

ICES-2019
BELGOROD

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Белгородский государственный
технологический университет
им. В.Г. Шухова»

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

**IV Международная
научно–техническая
конференция**

Материалы конференции

(Белгород, 31 октября–1 ноября 2019 г.)

**Белгород
2019**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Департамент жилищно-коммунального хозяйства Белгородской области
Совет молодых ученых и специалистов Белгородской области
при Губернаторе Белгородской области
Филиал ПАО «МРСК-Центр» – «Белгородэнерго»
Белгородский институт альтернативной энергетики
Донецкий национальный технический университет (г. Донецк)
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (г. Макеевка)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

IV Международная
научно-техническая
конференция

Материалы конференции

(Белгород, 31 октября – 1 ноября 2019 г.)

Белгород
2019

УДК 620.9(082)
ББК 3
Э65

*Серия основана в 2016 г.
Выходит ежегодно*

Энергетические системы [Текст]: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., 31 окт.–1 нояб. 2019 г. / Белгор. гос. технол. ун-т; отв. ред. П.А. Трубаев. – Белгород, 2019. – 455 с.

ISBN 978-5-361-00733-2

В сборнике представлены работы, освещающие современное состояние теоретических и экспериментальных исследований по следующим направлениям: теплоэнергетика и теплотехника; электроэнергетика и электротехника; энергосбережение и энергоэффективность, экология энергетики; альтернативные и возобновляемые источники энергии; энерго- и ресурсосбережение в технологиях. В сборнике также представлены работы, подготовленные студентами, магистрантами и аспирантами, размещенные в секции молодых ученых.

Сборник предназначен для широкого круга научных и инженерных работников, а также аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

Статьи прошли процедуру рецензирования и публикуются в авторской редакции. Авторы статей, включенных в сборник, сохраняют исключительные права на размещенные в сборнике материалы и вправе использовать свои произведения независимо от сборника.

УДК 620.9(082)
ББК 3

Адрес размещения в сети Интернет: <http://es.bstu.ru/archive/2019>

ISBN 978-5-361-00733-2

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2019

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ДУГООБРАЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕПАРАТОРА НА СТРУКТУРУ ГАЗОВОГО ПОТОКА*

Аспирант **Зинуров В.Э.**

Студент **Петрова Т.С.**

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

***Аннотация.** В работе представлена модель сепаратора для очистки запыленного газового потока от мелкодисперсных частиц. Очистка запыленного потока от мелкодисперсных частиц в сепараторе осуществляется за счет действия центробежных сил на газовый поток. По мере забивки дугообразных элементов мелкодисперсной пылью происходит уменьшение гидравлического сопротивления сепаратора, что является положительным фактором, способствующим снижению энергетических затрат на предприятии. Уменьшение гидравлического сопротивления обусловлено исключением обратных течений газового потока в сепараторе.*

***Ключевые слова:** сепаратор, циклон, мелкодисперсные частицы, пыль, очистка газа.*

Увеличение мощности электростанций приводит к росту выбросов вредных веществ воздушный бассейн. Особенно значима данная проблема для угольных электростанций, на которых используемые аппараты по очистке дымовых газов от пылевидных частиц золы многие десятилетия практически не модернизируются и не заменяются. Наиболее распространенным и дешевым способом очистки газа от пылевидных частиц является применение циклонов, главным минусом которых является улавливание частиц только грубой фракции и большое гидравлическое сопротивление. Небольшими энергетическими и эксплуатационными затратами характеризуются электрофильтры, хотя являются чувствительными к технологическим параметрам очищаемого газа и требуют большие капитальные вложения. Из рассмотренных аппаратов наибольшая популярность у циклонов ввиду их низкой стоимости и долговечности. Одной из основных проблем циклонных ап-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-4522.2018.8

паратов является низкая эффективность очистки газовых потоков от частиц пыли размером менее 10 мкм. Поэтому разработка новых устройств, позволяющих улавливать мелкодисперсные частицы размером менее 10 мкм, является актуальной задачей для энергетической отрасли [1-6].

Авторами статьи была разработана модель сепаратора, позволяющая производить очистку газовых потоков от пылевидных частиц размером менее 10 мкм (рис. 1). Данное устройство предлагается устанавливать в качестве второй ступени очистки после циклонов. Таким образом, сперва газовый поток будет эффективно очищаться от пылевидных частиц размером более 10 мкм циклоном, после чего будет осуществляться очистка газового потока от частиц менее 10 мкм сепаратором. Ранее проведенные исследования показали, что эффективность очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц размером не более 10 мкм сепаратором составляет выше 50 %, эффективность очистки газа от частиц размером более 10 мкм составляет не менее 99 % [7].

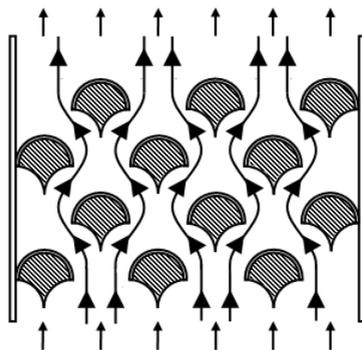


Рис. 1. Движения газового потока в сепараторе (вид сверху). Дугообразные элементы максимально забиты пылью

Модель сепаратора представляет несколько рядов дугообразных элементов, которые заключены в корпус. Очистка газового потока от частиц пыли осуществляется за счет действия центробежных сил на поток, возникающих в ходе огибания газом дугообразные элементы.

Целью данной работы является исследование влияния загрязненности дугообразных элементов сепаратора на структуру газового потока.

Данное исследование проводилось путем численного моделирования в программном комплексе ANSYS Fluent.

На рис. 1 представлена двухмерная модель сепаратора с забитыми пылью дугообразными элементами. Численное моделирование показало, что возникает множество обратных течений внутри сепаратора в том случае, когда дугообразные элементы минимально забиты пылью. Это объясняется тем, что запыленный поток, входящий во внутреннюю часть дугообразных элементов, движется, в большинстве случаев, по внутренней стенке дуги и, вылетая из дугообразных элементов навстречу новому потоку газа, создает ему дополнительное препятствие для движения.

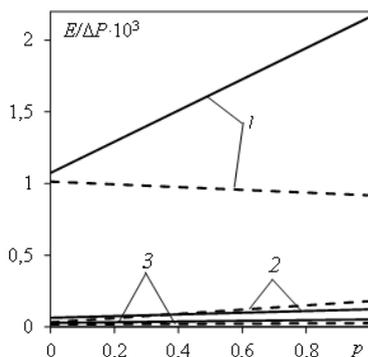


Рис. 2. Зависимость комплекса $E/\Delta P$ от степени забивки дугообразных элементов p мелкодисперсной пылью при различных значениях входной скорости газового потока W , м/с: 1 – 3; 2 – 11; 3 – 15. Линии – $b = 13$ мм; штрих – пунктирные линии – $b = 26$ мм

По мере забивки дугообразных элементов пылью форма элементов приобретает конусообразную (рис. 1).

На рис. 2 представлена зависимость энергетической эффективности сепаратора от степени забивки p дугообразных элементов. При $p = 0$ элементы являются чистыми, при $p = 1$ элементы полностью забиты пылью (рис. 1). Чем больше значение комплекса $E/\Delta P$, тем эффективнее с энергетической точки зрения сепаратор. Следует

отметить, что с данной точки зрения сепаратор наиболее эффективен при нулевой степени забивки дугообразных элементов. Хотя, значения комплексов $E/\Delta P$ при $b = 13$ и 26 мм при скорости 3 м/с намного больше, чем при скоростях 11 и 15 м/с необходимо понимать, что организация скорости газового потока 3 м/с очень затруднительна, так как это существенно замедлит очистительный производственный процесс.

Таким образом, увеличение входной скорости газового потока уменьшает энергетическую эффективность сепаратора, в большей степени это вызвано увеличением потери давления в сепараторе.

Выводы: по мере забивки дугообразных элементов мелкодисперсной пылью происходит уменьшение гидравлического сопротивления сепаратора, что является положительным фактором, способствующим снижению энергетических затрат на предприятии. Уменьшение гидравлического сопротивления обусловлено исключением обратных течений газового потока в сепараторе. Основными параметрами, влияющими на энергетическую эффективность сепаратора, являются степень забивки дугообразных элементов, входная скорость газового потока и эффективность очистки газового потока.

Библиографический список

1. Ядутов В.В., Петров Т.И., Зацаринная Ю.Н. Воздействие ТЭС на окружающую среду // Вестник технологического университета. 2013. Т. 16, № 19. С. 78-79.
2. Орлов С.М., Романенко Б.Р. Повышение энергоэффективности циклонов // Энергетические системы: III Междунар. науч.-техн. конф.: сб. трудов. Белгород: БГТУ, 2018. С. 178–185.
3. Мингалеева Г.Р., Зацаринная Ю.Н., Вачагина Е.К. Анализ работы системы подготовки топлива пылеугольной ТЭС // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2005. № 1-2. С. 22-31.
4. Панев С.Н., Платонов П.С., Ткаченко В.М. Электрофильтры для очистки газов от золы с высоким удельным электрическим сопротивлением // Энергетик. 2016. № 1. С. 21-24.
5. Петров В.А., Инюшкин Н.В., Ермаков С.А. Об осаждении частиц пыли в электроциклоне // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2010. Т. 16, № 1. С. 44-53.
6. Высоцкий С.П., Мазур Е.А. Перспективные технологии снижения эмиссии загрязнителей на тепловых электростанциях // Вестник автомобильно-дорожного института. 2018. № 1(24). С. 21-27.
7. Улавливание частиц из дымовых газов прямоугольными сепараторами / А.В. Дмитриев, В.Э. Зинуров, О.С. Дмитриева, Нгуен Ву Линь // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20, № 15. С. 78-80.