

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования и науки Республики Татарстан
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

II ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Казань, 18–19 марта 2020 года

Материалы конференции

В двух томах

Том I

Казань
2020

УДК 621.3

ББК 31.2

П78

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.В. Ившин

доктор технических наук, профессор филиала ФГБОУ ВО «УГНТУ»

в г. Салавате Р.Г. Вильданов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова, Н.В. Роженцова, В.Р. Иванова

П78 **Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники:** матер. II Всерос. науч.-практ. конф. (Казань, 18–19 марта 2020 г.): в 2 т. / редкол.: Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор) и др. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – Т. 1. – 295 с.

ISBN 978-5-89873-561-6 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-560-9

Опубликованы материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» по следующим научным направлениям:

1. Проектирование и эксплуатация объектов электроэнергетики.
2. Энерго- и ресурсосбережение промышленных и коммунальных предприятий.
3. Энергосиловое оборудование, электропривод и автоматизация.
4. Энергоэффективная промышленная светотехника.
5. Малая энергетика, возобновляемые источники энергии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Как правило, сохранена авторская редакция. Ответственность за содержание материалов докладов возлагается на авторов.

УДК 621.3

ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-561-6 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-560-9

© Казанский государственный
энергетический университет, 2020

УДК 66.074.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ НА СТЕПЕНЬ ОЧИСТКИ ГАЗА

¹Петрова Татьяна Сергеевна, ²Салеева Анастасия Николаевна,
³Имамиева Зарина Ривкатовна
^{1, 2, 3}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань
¹vadd_93@mail.ru

В работе рассмотрена актуальная задача повышения эффективности улавливания мелкодисперсных частиц из технологических запыленных газовых потоков на промышленных предприятиях. Разработан прямоугольный сепаратор, позволяющий улавливать из газовых потоков мелкодисперсные частицы размером 1–10 мкм. Установка сепаратора в качестве второй очистительной ступени после аппарата грубой очистки позволит предотвратить унос ценного материала в атмосферу.

Ключевые слова: циклон, пылеосадительная камера, циклон, сепаратор, многофазный поток, запыленный поток, мелкодисперсные частицы.

ESTIMATION OF INFLUENCE OF DENSITY OF FINE PARTICLES ON DEGREE OF GAS PURIFICATION

¹Petrova Tatyana Sergeevna, ²Saleeva Anastasiya Nikolaevna,
³Imamieva Zarina Rivkatovna
^{1, 2, 3}FSBEI HE «KSPEU», Kazan
vadd_93@mail.ru

The current task of increasing the efficiency of collecting fine particles from process dusty gas flows at industrial enterprises is considered. Rectangular separator is developed, which allows to collect fine particles of 1-10 mcm size from gas flows. Installation of the separator as the second cleaning stage after the coarse cleaning apparatus will prevent loss of valuable material into the atmosphere.

Keywords: cyclone, dust settling chamber, cyclone, separator, multiphase flow, dust flow, fine particles.

В связи с повышением санитарных норм к чистоте атмосферного воздуха вблизи электростанций, промышленных котельных и других предприятий возникает необходимость в модернизации существующих технологических очистных систем газовых потоков. С каждым годом

актуальность данной проблемы возрастает: рост промышленных предприятий, использующих твердое топливо, приводит к увеличению доли низкосортных углей, которые добываются наиболее экономичным открытым способом. Из-за ухудшения качественных характеристик энергетических углей на предприятиях внедряются новые эффективные системы и оборудования для приготовления и сжигания угольной пыли, вследствие использования которых происходит резкое возрастание доли мелких фракций золы и угля. Таким образом, при сжигании низкокалорийных топлив увеличивается общее количество золы и угольной пыли, подлежащих очистке, что усложняет решение проблемы защиты окружающей среды. Следует отметить, что осложнение очистки газовых выбросов от твердых частиц также связано с уменьшением степени дисперсности частиц золы и угольной пыли. Поэтому возникает необходимость в разработке новых устройств для очистки газовых потоков.

Для решения проблемы авторами данной работы был разработан прямоугольный сепаратор (рис. 1). Устройство представляет собой компактный прямоугольный корпус, внутри которого расположено несколько рядов элементов, соединенных поперечными пластинами. Размеры прямоугольного сепаратора подбираются в зависимости от конфигурации воздуховода, по которому движется запыленный поток. Ранее проведенные исследования показали, что эффективность улавливания мелкодисперсных частиц размером 1–10 мкм из запыленных потоков прямоугольным сепаратором составляет не ниже 50 %, для частиц размером более 10 мкм эффективность составляет более 99 % [1–4].

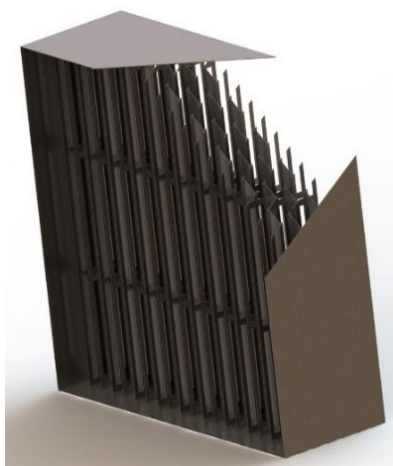


Рис. 1. Трехмерная модель прямоугольного сепаратора с элементами формы двутавров

Прямоугольный сепаратор предлагается интегрировать в технологическую очистную систему газовых потоков после циклона, золоуловителя или другого аппарата грубой очистки. Таким образом, технологическая очистная система газовых потоков будет включать две ступени очистки: первая ступень – аппараты грубой очистки (циклоны, золоуловители и др. аппараты), позволяющие улавливать из газов крупно- и среднедисперсные частицы, вторая ступень – прямоугольный сепаратор, позволяющий улавливать из газов мелкодисперсные частицы.

Одной из важных задач при проектировании большинства аппаратов является определение наиболее эффективных технологических параметров. Поэтому целью данной работы является исследование влияния различных технологических параметров на эффективность работы прямоугольного сепаратора.

Настоящее исследование проводилось путем численного моделирования в программном комплексе *ANSYS Fluent*. Для упрощения расчетов была построена двухмерная модель прямоугольного сепаратора. Переход от трехмерной модели к двухмерной обусловлен тем, что геометрия элементов по высоте не изменяется. Стоит отметить, что поперечные пластины, выполняющие роль укрепления конструкции, которые располагаются в верхней и нижней частях прямоугольного сепаратора, в ходе расчетов двухмерных моделей не учитывались, вследствие того, что они не влияют на принцип действия устройства, также их влияние на гидравлическое сопротивление аппарата мало.

В работе рассматривалось несколько форм элементов: двутавровые, дугообразные и П-образные. Длина элементов составляла 14 мм. Для повышения эффективности улавливания мелкодисперсных частиц из газовых потоков ряды элементов относительно друг друга располагались таким образом, чтобы достигалось максимальное значение центробежной силы. Для этого необходимо выполнение следующего условия: окружность, проведенная из центра выступа двутаврового элемента, должна проходить через выступы соседних рядов элементов. На входе и выходе из устройства задавалась входная скорость газового потока W в диапазоне 3–25 м/с и атмосферное давление, равное 10^5 Па, соответственно. Для оценки эффективности улавливания мелкодисперсных частиц из газового потока на входе в устройство задавалось определенное количество частиц $n = 1000$. После проведения каждого расчета на выходе из устройства фиксировалось количество частиц n_k , которые остались в газовом потоке после очистки.

Эффективность сепарации мелкодисперсных частиц размером 1–10 мкм и плотности $\rho_a = 1000 \text{ кг/м}^3$ из газового потока в среднем равна 84, 80 и 78 % для двутавровых, дугообразных и П-образных элементов, соответственно, при скорости газового потока $W = 8 \text{ м/с}$. Увеличилась эффективность сепарации мелкодисперсных частиц размером 1–5 мкм из газового потока при росте скорости газового потока от 5 до 8 м/с на 3, 1 и 0,5 % для двутавровых, П-образных и дугообразных элементов, соответственно (рис. 2).

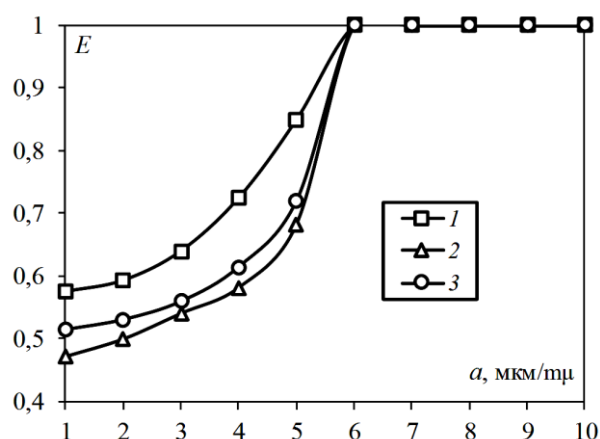


Рис. 2. Зависимость эффективности сепарации газового потока от размера мелкодисперсных частиц при различных формах сепарационных элементов: 1 – двутавровые; 2 – П-образные; 3 – дугообразные. Входная скорость газового потока $W = 8 \text{ м/с}$

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК – 616.2020.8

Литература

1. Дмитриев А. В., Зинуров В. Э., Дмитриева О. С., Поляков А. И. Эффективность входной ступени прямоугольных // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21. № 11. С. 66–69.
2. Дмитриев А. В., Зинуров В. Э., Дмитриева О. С., Ву Линь Нгуен. Улавливание частиц из дымовых газов прямоугольными сепараторами // Вестник Иркутского технического университета. 2018. Т. 22. № 3(134). С. 138–144.
3. Дмитриев А. В., Зинуров В. Э., Дмитриева О. С., Семенова Ю. О. Экспериментальные исследования очистки загрязненных газовых потоков от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21. № 12. С. 109–112.

4. Зинуров В. Э., Дмитриев А. В., Соловьева О. В., Латыпов Д. Н. Влияние загрязнения пылеочистительного сепаратора мелкодисперсной пылью на энергетические затраты в ходе его эксплуатации // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22. № 8. С. 33–37.

УДК 621.444

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ СБРОСНОГО ПАРА В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЗАО «ЗАВОД АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА»

¹Пташкина-Гирина Ольга Степановна, ²Волкова Ольга Сергеевна,
³Шавшаева Алина Игоревна
1, 2, 3 ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»,
г. Челябинск
¹girina2002@mail.ru, ²olgamezhenina@mail.ru, ³alinashavshaeva@mail.ru

В работе был произведен анализ потенциала сбросного тепла в технологии производства газобетона методом автоклавного твердения на примере ЗАО «Завод автоклавного газобетона». Предложено использование влажно-паровой центростремительной микротурбины, утилизирующей теплоту сбросного пара на выходе из автоклава. Предложена схема теплоснабжения в системах отопления и горячего водоснабжения, а также производства электрической энергии для снабжения собственных нужд предприятия.

Ключевые слова: сбросная теплота, сбросной пар, тепловая энергия, энерго-снабжение, теплоснабжение, паровая микротурбина, энергосберегающие технологии.

USE OF WASTE STEAM HEAT IN POWER SUPPLY SYSTEM AT AUTOCLAVE AERATED CONCRETE PLANT

¹Ptashkina-Girina Olga Stepanovna, ²Volkova Olga Sergeevna, ³ShavshaevaAlinaIgorевна
^{1, 2, 3}South Ural Agrarian State University, Chelyabinsk,
¹girina2002@mail.ru, ²olgamezhenina@mail.ru, ³alinashavshaeva@mail.ru

The paper analyzes the potential of waste heat in the production technology of aerated concrete by autoclave hardening at the autoclave aerated concrete plant. It is proposed to use a wet-steam micro turbine that recovers the heat of the waste steam at the outlet of the autoclave. It is proposed the scheme of heat supply in systems of heating and also production of electric energy for supply own needs of plant is offered.

Keyword: waste heat, waste steam, thermal energy, energy supply, heat supply, steam micro turbine, saving technology.