов со стороны трубной решетки,

причем часть прохода, образованная импульсной секцией, имеет гидравлический диаметр, который увеличивается при движении от места стыка к отверстию со стороны трубной решетки; и

причем часть прохода, образованная фильтрующей секцией, имеет гидравлический диаметр, который остается неизменным, по существу, по всей ее длине при движении от места стыка к концу с фильтровальной стороны.

9. Система по любому из пп.4-8, в которой фильтрующая секция имеет длину, измеренную вдоль оси импульсов от конца с фильтровальной стороны до места стыка, а импульсная секция имеет длину, измеренную вдоль оси импульсов от конца со стороны трубной решетки до места стыка, причем длина фильтрующей секции меньше или равна длине импульсной секции.

10. Система по любому из пп.8, 9, в которой импульсная секция содержит расположенные друг напротив друга стенки, ограничивающие часть прохода в импульсной секции, которые расходятся от оси импульсов под прилежащим углом, который больше 0° и меньше или равен 10° .

11. Система по п.10, в которой прилежащий угол, под которым указанные расположенные друг напротив друга стенки в импульсной секции расходятся от оси импульсов, больше 3° .

12. Система по любому из пп.4-10, в которой фильтрующая секция и импульсная секция выполнены в виде отдельных изделий, скрепленных друг с другом в месте стыка.

13. Система по любому из пп.1-12, которая содержит траверсу, выступающую из коллектора импульсов вдоль оси импульсов, причем траверса выполнена с возможностью поддержки фильтрующего элемента в камере загрязненного воздуха корпуса и содержит две или более опорные балки, центрированные в направлении оси импульсов, причем указанные две или более опорные балки расположены асимметрично относительно оси импульсов.

14. Система по любому из пп.1-13, в которой с генератором импульсов функционально связан расширяющийся направитель импульса, причем импульсы воздуха, выходящие из генератора импульсов, проходят через расширяющийся направитель импульса, при этом расширяющийся направитель импульса содержит

трубчатую стенку, содержащую присоединительный конец, соединенный с генератором импульсов, и открытый конец, отдаленный от присоединительного конца;

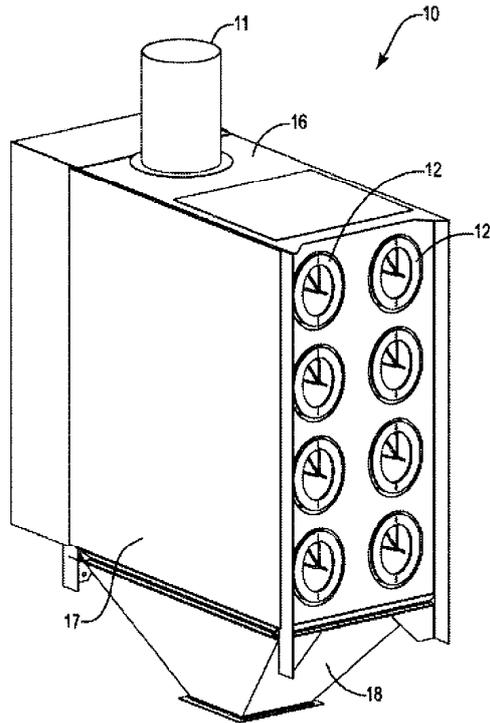
внутренний канал, проходящий через расширяющийся направитель импульса от присоединительного конца до открытого конца, причем внутренний канал имеет длину, проходящую от присоединительного конца до открытого конца, и ширину, ограниченную расположенными друг напротив друга внутренними поверхностями трубчатой стенки, причем длина канала проходит вдоль продольной оси и ширина канала проходит поперечно к продольной оси,

причем внутренний канал содержит первый участок, ближний к присоединительному концу, и второй участок, ближний к открытому концу, так что первый участок расположен между вторым участком и присоединительным концом и второй участок расположен между первым участком и открытым концом;

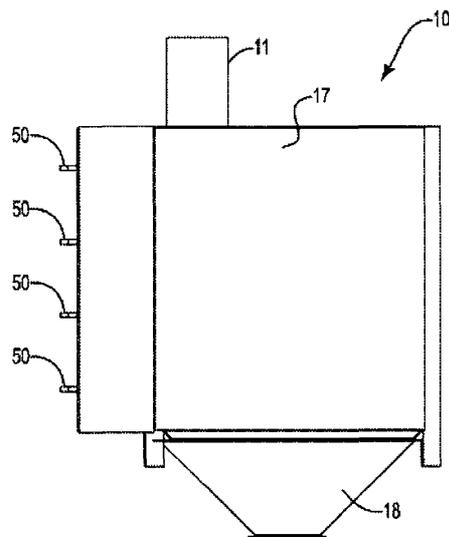
причем расположенные друг напротив друга внутренние поверхности расширяющегося направителя импульса на первом участке расходятся от продольной оси под первым углом, где первый угол больше 0° ;

причем расположенные друг напротив друга внутренние поверхности расширяющегося направителя импульса на втором участке расходятся от продольной оси под вторым углом, который больше первого угла.

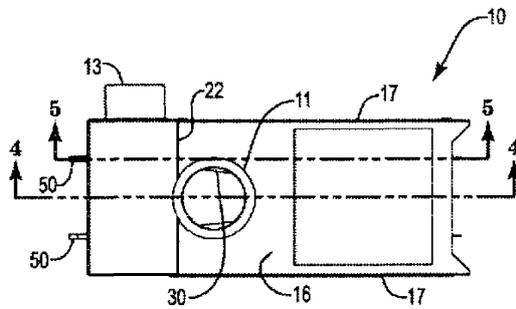
15. Система по п.14, в которой второй участок внутреннего канала имеет длину, измеренную вдоль продольной оси, которая больше ширины канала на присоединительном конце.



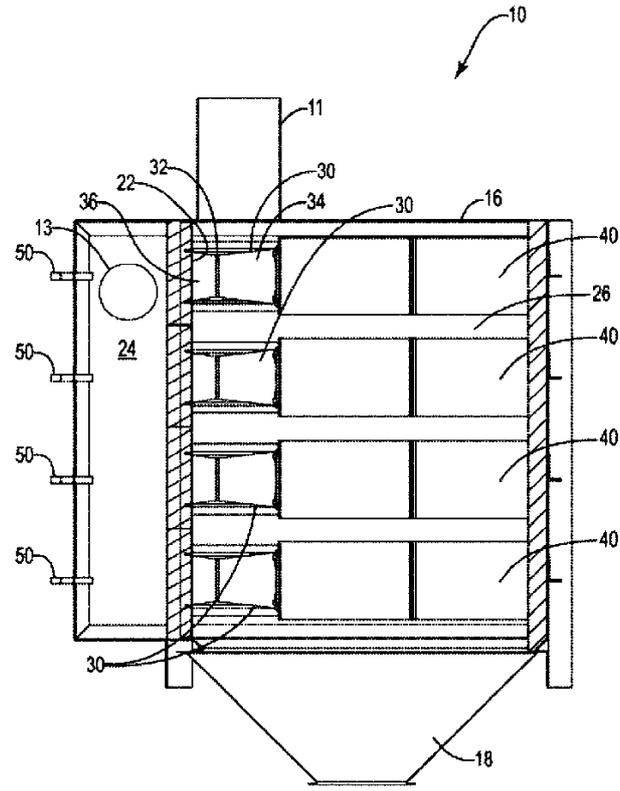
Фиг. 1



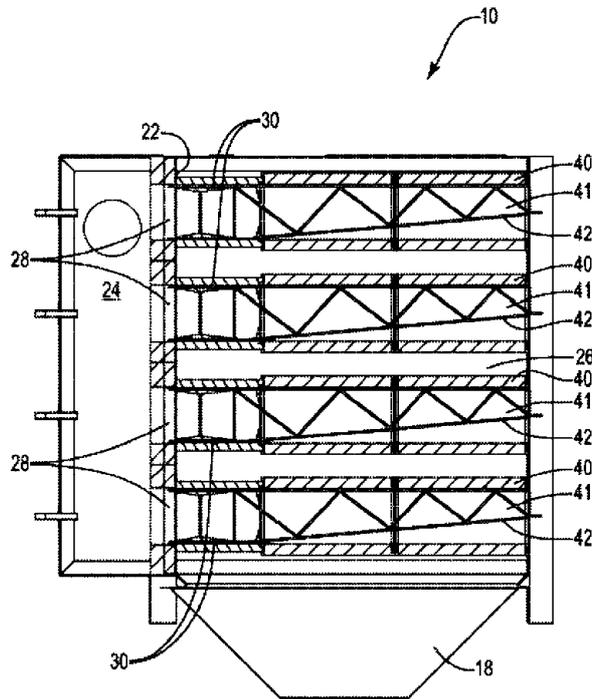
Фиг. 2



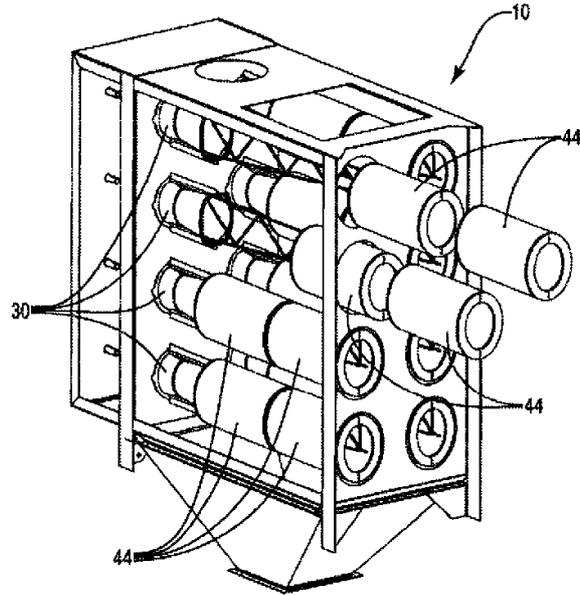
Фиг. 3



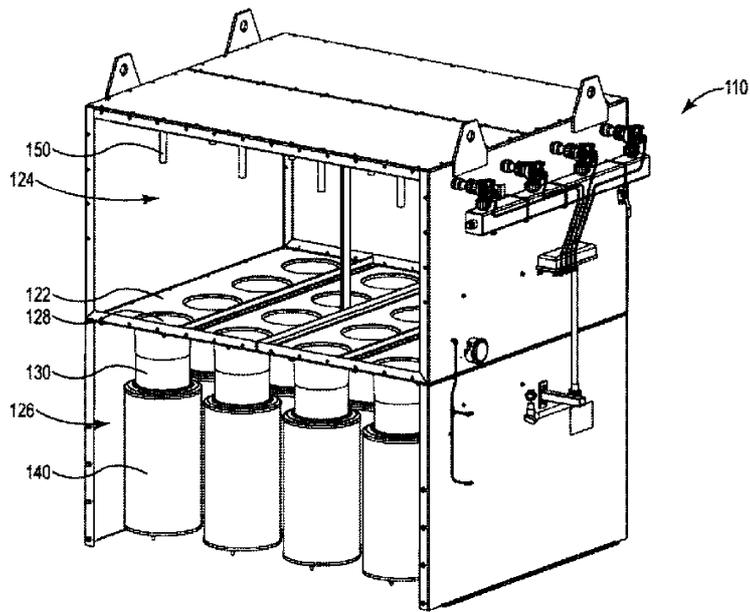
Фиг. 4



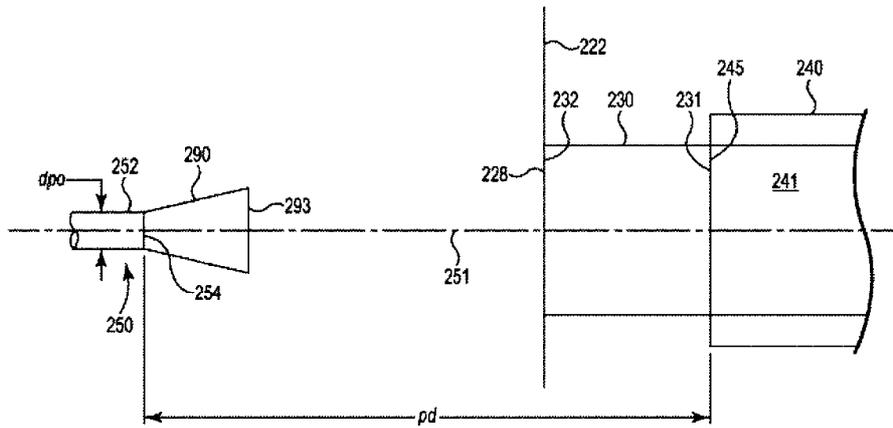
Фиг. 5



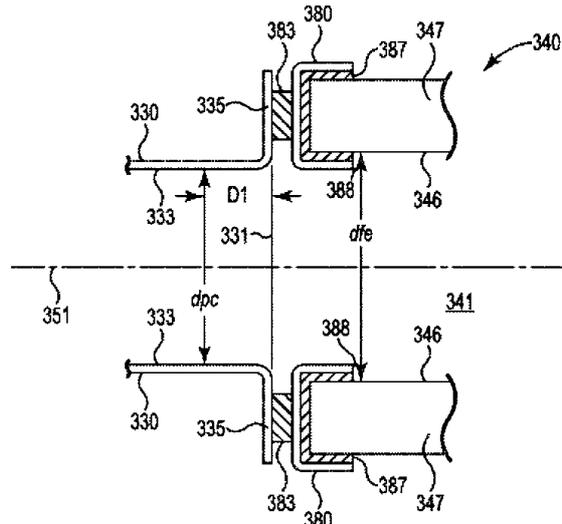
Фиг. 6



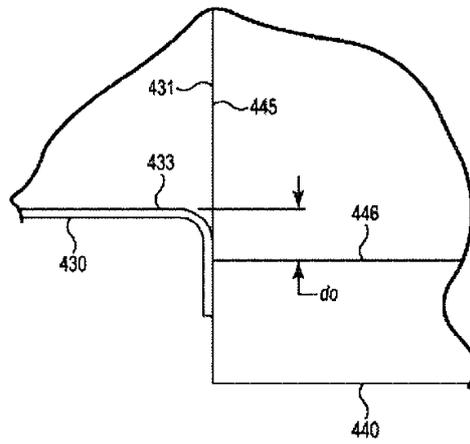
Фиг. 7



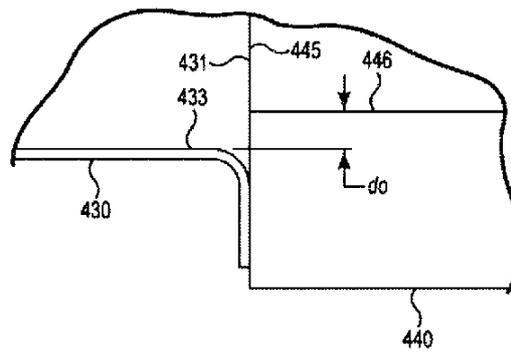
Фиг. 8



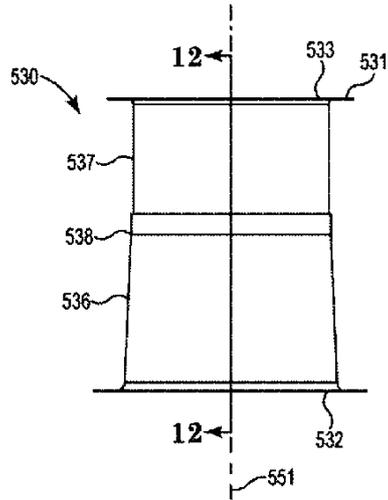
Фиг. 9



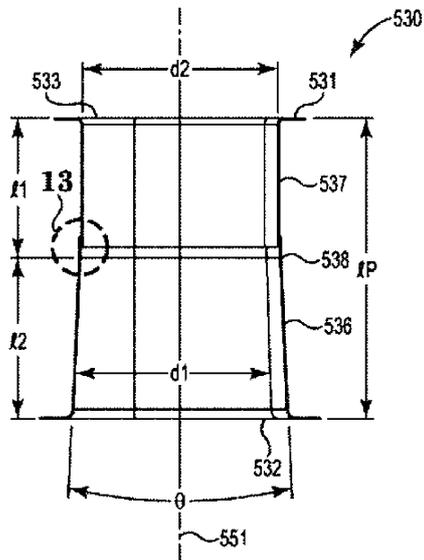
Фиг. 10А



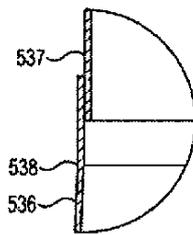
Фиг. 10В



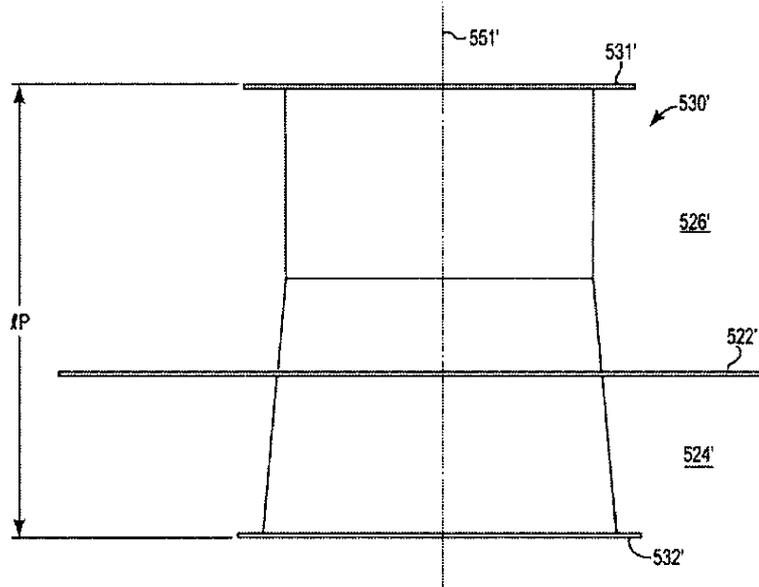
Фиг. 11



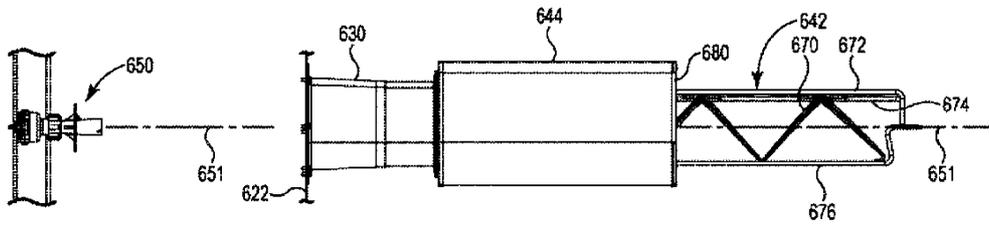
Фиг. 12



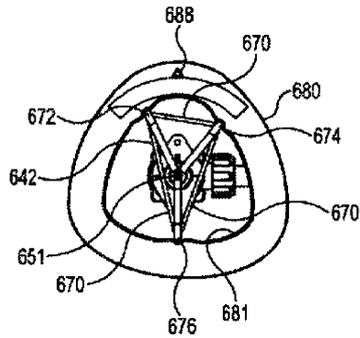
Фиг. 13



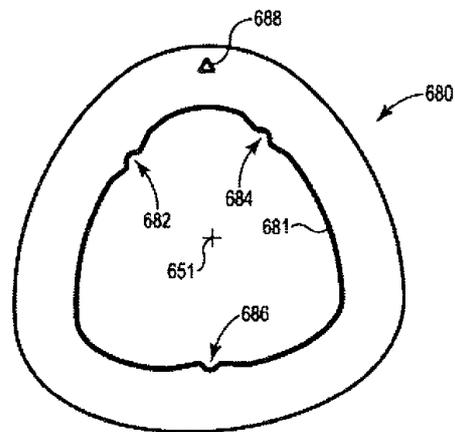
Фиг. 14



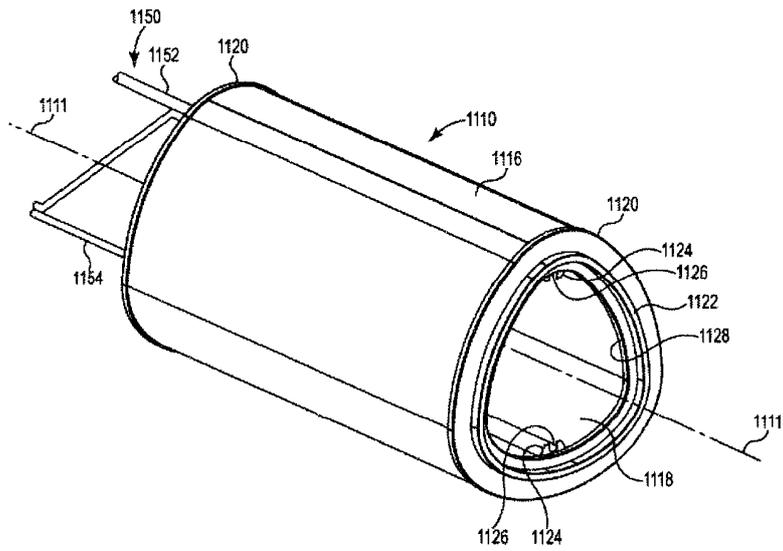
Фиг. 15



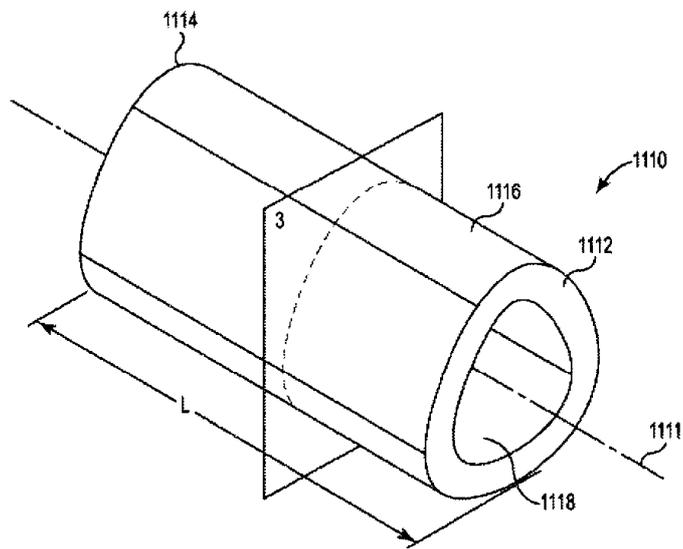
Фиг. 16



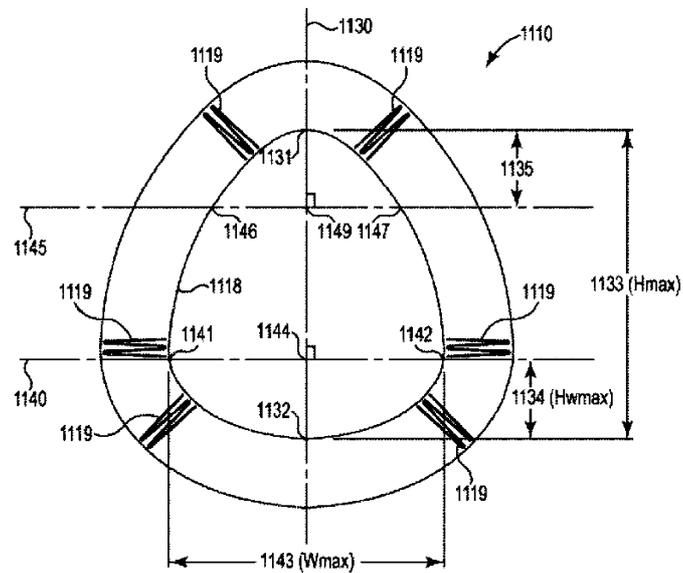
Фиг. 17



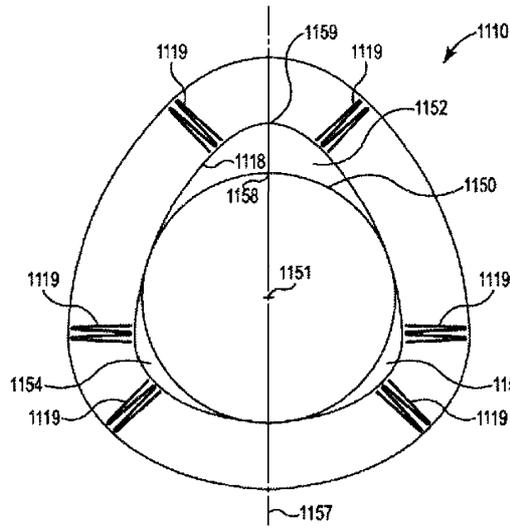
Фиг. 18



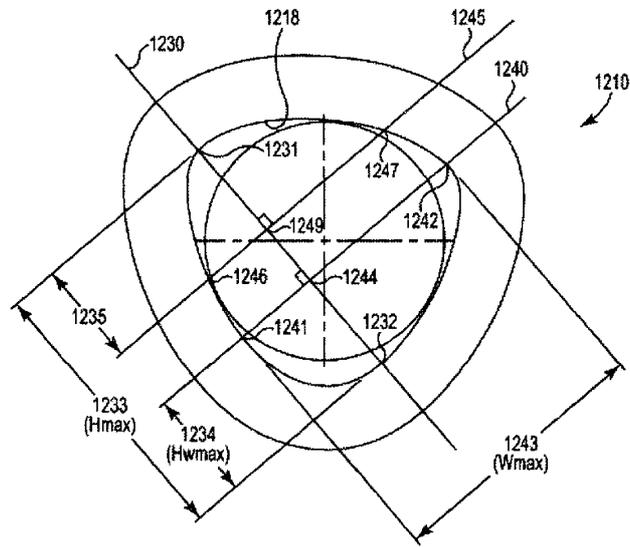
Фиг. 19



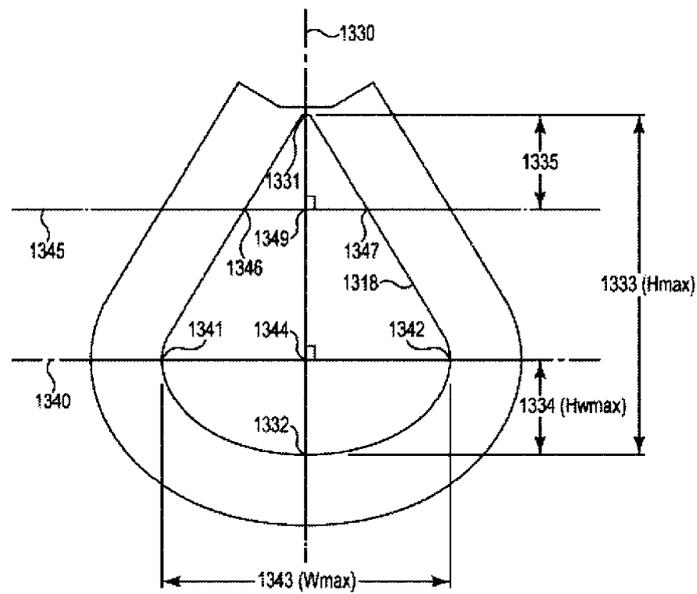
Фиг. 20



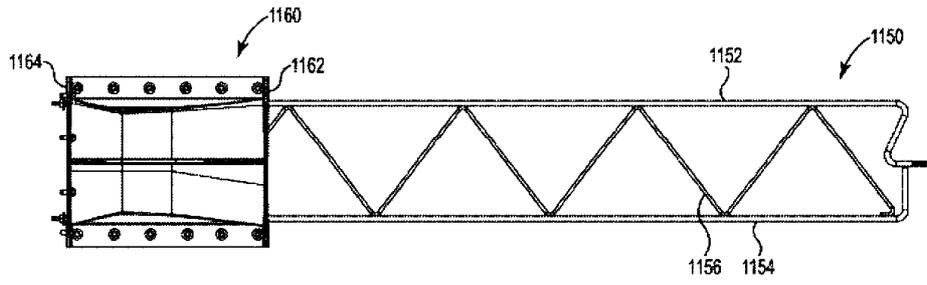
Фиг. 21



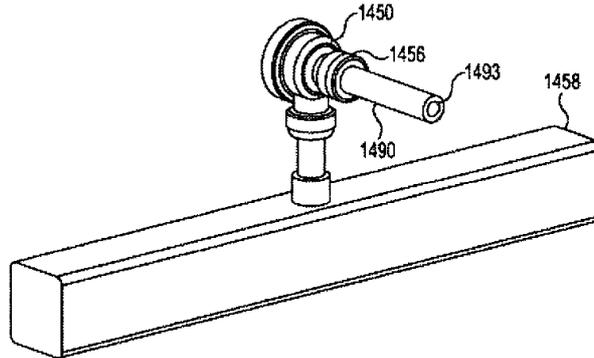
Фиг. 22



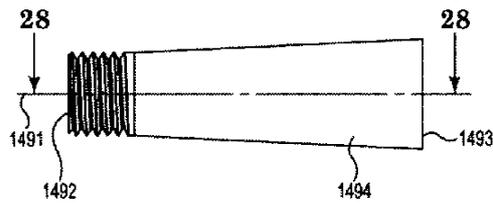
Фиг. 23



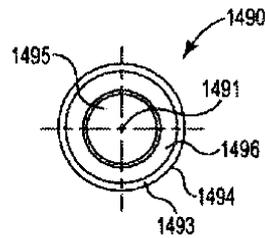
Фиг. 24



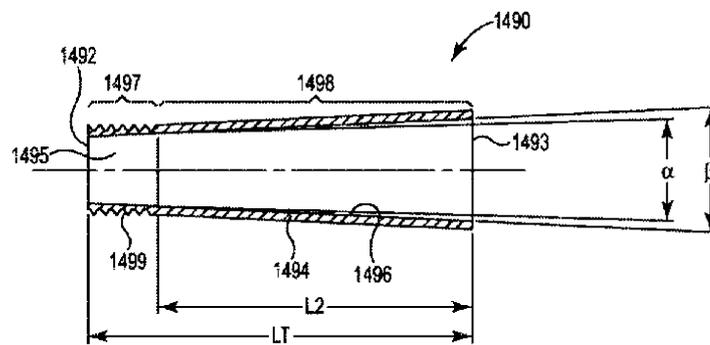
Фиг. 25



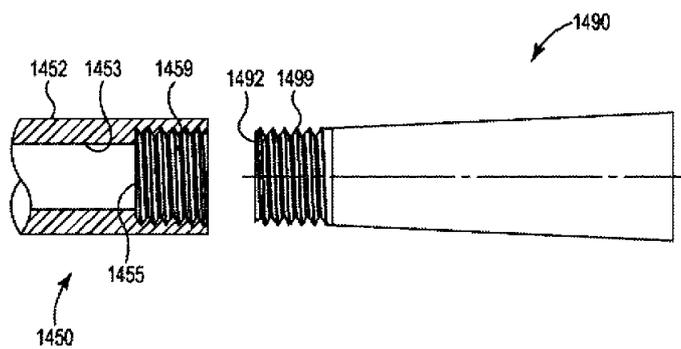
Фиг. 26



Фиг. 27



Фиг. 28



Фиг. 29

