

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
энергетический университет им. В.И. Ленина»,
доктор технических наук, профессор
Тютюков Владимир Валентинович



2021 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию Нгуен Ву Линь
на тему «Очистка газовых выбросов угольных ТЭС от мелкодисперсных
частиц в прямоугольных сепараторах», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 «Тепловые
электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит 140 страниц машинописного текста, которая включает 93 иллюстрации, 6 таблиц. Список литературы включает 123 источника. Результаты, полученные в рамках исследования, опубликованы в трех статьях в изданиях из перечня ВАК, четырех работах в изданиях, проиндексированных в WoS и Scopus, а также в материалах конференций.

Содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и задачи исследования. Показана научная и практическая значимость полученных результатов. Обозначены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор существующих методов и аппаратов по очистке газовых выбросов ТЭС от мелкодисперсных частиц. Показаны проблемы использования применяемых аппаратов для сепарации мелкодисперсных частиц. Выполнена постановка задач исследования. Проведена оценка мощности угольных ТЭС Вьетнама. Выявлено, что по состоянию на 2020 год на угольные электростанции приходилось 48% от общей мощности генерирующего оборудования в стране. Прогнозное на 2030 год значение доли угольных ТЭС в энергобалансе страны оценивается на уровне 51,6%. Выявленная динамика вклада угольных ТЭС в структуру выработки электроэнергии наряду с общемировыми тенденциями по декарбонизации генерирующих мощностей доказывает актуальность темы исследования и решаемых в рамках него задач.

Во второй главе приведены результаты исследований по осаждению частиц на сепарационные элементы в предлагаемом устройстве. Установлено, что существует несколько режимов работы сепаратора, определяющих коэффициент гидравлического сопротивления. Выявлены условия, при которых достигается наименьшее значение коэффициента гидравлического сопротивления сепаратора. Предложена методика оценки эффективности сепаратора рассматриваемого типа. При анализе работы сепаратора с различными формами сепарационных элементов (двухавровых, дугообразных и П-образных) определена эффективность улавливания мелкодисперсных частиц при скорости газового потока до 10 м/с.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований улавливания мелкодисперсных твердых частиц сепаратором с прямоугольными элементами. Оценка адекватности расчетных зависимостей выполнена на основе экспериментальных данных, полученных на специально разработанной экспериментальной установке.

Четвертая глава посвящена исследованиям работы сепаратора в промышленных условиях в системе энергоснабжения ООО «Каматек». По результатам теоретических и экспериментальных исследований предложена инженерная методика расчета сепаратора, позволяющая определить необходимые конструктивные характеристики элементов: размеры входного патрубка, длину и толщину двутавровых элементов, количество рядов двутавровых элементов и количество элементов в каждом ряду в зависимости от требуемой эффективности очистки газовых выбросов, от параметров газовой среды, от параметров частиц и запыленности газового потока. Кроме того, выполнено экономическое обоснование возможного внедрения разработанных прямоугольных сепараторов на ТЭС-1 города Уонг Би.

В «Заключении» выполнено обобщение полученных в ходе исследования данных, сформулированы основные научные результаты работы, указана их практическая ценность.

Актуальность темы диссертации

В условиях нарастающего внимания к вопросам экологичности промышленных производств, в частности энергетики, ниша, занимаемая в мировом энергобалансе угольными электростанциями становится все уже. Так, в актуализированном Прогнозе научно-технического развития топливно-энергетического комплекса России до 2035 года ставится вопрос о выживании угольной промышленности как источника энергетического топлива. Сохранение и дальнейшее развитие угольных энергетических производств, по существу, возможно лишь при развитии технологий газификации углей либо при внедрении технологий и оборудования газоочистки с существенно большими показателями эффективности. Учитывая, что в ближайшей перспективе можно ожидать повсеместного внедрения «карбоновых» налогов и пошлин, задачи обеспечения экологической безопасности угольных ТЭС выходят на первый план, прежде всего для стран с существенной долей таких ТЭС в структуре генерирующих мощностей. К таким странам относится и Вьетнам.

Технологии газоочистки многообразны и в существенной степени исследованы. В каждом конкретном случае при проектировании возможно разработать систему газоочистки сравнительно высокой эффективности, но большой стоимости, либо относительно недорогую систему, имеющую, как правило, невысокую эффективность. Поиск технических решений, позволяющих обеспечить повышение эффективности газоочистки при относительно небольших затратах, является целевым направлением исследований. Таким образом, тема рассматриваемой диссертации, направленной на разработку новых устройств для увеличения эффективности очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц на ТЭС, является **актуальной**.

Цель диссертации в формулировке автора состоит *«в разработке энергоэффективного устройства для очистки газовых выбросов ТЭС от мелкодисперсных частиц»*. Для достижения указанной цели в работе сформулировано и решено шесть задач.

Научная новизна результатов исследования

Новыми научными результатами, полученными в рамках диссертационного исследования, являются:

- математическое описание процесса очистки газа от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе, включая зависимости геометрических характеристик аппарата от требуемой степени эффективности очистки и параметров улавливаемых частиц;
- полученные экспериментальным путем зависимости гидравлического сопротивления прямоугольного сепаратора от скорости газа на входе в устройство и эффективности очистки газа от числа Стокса;
- полученные экспериментальным путем зависимости эффективности очистки газа от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе от концентрации частиц в дымовых газах, скорости потока на входе в аппарат и размеров частиц.

Значимость полученных автором результатов для науки и практики

Теоретическое значение результатов диссертации определяется созданием математического и эмпирического обеспечения проектирования прямоугольных сепараторов рассматриваемого типа для получения требуемой степени эффективности очистки при известных параметрах улавливаемых частиц.

Значение результатов для практики определяется:

- возможностью непосредственного использования полученных данных и предложенных технических решений при проектировании систем газоочистки угольных ТЭС;
- набором созданных и модернизированных инструментов и средств теоретических и экспериментальных исследований газоочистки, способствующих развитию данной технологии в целом.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждается использованием фундаментальных уравнений сохранения и переноса импульса, численным моделированием газодинамики разработанного прямоугольного сепаратора в программном комплексе ANSYS Fluent, удовлетворительным согласованием результатов экспериментальных и численных исследований автора, воспроизводимостью результатов исследований в однотипных сериях экспериментов, непротиворечивостью данных автора результатам других исследований в данной области.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные в рамках диссертационного исследования математические модели и технические решения целесообразно использовать:

- 1) в проектных организациях, занимающихся проектированием систем газоочистки, в частности систем очистки дымовых газов твердотопливных ТЭС;
- 2) в исследовательских организациях при проведении изыскательских работ в области газоочистки;
- 3) в вузах при подготовке специалистов теплоэнергетических профилей.

Научным организациям целесообразно продолжить исследования в данной области в направлении проработки технологических аспектов систем газоочистки ТЭС на основе прямоугольных сепараторов рассматриваемого типа.

Замечания и вопросы по работе

По диссертации и автореферату имеются следующие замечания и вопросы:

1. Представленные результаты в части зависимости гидравлического сопротивления и эффективности улавливания частиц от конструктивных и режимных параметров являются расчетными и зависят от принятых допущений модели, в частности, от модели турбулентности, влияния электростатики на процессы осаждения, рикошета твердых частиц от стенки и т.д. Желательно результаты расчета сопоставить с экспериментальными данными.
2. Разработанный пылеуловитель предлагается использовать в виде промежуточной ступени между фильтрами грубой очистки и тонкой очистки, что создаст дополнительное сопротивление в газовом тракте котельного агрегата. Для оценки целесообразности такого решения следовало бы представить кривые осаждения фильтра тонкой очистки (тканевого фильтра, электрофильтра или водяного скруббера) в зависимости от размера улавливаемых частиц без промежуточной ступени пылеулавливания и с установкой промежуточного пылеуловителя, а также представить расчет количества осажденного и пропущенного в атмосферу материала для нескольких фракционных составов улавливаемого материала.
3. В качестве альтернативного варианта разработанному пылеуловителю рассматривается циклон НИИОГАЗ типа ЦН-11. Для осаждения мелкодисперсных частиц в НИИОГАЗ разработана конструкция циклона СК-ЦН-33, которая при одинаковом гидравлическом сопротивлении обладает большей эффективностью улавливания в сравнении с циклоном ЦН-11.
4. Из диссертации не ясно, каким образом контролировался размер капель жидкости и частиц мела, используемых в физических экспериментах, и какое распределение частиц по размерам (интегральное в виде кривой полных остатков или дифференциальное в виде плотности распределения) имело место в опытах.
5. Не ясна технология очистки промышленной установки от осажденных частиц. Если предполагается полная разборка аппарата, то принятые затраты на обслуживание системы пылеулавливания представляются заниженными.

Приведенные замечания являются частными и не меняют общей положительной оценки диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Нгуен Ву Линь посвящена решению задачи в области совершенствования аппаратного оформления процессов очистки дымовых газов ТЭС. В рамках исследования получены результаты, имеющие значение для развития энергетической отрасли. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Поставленные перед исследованием задачи решены, а цель исследований достигнута. Личный вклад автора в результаты работы не вызывает сомнений.

Диссертационная работа Нгуен Ву Линь на тему «Очистка газовых выбросов угольных ТЭС от мелкодисперсных частиц в прямоугольных сепараторах» соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Нгуен Ву Линь заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Диссертационная работа, автореферат диссертации, а также отзыв ведущей организации обсуждены на заседании кафедры «Тепловые электрические станции» протокол № 7 от 23 марта 2021 г.

Заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»,
доктор технических наук, доцент


23.03.2021г

Ледуховский
Григорий Васильевич

Профессор кафедры «Тепловые электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»,
доктор технических наук, профессор



Шувалов
Сергей Ильич

23.03.21

Адрес: РФ, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34,
кафедра: «Тепловые электрические станции»,
раб. телефон: (4932) 26-99-99, e-mail: admin@tes.ispu.ru

Подписи Ледуховского Григория Васильевича и Шувалова Сергея Ильича заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета ИГЭУ
кандидат экономических наук, доцент



Вылгина
Юлия Вадимовна