

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт механики и машиностроения



# ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы IV Всероссийской  
студенческой конференции

*Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.*

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ  
СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Йошкар-Ола  
2018

УДК 378:621

ББК 74.58

И 62

**Руководитель проекта**

*Андреанов Ю. С.*, начальник Управления  
научной и инновационной деятельности ПГТУ

**Редакционная коллегия:**

*Сютлов Н.П.*, канд. техн. наук, доцент, директор Института механики и машиностроения ПГТУ;

*Ласточкин Д.М.*, канд. техн. наук, доцент, зам. директора по научной работе Института механики и машиностроения;

*Алибеков С.Я.*, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой машиностроения и материаловедения;

*Медяков А.А.*, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой энергообеспечения предприятий;

*Костромин Д.В.*, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой эксплуатации машин и оборудования;

*Павлов А.И.*, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой транспортно-технологических машин.

**Инженерные кадры – будущее инновационной экономики**

**И 62 России:** материалы IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 192 с.

ISBN 978-5-8158-2047-0

ISBN 978-5-8158-2048-7 (Ч. 1)

В сборнике материалов Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» представлены результаты научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов в области энергоэффективных технологий, механики и машиностроения с перспективой их практического использования.

УДК 378:621

ББК 74.58

ISBN 978-5-8158-2048-7 (Ч. 1)

ISBN 978-5-8158-2047-0

© Поволжский государственный  
технологический университет, 2018

### Список литературы

1. Загретдинова, А. Р. Отвод продуктов сгорания в котлоагрегатах конденсационного типа // А. Р. Загретдинова // Тинчуринские чтения: XIII молодежная научная конференция. – Казань: Казан.гос. энерг. ун-т, 2018. – 175 с.
2. Загретдинова, А. Р. Перспективы применения децентрализованной системы теплоснабжения / А. Р. Загретдинова, А. Е. Кондратьев // Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан: XVIII международный симпозиум. – Казань: Изд-во ИП Шайхутдинов А. И., 2018. – С. 137-138.
3. Загретдинова, А. Р. Автономная котельная с последовательным соединением теплогенераторов конденсационного и традиционного типов / А. Р. Загретдинова // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – Ч. 2. – С. 81-82.
4. Амосов, Н. Т. Теплофикация и теплоснабжение: учеб. пособие / Н. Т. Амосов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 237 с.

УДК 621.18

**Зинуров Вадим Эдуардович,**

направление Техническая физика (магистратура), гр. ТПЭМ-1-17

**Научный руководитель Дмитриев Андрей Владимирович,**

д-р техн. наук, заведующий кафедрой теоретических основ теплотехники  
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
г. Казань*

## **ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ СЕПАРАТОРЕ**

Сепарация многофазного газового потока от мелкодисперсных твердотельных частиц до 10 мкм является **актуальной задачей** в настоящее время. Аппараты, осуществляющие улавливание частиц пыли из газовых потоков, с данной задачей справляются крайне неэффективно. К таким аппаратам относятся различные модификации циклонов, мокрых пылеуловителей, фильтров, электрофильтров и др. Стоит отметить, что эти аппараты являются достаточно распространенными во всех областях промышленности вследствие высокоэффективной сепарации газовых потоков от частиц размером более 30 мкм. Однако при необходимости улавливания частиц пыли размером менее 10 мкм эффективность циклонов существенно падает.

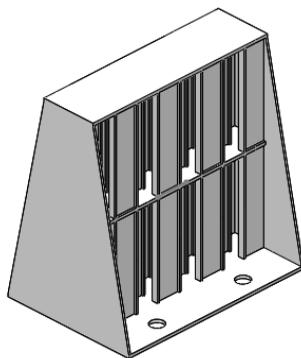
Использование мокрых скрубберов предполагает загрязнение сточных вод, что вызывает необходимость очистки жидкости, приводящей к существенному удорожанию процесса сепарации газа. Применение фильтров для данной цели является также экономически нецелесообразным мероприятием вследствие необходимости частой замены дорогостоящих элементов фильтров, вызванных абразивностью твердотельных частиц. Использование электрофильтров не всегда возможно, так как улавливаемые частицы могут быть взрывоопасными. Также серьезными ограничениями, сужающими область применения сухих электрофильтров, являются невозможность добиться в них стабильной остаточной запыленности ниже  $50 \text{ мг/м}^3$  без значительного увеличения затрат на очистку и недостаточная эффективность улавливания при высоком удельном электрическом сопротивлении пыли [1].

Данный аппарат представляет собой прямоугольный корпус размером  $a \times c \times h$ . Внутри устройства располагается несколько рядов элементов. При прохождении газового потока через сепаратор между элементами устройства возникает центробежная сила, отбрасывающая частицы к стенкам элементов и выбивающая их из структурированного потока.

Результаты проведенных ранее исследований показали, что эффективность сепарации газового потока от частиц пыли размером до  $10 \text{ мкм}$  сепаратором выше, чем циклоном ЦН-11-400 в среднем на  $50 \%$ . При улавливании частиц размером  $10\text{-}100 \text{ мкм}$  эффективность обоих устройств равнялась в среднем  $99,7 \%$ . Потери давления в сепараторе составили  $360 \text{ Па}$  против  $540 \text{ Па}$  в циклоне при входном объемном расходе воздуха  $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Также было рассмотрено различное конструктивное оформление элементов очистительного сепаратора [2]. Наибольшая эффективность и наименьшее гидравлическое сопротивление в аппарате достигается при использовании двухтаровых элементов [3].

Авторами данной статьи предлагается использовать прямоугольный сепаратор в качестве второй ступени очистительной системы на предприятии после циклона или другого пылеуловителя, улавливающего твердые частицы размером более  $10 \text{ мкм}$  с эффективностью  $99,9 \%$  (см. рисунок).



**Численное моделирование взаимодействия жидкой и газовой фазы в элементе устройства**

Для повышения эффективности улавливания мелкодисперсных частиц и понижения гидравлического сопротивления сепаратора необходимо определение оптимальных конструкционных размеров элементов аппарата.

Целью данной работы является определение оптимальной толщины двутавровых элементов в прямоугольном сепараторе.

**Вывод.** В ходе исследований установлено, что толщина двутавровых элементов внутри сепаратора и скорость на входе в сепаратор существенно влияют на эффективность сепарации газового потока. Максимальная эффективность прямоугольного сепаратора достигается при толщине стенки  $\delta = 1$  мм и скорости на входе  $W = 5$  м/с. Достоинства прямоугольного сепаратора: малая металлоемкость, высокая эффективность сепарации газового потока и компактность.

#### **Список литературы**

1. Зиганшин, М. Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки / М. Г. Зиганшин, А. А. Колесник, В. Н. Посохин. – М.: Экопресс-3М, 1998. – 505 с.
2. Эффективность прямоугольного сепаратора в зависимости от оформления элементов внутри аппарата / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, В. Л. Нгуен // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – № 1 (37).
3. Улавливание мелкодисперсных твердых частиц из газовых потоков в прямоугольных сепараторах / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, В. Л. Нгуен // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22, № 3 (134).

УДК 550.812.14

**Ибадов Амиль Ахлиманович, Макуева Дилара Ахлимановна,**  
направление Теплоэнергетика и теплотехника

Научный руководитель **Кондратьев Александр Евгеньевич,**  
канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики  
и систем теплоснабжения

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
г. Казань*

### **АКУСТИКО-РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

**Цель работы** – проведение численного исследования задачи о распространении упругих волн Лэмба для усовершенствованного акустико-