

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24548

(13) С1

(45) 2025.03.20

(51) МПК

В 04С 5/28 (2006.01)

(54)

## ГРУППОВОЙ ЦИКЛОН

(21) Номер заявки: а 20230269

(22) 2023.10.24

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный техно-  
логический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Кузьмин Владислав Вла-  
димирович; Франкевич Виталий  
Станиславович; Абражей Алек-  
сандр Викторович; Кашевич Ан-  
дрей Николаевич; Бурма Илья  
Михайлович; Ланкин Роман Игоре-  
вич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государствен-  
ный технологический университет"  
(ВУ)

(56) БИРГЕР М.И. и др. Справочник по  
пыле- и золоулавливанию. Москва:  
Энергоатомиздат, 1983, с. 59-60.

RU 2785172 С1, 2022.

RU 2763372 С1, 2021.

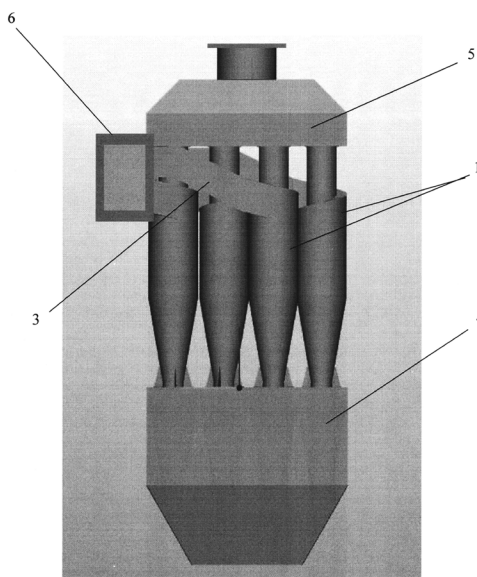
RU 2366516 С1, 2009.

SU 1798012 А1, 1993.

SU 689737, 1979.

(57)

1. Групповой циклон, содержащий пылесборный бункер с крышкой, установленные на пылесборном бункере циклонные элементы, соединенные ветвями с коллектором загрязненного газа и с коллектором очищенного газа, **отличающийся** тем, что циклонные элементы расположены на пылесборном бункере в 3 или 4 ряда по 3 или 4 циклонных элемента в каждом ряду соответственно, при этом каждый циклонный элемент выполнен с возможностью закручивания подаваемого в него загрязненного газа в сторону, противоположную закручиванию загрязненного газа в соседних с ним циклонных элементах.



Фиг. 1

2. Групповой циклон по п. 1, **отличающийся** тем, что в пылесборном бункере посередине между осями рядов циклонных элементов установлены вертикальные перегородки, соединяющие крышку упомянутого бункера и его соответствующие боковые стенки.

3. Групповой циклон по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что коллектор очищенного газа выполнен в виде сборника, расположенного непосредственно над циклонными элементами.

4. Групповой циклон по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что на выходе каждого циклонного элемента установлен улиточный отвод-раскручиватель.

5. Групповой циклон по п. 4, **отличающийся** тем, что суммарная длина ветвей, соединяющих коллектор загрязненного газа с каждым циклонным элементом, равна суммарной длине ветвей, соединяющих коллектор очищенного газа с улиточным отводом-раскручивателем каждого циклонного элемента, при этом упомянутые ветви выполнены одинаковой формы и с равной площадью их проходных сечений.

---

Изобретение относится к устройствам для сухой очистки газов и может быть использовано в химической промышленности, в промышленности строительных материалов, теплоэнергетике и в других отраслях.

Известны батарейные циклоны, которые представляют собой пылеулавливающие аппараты, составленные из большого количества параллельно работающих циклонных элементов, объединенных в общем корпусе, с общим подводом и отводом газов, а также сборным бункером [1].

Поступая в корпус данных аппаратов, запыленный газ распределяется по циклонным элементам, образуя в каждом из них вихревой поток. При этом частицы пыли отбрасываются к периферии циклонных элементов и отводятся в бункер вместе с частью газа, где он окончательно очищается от пыли. Очищенный газ выходит через выхлопные трубы элементов в общую камеру очищенного газа и далее покидает пылеуловитель.

Недостатками такой конструкции являются повышенная металлоемкость вследствие наличия общего корпуса, а также дополнительный унос частиц, обусловленный перетоками газа в общем бункере между циклонными элементами вследствие отличия гидравлического сопротивления движению очищаемого газа в элементах, нарушением нормального режима вращения газа при контакте вихрей двух соседних элементов с одинаковым направлением крутки потока [1].

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является групповой циклон [2], содержащий циклонные элементы, соединенные ответвлениями с коллектором загрязненного газа и с коллектором очищенного газа, пылевой бункер.

При работе пылеуловителя запыленный газовый поток поступает через коллектор загрязненного газа в циклонные элементы и закручивается в них. Частицы пыли отбрасываются к стенке элементов и отводятся в бункер вместе с частью газа для окончательного отделения. Очищенный газ выходит из верхней части циклонных элементов и через коллектор очищенного газа выводится наружу.

В данной конструкции общий корпус отсутствует, однако проблема снижения эффективности очистки по сравнению с одиночным циклоном остается. Только эффективность составленного из двух циклонных элементов группового циклона примерно соответствует эффективности одиночного циклона, при дальнейшем же увеличении количества элементов эффективность снижается из-за одинакового направления закручивания газа в соседних элементах продольного (по ходу движения потока в коллекторе загрязненного газа) ряда и, как следствие, негативного взаимодействия выходящих в бункер из этих элементов вихревых потоков [1], т. е. тангенциальные скорости вихревых потоков в месте их контакта будут направлены навстречу друг другу вследствие перетоков газа в бункере.

Кроме того, при увеличении количества циклонных элементов из-за расположения коллектора загрязненного газа между рядов элементов увеличивается расстояние между элементами, а значит, и ширина довольно толстых и потому металлоемких стенок и крышки бункера, служащего опорой элементам с коллекторами загрязненного и очищенного газа. Вследствие этого металлоемкость и, соответственно, стоимость группового циклона уже начиная с группы из 6 циклонных элементов растет непропорционально их количеству: в частности, масса группы наиболее распространенных циклонов ЦН-15 из 8 элементов примерно в 2,3 раза больше массы группы из 4 элементов одинакового диаметра. Принятая компоновка групповых циклонов с расположением циклонных элементов в два ряда ведет и к нерациональному увеличению длины циклона, большего габаритного размера в горизонтальной плоскости, занимаемого циклоном места. При этом максимальное количество элементов в выпускаемых групповых циклонах стандартно равно 8, что ограничивает величину фактора разделения и, соответственно, возможность повышения эффективности очистки за счет уменьшения диаметра элементов при заданной производительности. Очевидно, по этой причине номенклатура групповых циклонов из 8 элементов сегодня, как правило, ограничена только двумя вариантами диаметров, поскольку два циклона из 4 элементов дешевле. Но два групповых циклона требуют разветвления и большей длины газопроводов для подвода (отвода) газа, занимают большую площадь.

Задачей предлагаемого изобретения является уменьшение металлоемкости и габаритных размеров группового циклона, повышение эффективности очистки газа в циклоне, его производительности.

Указанная задача достигается тем, что в групповом циклоне, содержащем пылесборный бункер с крышкой, установленные на пылесборном бункере циклонные элементы, соединенные ветвями с коллектором загрязненного газа и с коллектором очищенного газа, циклонные элементы расположены на пылесборном бункере в 3 или 4 ряда по 3 или 4 циклонных элемента в каждом ряду соответственно, при этом каждый циклонный элемент выполнен с возможностью закручивания подаваемого в него загрязненного газа в сторону, противоположную закручиванию загрязненного газа в соседних с ним циклонных элементах (как в элементах ряда, расположенного параллельно одной стороне прямоугольного бункера, так и в элементах ряда, расположенного параллельно другой). Благодаря этому количество циклонных элементов может быть увеличено до 9, 12 или 16, что при той же производительности повысит фактор разделения и эффективность очистки, снизит высоту по сравнению с циклоном из 8 элементов за счет уменьшения диаметра элементов и их высоты или повысит производительность циклона при неизменном диаметре элементов (или одновременно повысит производительность и эффективность очистки при уменьшении диаметра до промежуточного уровня) без увеличения длины циклона. Так как коллектор загрязненного газа располагается не между всеми циклонными элементами (как в прототипе), то он имеет ветви, соединяющие его с отдельными элементами.

Ширина группового циклона при такой конструкции будет минимизироваться за счет более плотной установки элементов вследствие расположения части входных патрубков и подводящих ветвей коллектора по бокам группового циклона, металлоемкость уменьшится в расчете на 1 м<sup>3</sup>/с очищаемого газа (на  $\approx 10-15\%$  - это зависит от количества элементов и принимаемых толщин стенок, определяемых в том числе диаметром элементов). Габаритный размер группового циклона из 9 элементов будет меньше, чем у обычного группового циклона из 8 элементов, как и занимаемая им площадь. Циклоны из 16 или 12 элементов будут также компактнее, чем группа равноценных по производительности циклонов из 4-8 элементов.

Кроме того, будет достигнуто дополнительное повышение эффективности очистки газа от дисперсных частиц (в том числе и при одинаковом диаметре циклонных элементов), т. к. тангенциальные скорости вихревых потоков, выходящих в бункер из стоящих вплотную элементов, в месте их контакта будут направлены в одну сторону, что предотвратит

дестабилизацию и взаимное разрушение вихревых потоков, ведущих к повышенному уносу дисперсных частиц с очищенным газом.

В пылевом бункере, посередине между осями рядов циклонных элементов, могут быть дополнительно установлены вертикальные перегородки, соединяющие крышку бункера и его боковые стенки, для повышения жесткости бункера, создания дополнительной опоры для крышки бункера, что позволит минимизировать ее толщину и, соответственно, металлоемкость группового циклона. Установка вертикальных перегородок при необходимости позволит дополнительно снизить взаимное влияние вихревых потоков в бункере, негативное влияние перетоков газа между циклонными элементами.

Общий коллектор очищенного газа располагается непосредственно над циклонными элементами (в виде сборника) либо, например будучи выполнен наподобие коллектора загрязненного газа, располагается на противоположной от него стороне группового циклона, соединяясь ветвями с улиточными отводами-раскручивателями, которые могут быть установлены на выходе каждого циклонного элемента. В случае применения улиточных отводов-раскручивателей суммарную длину ветвей, соединяющих коллектор загрязненного газа с каждым циклонным элементом, целесообразно принять равной суммарной длине ветвей, соединяющих коллектор очищенного газа с улиточным отводом-раскручивателем каждого циклонного элемента, при этом упомянутые ветви выполнить одинаковой формы и с равной площадью их проходных сечений, чтобы способствовать выравниванию длины пути и потерь давления по ходу движения очищаемого газа (в трактах: вход в коллектор загрязненного газа - циклонный элемент - выход из коллектора очищенного газа) и предотвращению неравномерного распределения газа по циклонным элементам. Данные конструктивные решения будут также препятствовать перетокам газа между элементами с целью уменьшения уноса частиц с уходящим потоком и повышения эффективности сепарации.

Существенное отличие предлагаемого устройства состоит в том, что циклонные элементы расположены на пылесборном бункере в 3 или 4 ряда по 3 или 4 циклонных элемента в каждом ряду соответственно, при этом каждый циклонный элемент выполнен с возможностью закручивания подаваемого в него загрязненного газа в сторону, противоположную закручиванию загрязненного газа в соседних с ним циклонных элементах. В пылесборном бункере между осями рядов циклонных элементов, например посередине между ними, могут быть установлены вертикальные перегородки, соединяющие крышку бункера и его боковые стенки. Групповой циклон также может содержать общий сборник очищенного газа, расположенный непосредственно над циклонными элементами, или улиточные отводы-раскручиватели, прикрепленные к выходам из циклонных элементов и соединенные с коллектором очищенного газа. В случае применения улиточных отводов-раскручивателей сумму длин ветвей к элементу циклона от коллектора загрязненного газа и ветвей от циклонного элемента (т. е. от улиточного отвода-раскручивателя) к коллектору очищенного газа целесообразно принять одинаковой для всех циклонных элементов, как и форму, площади проходных сечений всех ответвлений, а также форму и площади проходных сечений, длины коллекторов очищенного газа и загрязненного газа.

Устройство группового циклона представлено на фиг. 1 и 2.

Групповой циклон состоит из циклонных элементов 1, коллектора загрязненного газа 2 с ответвлениями 3 от него к элементам 1, общего пылесборного бункера 4. Также он содержит коллектор очищенного газа, выполненный, например, в виде сборника 5. Вход в коллектор загрязненного газа и выход из сборника обозначены соответственно 6 и 7.

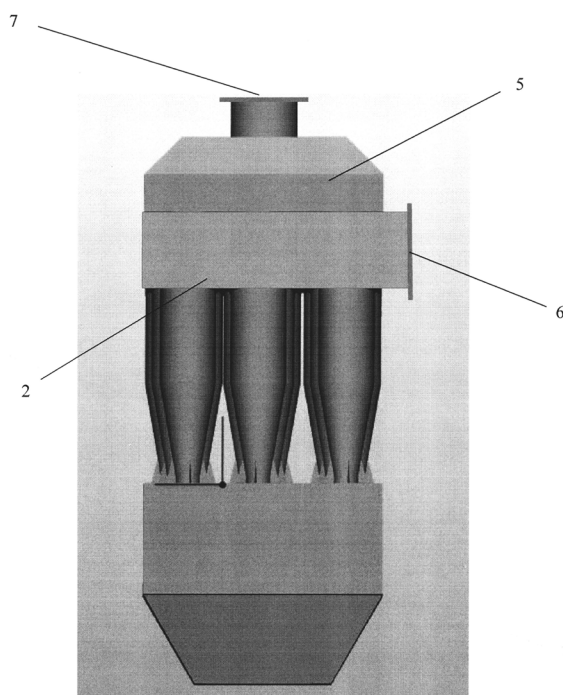
Групповой циклон работает следующим образом.

Запыленный газовый поток поступает через вход 6 в коллектор загрязненного газа 2, затем по ответвлениям 3 в циклонные элементы 1 и закручивается в них. Сепарируемые частицы отбрасываются к стенкам элементов 1 и отводятся в пылесборный бункер 4 вместе с частью газа для окончательного отделения. В каждом элементе циклона закручива-

ние загрязненного газа происходит в сторону, противоположную закручиванию газа в стоящих рядом элементах, что препятствует нарушению вращения опускающихся из них в бункер 4 вихревых потоков, т. к. газ в месте их контакта будет двигаться в одну сторону. Очищенный газ выходит сверху из элементов 1 в сборник 5, который покидает через выход 7.

Источники информации:

1. ТИМОНИН А.С. Инженерно-экологический справочник. Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003, т. 1. 474 с.
2. БИРГЕР М.И. Справочник по пыле- и золоулавливанию. Москва: Энергоатомиздат, 1983, с. 59-60 (прототип).



Фиг. 2