

## ОТЗЫВ

официального оппонента Мракина Антона Николаевича на диссертационную работу Нгуен Ву Линь «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

### **Актуальность темы диссертации**

В настоящее время в энергетической, химической, пищевой и других отраслях промышленности наблюдается увеличение вредных выбросов в атмосферу, представляющие собой токсичную пыль и различные газообразные примеси. Особый интерес представляет данная проблема в топливно-энергетическом секторе России. По прогнозам Министерства природных ресурсов РФ с 2030 г. первенство в топливно-энергетическом балансе России займут уголь и атомная энергетика. Это приведет к существенному увеличению выбросов вредных веществ в окружающую среду. В связи с этим проведение исследований на тему повышения эффективности очистки газовых потоков от твердых частиц является актуальным.

Следует отметить, что приоритет при подборе газоочистного аппарата отдается тем, которые представляют собой энергоэффективные устройства, обладающие простой конструкцией, легкостью в использовании, высокой эффективностью при низком гидравлическом сопротивлении. В связи с этим диссертационная работа Нгуен Ву Линь, направленная на разработку аппарата для улавливания мелкодисперсных частиц является актуальной.

### **Оценка содержания диссертации**

В диссертационной работе рассмотрены вопросы повышения эффективности очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц. В литературном обзоре сделан вывод о перспективности использования, разработанном диссертантом, прямоугольного сепаратора для улавливания мелкодисперсных частиц. Показаны недостатки аппаратов грубой и тонкой очистки при обработке газов от мелкодисперсных частиц. Во второй главе представлены результаты численных исследований, на основе которых получены зависимости эффективности прямоугольного сепаратора и его гидравлического сопротивления от конструктивных параметров (длина сепарационных элементов, их толщина и др.) и технологических параметров. Получено оптимальное соотношение между длиной и выступом сепарационного двутаврового элемента, равное 0,25, при котором достигается максимальная эффективность очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц при минимальном гидравлическом сопротивлении. В третьей главе представлены экспериментальные исследования улавливания мелкодисперсных частиц прямоугольным сепаратором в лабораторной установке. Получена высокая эффективность при умеренном гидравлическом

сопротивлении. Также получены зависимости эффективности прямоугольного сепаратора, первой ступени и остальных ступеней сепаратора от чисел Стокса, которые позволяют определять конструктивные размеры прямоугольного сепаратора, в частности сепарационных элементов, в зависимости от параметров мелкодисперсных частиц, диспергированных в газовом потоке. В четвертой главе представлена апробация прямоугольного сепаратора на предприятии ООО «КАМАТЕК» в г. Набережные Челны. При подготовке экспериментальной модели прямоугольного сепаратора применены современные технологии (3D печать), позволяющие с высокой точностью изготовить конструкцию. Экспериментальные исследования, проводимые на промышленном объекте в течение 4 месяцев, подтвердили высокую эффективность улавливания мелкодисперсных частиц из газового потока.

К несомненным достоинствам данной диссертации следует отнести практическую ценность множества рассчитываемых и экспериментальных данных, необходимых для проектировщиков газоочистного оборудования.

### **Степень разработанности темы исследования**

Тема диссертации разработана достаточно полно, поскольку представлено техническое решение для повышения эффективности улавливания мелкодисперсных частиц из газовых потоков. Автором разработана инженерная методика расчета прямоугольного сепаратора, получены методики расчета эффективности и гидравлического сопротивления. Выявлены режимы работы прямоугольного сепаратора.

### **Научная новизна работы**

В ходе работы над диссертацией автором получен ряд важных теоретических и практических результатов, основные из которых заключаются в следующем:

- 1) на основе численного и экспериментального исследований получены зависимости гидравлического сопротивления прямоугольного сепаратора от скорости газа;
- 2) получены уравнения эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе от чисел Стокса;
- 3) на основе экспериментальных исследований получены зависимости эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе от различных параметров частиц (плотность, диаметр и др.), диспергированных в газовом потоке;
- 4) получены расчетные зависимости для определения количества рядов и сепарационных элементов в них от концентрации частиц в дымовых газах, скорости потока на входе в аппарат.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов, полученных в работе Нгуен В.Л., в значительной степени определяется комплексным подходом к исследованию

процессов переноса энергии и импульса, включающим использование фундаментальных законов переноса субстанции, проведение вычислительных, лабораторных и натуральных экспериментов, подтверждается хорошей сходимостью полученных расчетных и экспериментальных данных, а также сравнением результатов исследований диссертанта с работами других авторов.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих научных журналах, доложены на международных конференциях и семинарах. Всего по теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

### **Значимость для науки результатов диссертационных исследований автора**

Предложена математическая модель для расчета эффективности и гидравлического сопротивления прямоугольного сепаратора с учетом влияния технологических, конструктивных и теплофизических параметров. Произведена численная оценка эффективности очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц на предложенном автором прямоугольном сепараторе при различных конструктивных размерах и геометрических формах сепарационных элементов и режимных параметрах работы.

В целом, разработка научных основ расчета и проектирования аппаратов для улавливания мелкодисперсных частиц, решает важные технические задачи и имеет хорошие перспективы дальнейшего развития.

### **Значимость для практики результатов диссертационной работы**

Наиболее значимый результат диссертационной работы заключается в разработке инженерной методики расчета представленного прямоугольного сепаратора, так как полученные зависимости между конструктивными, технологическими и теплофизическими параметрами позволяют подбирать наиболее эффективную конструкцию прямоугольного сепаратора для конкретного промышленного объекта в зависимости от индивидуальных особенностей, таких как – характеристики запыленного потока, технологические параметры и др. Предложенная диссертантом конструкция прямоугольного сепаратора апробирована на предприятии ООО «КАМАТЕК» в г. Набережные Челны с целью повышению эффективности очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты диссертационной работы Нгуен В.Л. могут быть рекомендованы к внедрению на предприятиях топливно-энергетического комплекса, а также на других промышленных объектах, на которых имеется задача повышения эффективности очистки газовых потоков от мелкодисперсных твердых частиц.

## **Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат выдержан по форме и объему, отражает основные положения диссертационной работы.

Вместе с тем по работе имеется ряд замечаний и вопросов:

1. В тексте диссертации имеется ряд орфографических неточностей, а некоторые абзацы выполнены без достаточной литературной обработки.
2. При определении оптимальных геометрических соотношений между элементами сепаратора выбран аппарат с фиксированными параметрами (высота 192 мм, ширина 104 мм, длина элемента 14 мм, 5 рядов двутавровых балок и пр.). Чем обусловлен выбор именно этих значений остается не ясным.
3. В диссертации имеется несколько численных исследований с использованием пакета ANSYS: 1) определение структуры газового потока в прямоугольном сепараторе; 2) расчет гидравлического сопротивления устройства; 3) влияние технологических и конструктивных параметров на эффективность очистки газов от мелкодисперсных частиц. К сожалению, не представлена математическая постановка, принятые допущения, не описана выбранная модель турбулентности, не представлена информация по расчетной сетке и т.д.
4. При оценке эффективности улавливания частиц (рис. 2.18) имеется явно выраженный максимум для входных скоростей газового потока 5 и 10 м/с. Однако объяснения физической природы этого явления не приведено.
5. Почему на рис. 2.45 – 2.47 не наблюдается квадратичная зависимость вида  $\Delta p = f(w)$ ?

Данные замечания и пожелания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

## **Соответствие диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа соответствует всем требованиям пп. 9-14 Положения Правительства Российской Федерации о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением от 24 сентября 2013 года №842 с изменениями, утвержденными Постановлениями Правительства Российской Федерации от 30 июля 2014 года №723; от 21 апреля 2016 года №335; от 02 августа 2016 года №748.

В диссертационной работе Нгуен Ву Линь представлены результаты комплексного исследований газодинамики, влияния конструктивных, технологических и теплофизических параметров на эффективность и гидравлическое сопротивление прямоугольного сепаратора. Основные идеи работы достаточно ясно и полно отражены в автореферате и публикациях автора.

## **Заключение**

Диссертационная работа Нгуен Ву Линь является завершенной,

методически грамотно изложенной научно-квалификационной работой, которая позволяет решать задачи, связанные с разработкой энергоэффективных аппаратов для очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц. В работе представлены комплексные исследования, отражающие влияние изменения характеристик запыленного потока, технологических и конструктивных параметров на степень эффективности прямоугольного сепаратора и его гидравлического сопротивления. Замечания по диссертации не снижают важность выполненных исследований, которая оценивается как высокая.

Диссертация содержит совокупность выносимых на защиту новых научных результатов и положений. Имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. По итогам выполненных исследований Нгуен Ву Линь заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Промышленная теплотехника (ПТ)»  
Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.14.01 -  
Энергетические системы и комплексы. Ученое звание: доцент.

Мракин Антон Николаевич

Сведения заверяю:  
Ученый секретарь Ученого совета  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.»  
Адрес вуза: Россия, 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77,  
тел. / факс (8452) 99-88-11 / (8452) 99-86-04. E-mail: rectorat@sstu.ru.  
д-р культурологии



Тищенко Наталья Викторовна

«29» марта 2021 г.