



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 071 839** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **B 04 C 5/103**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93053671/26, 23.11.1993

(46) Дата публикации: 20.01.1997

(56) Ссылки: 1. Авторское свидетельство СССР N 1472137, кл. В 04 С 5/103, 1989. 2. Авторское свидетельство СССР N 1526839, кл. В 04 С 5/15, 1989. 3. Авторское свидетельство СССР N 1766526, кл. В 04 С 5/103, 1992.

(71) Заявитель:

Балалаев Анатолий Николаевич

(72) Изобретатель: Балалаев Анатолий Николаевич

(73) Патентообладатель:

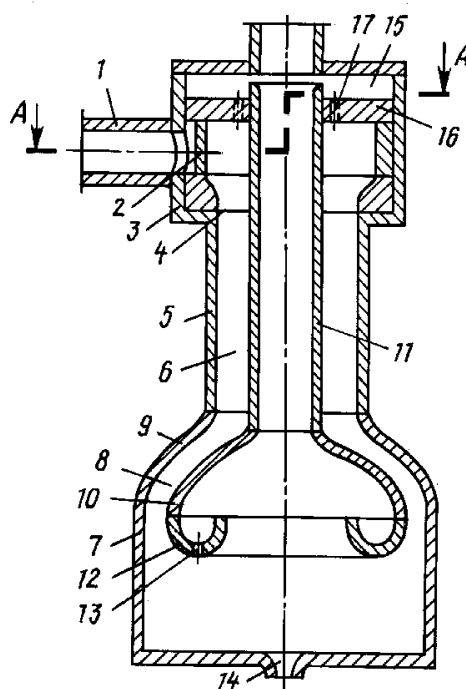
Балалаев Анатолий Николаевич

(54) ЦИКЛОН

(57) Реферат:

Использование: для очистки сжатого газа от влаги, масла и механических примесей. Сущность изобретения: Корпус циклона состоит из верхней обечайки с тангенциальным вводом и нижней обечайки большего диаметра, соединенных между собой внешней сферической стенкой. Осевая труба имеет на нижнем конце внутреннюю сферическую стенку, эквидистантную внешней. К нижнему краю внутренней стенки присоединена отделительная насадка, имеющая форму нижней половины тора, радиус образующей которого в 2-2,4 раза меньше радиуса внутренней сферической стенки. Насадка присоединена к осевой трубе своим верхним наружным краем и имеет в нижней части отверстие для вывода жидкости. К верхней обечайке корпуса присоединена камера закручивания, внутренняя криволинейная поверхность которой сопряжена с тангенциальным вводом и в месте сопряжения имеет максимальный радиус, в 1,2-2 раза превышающий радиус верхней обечайки корпуса. Камера-сборник с размещенным в ее полости верхним концом осевой трубы находится над камерой закручивания и сообщается с ней отверстиями, выполненными в ее днище. Верхняя обечайка корпуса выполнена с диаметром в 2,5-5 раз меньше, чем диаметр

нижней обечайки. 1 з. п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

RU 2 071 839 C1

RU 2 071 839 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 071 839** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **B 04 C 5/103**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 93053671/26, 23.11.1993

(46) Date of publication: 20.01.1997

(71) Applicant:

Balalaev Anatolij Nikolaevich

(72) Inventor:

Balalaev Anatolij Nikolaevich

(73) Proprietor:

Balalaev Anatolij Nikolaevich

(54) **CYCLONE**

(57) Abstract:

FIELD: purification of compressed gas from moisture, oil and mechanical impurities. SUBSTANCE: cyclone body has upper shell with tangential input and lower shell of bigger diameter joined to each other by outer spherical wall. Axial pipe has inner spherical wall on its lower end, that is equidistant to outer one. Lower edge of inner wall is connected to separating extension made in the form of lower half of cone, generatrix radius of which is 2 - 2.4 fold smaller, than radius of inner spherical wall. Extension is connected to axial pipe by its upper outer edge and its lower section has liquid outlet hole. Chamber of swirling is connected to body upper shell. Inner curvilinear surface of chamber of swirling is conjugated with tangential inlet and in place of conjugation it has maximum radius, that 1.2 - 2 fold exceeds radius of body upper shell. Chamber-collector with located in its cavity upper end of axial pipe is located over chamber of swirling and communicates with it by holes made in its bottom. Upper shell of body has diameter, that is 2.5 - 5 fold smaller, than lower shell diameter. EFFECT: improved purification. 2 cl, 4 dwg

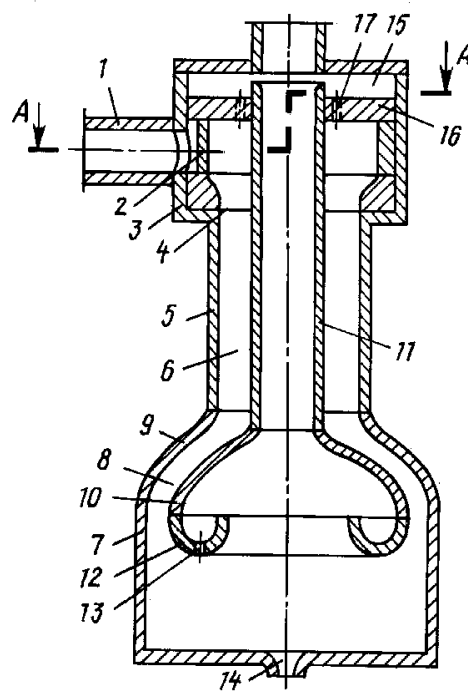


Fig. 1

RU 2 0 7 1 8 3 9 C 1

RU 2 0 7 1 8 3 9 C 1

Изобретение относится к устройствам очистки сжатого воздуха или газа от влаги, масла и механических примесей.

Известны противочные циклоны, у которых камера сепарации сопряжена с радиально-щелевым диффузором. В этом случае, разворот газового потока происходит после восстановления давления в диффузоре и снижения уровня скоростей, что уменьшает гидрпотери, связанные с разворотом потока [1,2]

Однако, на некоторых режимах работы в таких циклонах возможен отрыв газожидкостного потока в месте сопряжения камеры сепарации с диффузором, попадание жидкости на внутреннюю стенку диффузора и снижение степени очистки.

Данного недостатка лишен циклонный сепаратор, у которого корпус состоит из верхней обечайки меньшего диаметра и нижней обечайки большего диаметра, соединенных между собой внешней стенкой диффузора, тангенциальный патрубок ввода сжатого газа присоединен к верхней обечайке, осевая труба вывода очищенного газа снабжена на нижнем конце внутренней стенкой диффузора, эквидистантной внешней стенке диффузора, нижняя обечайка имеет патрубок слива отсепарированной жидкости, внутренняя и внешняя стенки диффузора выполнены в форме сферических сегментов, соотношение верхней и нижней обечаек корпуса составляет $1,5^{\circ}C2$, к нижнему краю внутренней стенки диффузора присоединена своим верхним краем сферическая чаша, в днище которой выполнено осевое отверстие для входа очищенного газа, чаша снабжена патрубком отвода жидкости, присоединенным к днищу чаши, и цилиндрической вставкой, нижний край которой соединен с отверстием чаши, верхний с нижним концом осевой трубы, и имеющей заглушку, ниже которой в стенке вставки выполнены тангенциальные щели, а выше в стенке осевой трубы отверстия для отвода очищенного газа [3]

Наличие в данном циклонном сепараторе диффузора, стенки которого выполнены в виде сегментов сфер, приводит к возникновению дополнительных центробежных эффектов при обтекании газом сферических поверхностей, а также к снижению гидрпотерь, связанных с разворотом газового потока, что позволяет увеличить уровень скоростей в камере сепарации.

Однако, увеличение скоростей в камере сепарации приводит к дополнительным гидрпотерям, связанным с входом газового потока в камеру сепарации, и преимущества данного устройства проявляются неполностью.

При этом увеличиваются гидрпотери в элементах конструкции циклонов, служащих для вторичной закрутки газового потока.

За прототип принят циклонный сепаратор [3] как наиболее близкий к предлагаемому устройству по технической сущности.

Целью изобретения является снижение гидрпотерь в циклоне и повышение степени очистки за счет увеличения уровня скоростей в камере сепарации и вторичной сепарации в осевой трубе вывода очищенного газа.

Поставленная цель достигается тем, что в циклоне, содержащем штуцер подвода сжатого газа, совмещенный с тангенциальным

сопловым вводом, корпус, состоящий из верхней обечайки меньшего диаметра и нижней обечайки большего диаметра, соединенных между собой внешней сферической стенкой, осевую трубу вывода очищенного газа, снабженную на нижнем конце внутренней сферической стенкой, эквидистантной внешней сферической стенке, и образующей с ней диффузор, камеру сепарации, образованную верхней обечайкой, а также патрубок слива отсепарированной жидкости, тангенциальный сопловой ввод сопряжен с криволинейной поверхностью завихрения, максимальный диаметр которой в месте сопряжения с сопловым вводом в $1,2^{\circ}C2$ раза больше диаметра камеры сепарации в верхней ее части, криволинейная поверхность завихрения сопряжена с верхней обечайкой корпуса, диаметр которой в $2,5^{\circ}C5$ раз меньше диаметра нижней обечайки корпуса, внутренняя сферическая стенка соединена своим нижним краем с внешней стороной половины тора, радиус трубки которого в $2,2^{\circ}C4$ раза меньше радиуса внутренней сферической стенки, и имеющего в нижней части отверстие для отвода жидкости, осевая труба вывода очищенного газа совмещена со стороны тангенциального соплового ввода с камерой-сборником, отделяющейся от соплового ввода торцевой стенкой, в которой выполнены отверстия, сообщающие полость камеры-сборника с камерой сепарации. Кроме того, отверстия в камере-сборнике расположены на расстоянии от оси циклона не более $0,8$ радиуса верхней обечайки корпуса камеры сепарации, а их оси расположены под углом к оси циклона, но не пересекаются с ней и направлены в сторону закрутки тангенциального соплового ввода.

Предложенное техническое решение отличается от прототипа тем, что в нем осевая труба вывода очищенного газа совмещена с камерой-сборником, а через отверстия в торцевой стенке последней с полостью камеры сепарации, что создает возможность перепуска части газа из осевой трубки внутри камеры сепарации за счет эффекта эжектирования и участия этой части газа во вторичной сепарации. Эффект эжектирования возникает благодаря изменению отношения диаметра нижней обечайки корпуса к диаметру верхней обечайки корпуса с $1,5^{\circ}C2$, как в прототипе, до $2,5^{\circ}C5$. Дополнительные центробежные эффекты при обтекании газом сферических поверхностей диффузора при этом не уменьшаются, так как внутренняя сферическая стенка диффузора соединена с новым элементом половиной тора, имеющем величину радиуса трубки и, следовательно, величину радиуса кривизны внешней обтекаемой газом поверхности меньше радиуса внутренней стенки диффузора.

Таким образом, наличие в предложенной конструкции новых элементов - половины тора, камеры-сборника, сообщающейся с осевой трубой и с камерой сепарации, а также изменение соотношения диаметров верхней и нижней обечаек корпуса доказывают соответствие предложенного технического решения критерию "новизна".

Увеличение, по сравнению с прототипом, отношения диаметров нижней и верхней обечаек корпуса до $2,5^{\circ}C5$ повышает

эжекционные свойства циклона. Конструкция циклона в этом случае аналогична конструкции вихревой самовакуумирующейся трубы, у последней наблюдается пониженное давление по сравнению с давлением газа на выходе из диффузора на радиусах, меньших 0,8 радиуса трубы при отношении диаметров радиально-щелевого диффузора и трубы равном $4,5^{\circ}C5$.

Применение профилированного изогradientного диффузора позволяет понизить отношение диаметров до 2,5 без ухудшения эжекционных свойств вихревой самовакуумирующейся трубы. В предложенной конструкции циклона роль радиально-щелевого диффузора выполняет сферический диффузор, у которого отношение диаметров выхода и входа равно отношению диаметров нижней и верхней обечаяк корпуса камеры сепарации.

Использование в конструкции элемента, представляющего собой половину тора обосновывается следующим образом. Дополнительные центробежные силы, возникающие при обтекании газом криволинейных поверхностей, увеличиваются при уменьшении радиуса кривизны, следовательно, для увеличения центробежных сил и эффекта сепарации радиус трубки тора (внешней стенки трубки) должен быть меньше радиуса внутренней сферической стенки диффузора. С другой стороны, для свободного входа газа в осевую трубку вывода очищенного газа внутренний диаметр тора должен быть больше диаметра отверстия осевой трубки. На фиг. 4 изображена схема сферического диффузора предложенного циклона с обозначениями радиусов и оптимальными соотношениями между ними.

Соотношение в формуле, которое указано на фиг. 4 (2), рекомендуется для самовакуумирующейся вихревой трубы, где доказывается, что цилиндрическое тело с радиусом $0,5^{\circ}C7$ от радиуса трубы не оказывает влияния на динамику газового потока, что важно для процессов сепарации в циклоне. Соотношение в формуле (3) справедливо для идеального несжимаемого газа. Соотношение в формуле (4) получено из формулы (1) и формулы (3). Соотношение в формуле (5) выражает требование свободного входа газа после диффузора в осевую трубку ($r_6 \geq r_3$). Из очевидного равенства $2 \cdot r_5 = r_4 - r_6$ и соотношений в формуле (4) и формуле (6) получается $r_4/r_5 = 2,2^{\circ}C4$.

Новым элементом предложенной конструкции циклона является также камера завихрения, радиус которой в $1,2^{\circ}C2$ раза больше радиуса камеры сепарации. При таком соотношении радиусов тангенциальная составляющая скорости в камере завихрения в $1,2^{\circ}C2$ раза меньше, чем в камере сепарации, следовательно, скорость входящего в циклон газа и гидрпотери, связанные с входом газа, в такой конструкции меньше. При радиусах, меньших $1,2$ камеры сепарации, эффект снижения гидрпотерь незначителен, а при радиусах, больших 2 , возрастает площадь криволинейной поверхности завихрения, что приводит к повышению потерь давления газа от трения об эту поверхность. Известно, что эжекционные свойства вихревого вакуум-насоса, конструкция которого близка

по технической сущности к конструкции циклона с щелевым диффузором, увеличиваются при разнесении радиусов соплового ввода и камеры смешения. Рекомендуется сопрягать сопловой ввод с камерой вихревой трубы по криволинейной поверхности с лемнискатным профилем, что обосновывается уменьшением гидросопротивления.

Таким образом, новые элементы предложенной конструкции циклона, действуя в совокупности, приводят к снижению гидросопротивления, повышению скорости течения газа в камере сепарации, увеличению эжекционных свойств циклона и организации перетока части очищенного газа из осевой трубы в камеру сепарации для вторичной сепарации, что повышает степень очистки газа.

Новыми элементами изобретения являются также направления осей отверстий в торцевой стенке камеры-сборника, сообщающих полость последней с камерой сепарации, а также максимально допустимый радиус для расположения этих отверстий относительно оси циклона.

Предложенные элементы обеспечивают подкрутку перетекающего для вторичной сепарации газа в ту же сторону, что и закрутка газа в камере сепарации. Ограничение расположения отверстий величиной радиуса, составляющей $0,8$ от радиуса камеры сепарации, диктуется тем, что с этого радиуса до оси вихревой камеры с диффузором давление газа не превышает давления газа, выходящего из диффузора. Следовательно, новые элементы конструкции обеспечивают эжекцию части очищенного газа из осевой трубы и подкрутку его с целью вторичной сепарации под действием центробежных сил.

Суммарное действие всех отличительных признаков предложенного устройства приводит к повышению степени очистки циклона от влаги, что выражается в снижении температуры точки росы очищенного сжатого воздуха с $t_{т.р.} = +1^{\circ}C$ (у прототипа) до $t_{т.р.} = -2^{\circ}C$ (у предложенного циклона) при одинаковой температуре исходного насыщенного воздуха $t_{вх} = +15^{\circ}C$.

На фиг. 1 показан продольный разрез предложенного циклона; на фиг. 2 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 сечение Б-Б.

На фиг. 4 приведена для экспертизы схема сферического диффузора с оптимальными геометрическими выражениями, поясняющая выбор соотношений размеров.

Циклон содержит штуцер 1 подвода сжатого газа, тангенциальный сопловой ввод 2, корпус 3, криволинейную поверхность завихрения 4, вихревую обечайку корпуса 5, образующую камеру сепарации 6, нижнюю обечайку корпуса 7, диффузор 8, образованный внешней сферической стенкой 9 и эквидистантной к ней внутренней сферической стенкой 10, осевую трубу 11 вывода очищенного газа, стенку 12, представляющую собой половину тора, присоединенную к внутренней сферической стенке 10, с отверстием 13 для отвода жидкости, патрубком 14 слива отсепарированной жидкости, камеру-сборник 15, с торцевой стенкой 16, имеющей сквозные отверстия 17.

Циклон работает следующим образом.

Сжатый воздух или газ поступает через штуцер 1 и тангенциальный сопловой ввод 2 внутрь полости корпуса 3, где приобретает вращательное движение. Двигаясь по криволинейной поверхности завихрения 4, газ переходит на меньший радиус камеры сепарации 6. Так как радиус уменьшается в 1,2⁰С2 раза, то тангенциальная скорость газа плавно увеличивается во столько же раз по сравнению со скоростью выхода газа из тангенциального соплового ввода 2, согласно закону сохранения момента количества движения. При повышении уровня скоростей в камере сепарации 6 статическая температура газа становится заметно меньше температуры входящего в циклон газа. Из влажного сжатого воздуха при этом выпадает конденсат. В камере сепарации 6 под действием центробежных сил частицы влаги, масла и механических примесей отбрасываются на стенку верхней обечайки корпуса 5. Газ после камеры сепарации 6 поступает в диффузор 8, где его статическое давление частично восстанавливается, а скорость движения уменьшается. Частицы влаги и пыли, не успевшие отсепарироваться в камере 6, а также попавшие на внешнюю поверхность внутренней сферической стенки диффузора 10, отбрасываются под действием дополнительных центробежных сил, вызванных обтеканием выпуклой поверхности внутренней сферической стенки 10. Обтекание газом внешней поверхности половины тора 12, имеющего радиус трубки меньший, чем радиус сферы внутренней стенки диффузора 10, еще более усиливает центробежные силы. Отсепарированные частицы влаги и пыли оседают на стенке нижней обечайки корпуса 7 и удаляются через патрубок 14 слива конденсата. Очищенный газ после обтекания половины тора 12 входит во внутреннюю полость сферической стенки 10, имея некоторую закрутку потока за счет сохранения момента количества движения. Поэтому частицы влаги и пыли, которые могут быть подхвачены очищенным газом, сепарируются во внутренней полости сферической стенки 10, стекают во внутреннюю полость половины тора 12 и удаляются через отверстие 13. Очищенный газ проходит по осевой трубе 11 через камеру-сборник 15 и далее выходит из циклона. Так как закрутка потока газа сохраняется в трубе 11, а ее поверхность охлаждается подобно цилиндрическому телу, размещенному на оси самовакумирующейся вихревой трубы, то в осевой трубе 11 происходит выпадение конденсата и сепарация капель. Эта влага с частью газа попадает в камеру-сборник 15, откуда через отверстия 17 эжектируется в камеру сепарации 6, где подвергается вторичной сепарации. Так как оси отверстий 17 направлены в сторону закрутки

тангенциального соплового ввода 2, то газ с капельной влагой из камеры-сборника 15 попадает в камеру сепарации 6 закрученным, что создает лучшие условия для ее вторичной сепарации.

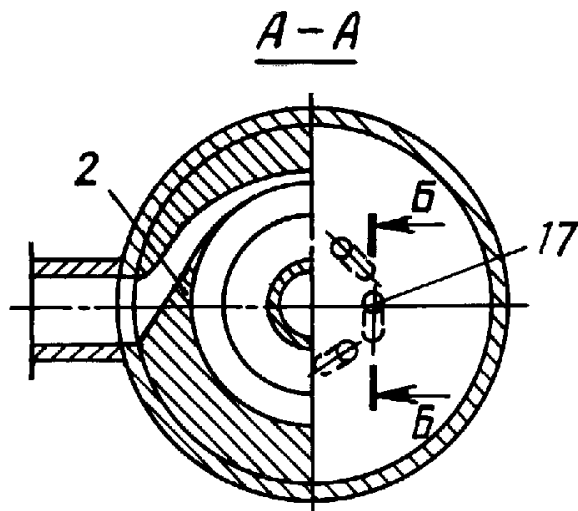
Наличие в циклоне криволинейной поверхности завихрения с диаметром, большим, чем диаметр камеры сепарации, диффузора, оканчивающегося половиной тора, а также камеры-сборника, сообщающейся с камерой сепарации отверстиями, позволяет по сравнению с базовым объектом, он же прототип, повысить уровень скоростей в камере сепарации, увеличить дополнительные центробежные силы, использовать эжекционные и охлаждающие свойства циклона для вторичной сепарации, что в целом повышает степень очистки газа. В случае очистки влажного воздуха возможна его осушка температура точки росы при этом понижается до $t_{т.р.} = -2^{\circ}\text{C}$, что на 3°C меньше, чем у прототипа.

Формула изобретения:

1. Циклон, содержащий корпус, состоящий из верхней обечайки с тангенциальным вводом сжатого газа и нижней обечайки большого диаметра, соединенных между собой внешней сферической стенкой, осевую трубу, снабженную на нижнем конце внутренней сферической стенкой, эквидистантной внешней сферической стенке и образующей с ней диффузор, отделительную насадку, верхним наружным краем соединенную с нижним краем внутренней сферической стенки и имеющую в нижней части отверстие для отвода жидкости, отличающийся тем, что он снабжен присоединенной к верхней обечайке корпуса камерой закручивания, внутренняя криволинейная поверхность которой сопряжена с тангенциальным вводом и в месте сопряжения имеет максимальный радиус, в 1,2-2 раза превышающий радиус верхней обечайки корпуса, камерой-сборником, размещенной над камерой закручивания, при этом верхний конец осевой трубы размещен в камере-сборнике, в днище которой выполнены отверстия, сообщающие ее полость с камерой закручивания, верхняя обечайка корпуса выполнена с диаметром в 2,5-5 раз меньше, чем диаметр нижней обечайки, а отделительная насадка выполнена в форме нижней половины тора, радиус образующей которого в 2-2,4 раза меньше радиуса внутренней сферической стенки.

2. Циклон по п.1, отличающийся тем, что отверстия в днище камеры-сборника расположены на расстоянии от оси циклона не более 0,8 радиуса верхней обечайки корпуса, их оси расположены под углом к оси циклона, не пересекая ее, и направлены в сторону закрутки тангенциального ввода.

60



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3

