

АВТОРСКИЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЦИКЛОНОВ И ФИЛЬТР-ЦИКЛОНОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

Катин В.Д.^{1,2}, Журавлев А.А.¹

¹*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск;*

²*Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск*

Ключевые слова: котельные, железнодорожные предприятия, сжигание твердого топлива, вредные выбросы золовых частиц, загрязнение атмосферы, циклоны и фильтр-циклоны, выхлопная труба различной конструкции.

Аннотация. В статье проанализированы современные конструкции циклонов, эксплуатируемых в угольных котельных предприятий железнодорожного транспорта и предназначенных для улавливания твердых частиц из выбрасываемых дымовых газов. Разработаны и рекомендованы для применения новые эффективные конструкции фильтр-циклонов и циклонных аппаратов, защищенные патентами на полезные модели.

AUTHOR'S INNOVATIVE TECHNICAL DEVELOPMENTS OF EFFECTIVE DESIGNS OF CYCLONES AND FILTER-CYCLONES FOR GASES CLEANING

Katin V.D.^{1,2}, Zhuravlev A.A.¹

¹*Far Eastern State Transport University, Khabarovsk;*

²*Pacific National University, Khabarovsk*

Keywords: boiler houses, railway enterprises, combustion of solid fuels, harmful emissions of ash particles, air pollution, cyclones and filter cyclones, exhaust pipes of various designs.

Abstract. The article analyzes modern designs of cyclones used in coal-fired boiler houses of railway transport enterprises and intended for trapping solid particles from emitted flue gases. New effective designs of filter cyclones and cyclone devices, protected by patents for utility models, have been developed and recommended for use.

Защита атмосферы от загрязнения – актуальная проблема в современных условиях. В воздух ежегодно выбрасывается от промышленных и энергетических объектов десятки миллионов тонн вредных веществ, в том числе взвешенных (твердых), которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. По данным [1, 2] от котельных, работающих на угле на железнодорожных предприятиях поступает в атмосферу примерно 400 тыс. т. Загрязняющих веществ. Для улавливания твердых частиц в котельных применяют циклонные аппараты (90% всех агрегатов) [3].

По данным [2] все отопительно-производственные котельные, эксплуатируемые на твердом топливе, должны оборудоваться устройствами золо- и пылеочистки. Однако на многих котельных предприятий железнодорожного транспорта, имеющих 2-3 котла и более, золоуловители практически отсутствуют, лишь работают экологически неэффективно.

В качестве золоулавливающих устройств используют цилиндрические и конические циклоны НИИОГаз (ЦН-15 и др.) или ЦКТИ [3]. При этом

коэффициент очистки по проекту должен быть не менее 85%. К достоинствам циклонных аппаратов можно отнести простоту конструкции и надежность в эксплуатации.

Ниже представлены авторские технические разработки фильтр-циклонов и циклонов, отличающихся от аналогов оригинальностью устройства и сравнительно высокой экологичностью работы с точки зрения очистки выбросов газов от твердых частиц.

Так, в патенте [4] описан фильтр-циклон для очистки газов, содержащий вертикальный цилиндрический корпус с коническим днищем, снабженным штуцером для удаления пыли, штуцер для подачи запыленного газового потока, расположенный тангенциально к корпусу, выхлопную трубу, выполняющую функцию штуцера для отвода очищенного газа, при этом выхлопная труба выполнена в виде диффузора и снабжена набором фильтров в виде сеток с разными размерами ячеек, установленных внутри выхлопной трубы. При этом фильтры установлены равномерно по высоте трубы. Так, в нижней ее части установлена сетка для улавливания крупнодисперсных частиц, в средней части трубы установлена сетка для улавливания среднедисперсных частиц, и в верхней ее части сетка для улавливания мелких частиц.

Однако это устройство имеет существенные недостатки, заключающиеся в том, что изготовление выхлопной трубы в форме диффузора требует значительных материальных затрат и высокой точности изготовления, в связи с чем экологический эффект реально может быть не достигнут в условиях эксплуатации в котельных.

По технической сущности к авторскому техническому решению наиболее подходит циклон для очистки газов, описанный в патенте [5]. Ниже дана конструкция предлагаемого устройства, взятого за прототип. Циклон содержит: вертикальный цилиндрический корпус с коническим днищем, снабженным штуцером для удаления пыли, штуцер для подачи запыленного газового потока, расположенный тангенциально к корпусу, крышку, выхлопную трубу, выполняющую функцию отвода очищенного газа, выполненную в виде цилиндра, ступенчато уменьшающегося в диаметре по высоте. Существенным отличием от аналогов является выполнение выхлопной трубы в виде цилиндра с диаметром, ступенчато уменьшающимся по высоте. В то же время недостатком данного циклонного устройства является его пониженная экологическая эффективность работы ввиду повышенной скорости выходящего газового потока из выхлопной трубы, захватывающего при выбросе частицы средней и мелкодисперсной фазы. В связи с этим авторы поставили задачу повысить экологическую эффективность работы циклона за счет улавливания частиц средней и мелкой дисперсной фазы и уменьшения тем самым загрязнения атмосферного воздуха выбросами дымовых газов.

Поставленная задача достигается тем, что в циклоне для очистки газов выхлопная труба выполнена в виде цилиндра с диаметром, который постепенно увеличивается по высоте, а на ее выходе устанавливается фильтр для улавливания мелкодисперсных частиц пыли. Такое исполнение выхлопной трубы позволяет снизить скорость выходящего газового потока, что существенно уменьшает захват средне- и мелкодисперсных частиц перед выбросом в атмосферу.

Новая авторская конструкция фильтр-циклона показана на рисунке 1.

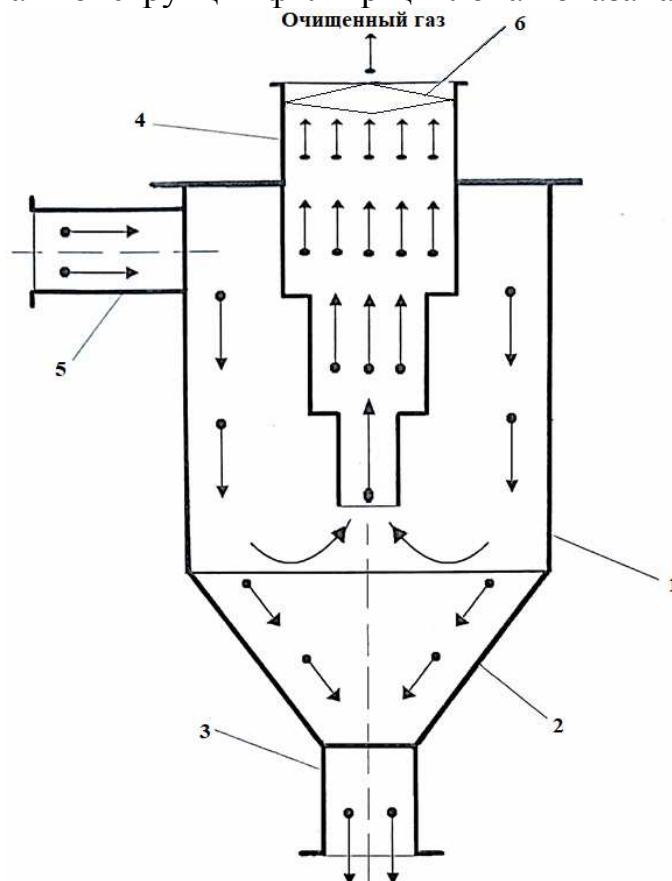


Рис. 1. Схема циклона для очистки запыленного газа с новой конструкцией выхлопной трубы и установкой фильтра на ее выходе

Фильтр-циклон содержит вертикальный цилиндрический корпус 1 с коническим дном 2, снабженным штуцером 3 для удаления пыли, выхлопную трубу 4, выполненную в виде цилиндра 4 с диаметром, ступенчато увеличивающимся по высоте, а на ее выходе установлен фильтр 6 для улавливания частиц мелкодисперсной фазы, штуцер 5 для подачи в аппарат запыленного газового потока, расположенный тангенциально к корпусу 1.

Фильтр-циклон новой конструкции работает следующим образом. Пылегазовый поток по штуцеру 5 попадает в корпус 1 циклона и, проходя по окружности вокруг выхлопной трубы 4, движется спирально вниз, обеспечивая отделение крупных частиц дисперсной фазы от дисперсионной среды (газа). В нижней части корпуса поток теряет скорость и меняет свое направление, вследствие чего происходит выпадение крупных частиц дисперсионной фазы, и удаление частиц крупной и средней дисперсной фазы вместе с газами движутся по восходящей по цилиндрам, ступенчато увеличивающимся в диаметре по высоте, газы таким образом очищаются от средней и мелкой дисперсной фазы и окончательно мелкие частицы очищаются в фильтре 6, очищенные частицы оседают на цилиндрах и затем удаляются через конические днища 2 и штуцера, а затем очищенный газ выбрасывается из циклона в атмосферу.

Таким образом, применение авторской технической разработки будет способствовать снижению выбросов в атмосферу не только крупнодисперсных частиц, но и частиц пыли средней и мелкодисперсной фазы. Коэффициент очистки газов от пыли значительно возрастает благодаря исполнению выхлопной

трубы с диаметром, ступенчато увеличивающимся по высоте. Это решение позволяет уменьшить скорость загрязненного газового потока, что в свою очередь, существенно повышает эффективность очистки пылегазового потока.

Список литературы

1. Минаев Б.Н. Теплоэнергетика железнодорожного транспорта. – М.: МГУПС, 2006. – 360 с.
2. Катин В.Д. Методы и устройства для сокращения вредных выбросов в атмосферу из котлов на предприятиях железнодорожного транспорта. – М. Транспорт, 2013. – 86 с.
3. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под ред. Русанова А.А. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
4. Патент №225503 РФ. Фильтр-циклон для очистки газов / А.А. Журавлев, В.Д. Катин. – Заявка №2023124204; опубл. 23.04.2024, Бюл. №12.
5. Патент №223762 РФ. Циклон для очистки газов / В.Д. Катин, М.Н. Шевцов, А.И. Агошков, А.А. Журавлев. – Заявка №2023118132; опубл. 04.03.2024, Бюл. №7.

Сведения об авторах:

Катин Виктор Дмитриевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Техносферная безопасность»;

Журавлев Александр Александрович – аспирант.