



**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

28–29 апреля 2020 г.

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Казань



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

**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

28–29 апреля 2020 г.

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Казань
2020

УДК 620.9:004
ББК 31.3
М43

Рецензенты:

канд. техн. наук, зав. кафедрой «Электрические станции»
ФГБОУ ВО «СамГТУ» доц. А.С. Ведерников;

д-р техн. наук, проректор по НР ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
А.Г. Арзамасова

М43 **Международная молодежная научная конференция
«Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая
трансформация».** В 3 т. Т. 2. Теплоэнергетика: матер. конф.
(Казань, 28–29 апреля 2020 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – 442 с.

ISBN 978-5-89873-568-5 (т. 2)

ISBN 978-5-89873-566-1

Представлены материалы Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области теплоэнергетики по следующим научным направлениям: инновационные технологии на ТЭС и ЖКХ; промышленная теплоэнергетика, эксплуатация и надежность энергоустановок и систем теплоснабжения; технология воды и топлива, котельные установки и парогенераторы; ресурс- и энергосбережение, энергетическая эффективность; автоматизация технологических процессов и производств; теплофизика; экологические проблемы водных биоресурсов.

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

Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 620.9:004
ББК 31.3

ISBN 978-5-89873-568-5 (т. 2)
ISBN 978-5-89873-566-1

© Казанский государственный энергетический
университет, 2020

Литература

1. Amit G. Ranaware, Bhosale M.Y. A Study of Heat Transfer Enhancement using V Shaped Dimples on a Flat Plate with Experimentation & CFD // Global Research and Development Journal for Engineering. 2016. Vol. 1, Is. 4. Pp. 104–110.
2. Попов И.А., Гортышов Ю.Ф., Олимпиаев В.В. Промышленное применение интенсификации теплообмена – современное состояние проблемы (обзор) // Теплоэнергетика. 2012. № 1. С. 3–17.
3. Boiling heat transfer of different liquids on microstructured surfaces / I.A. Popov [et al.] // Russian Aeronautics. 2014. Vol. 57, Is. 4. Pp. 395–401.
4. Кутателадзе С.С., Леонтьев А.И. Тепломассообмен и трение в турбулентном пограничном слое. М.: Энергоатомиздат, 1985. 320 с.
5. Амплитудно-фазовые частотные характеристики гидродинамических и тепловых параметров в коротком цилиндрическом канале / К.Х. Гильфанов [и др.] // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2014. № 11-12. С. 81–88.

УДК 66-074.2

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СЕПАРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ИЗ ЗАПЫЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ

Гареева К.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

karinagareeva1997@yandex.ru

Науч. рук. Дмитриев А.В.

Исследована сепарация газового потока от мелкодисперсных частиц. Предложено устройство для интенсификации процессов сепарации мелкодисперсных частиц из газового потока. Получена эффективность работы устройства от влияния формы сепарационных элементов, скорости газового потока, а также размера и плотности частиц. Результаты показывают, что эффективность сепарации газового потока возрастает по мере увеличения плотности и диаметра частиц.

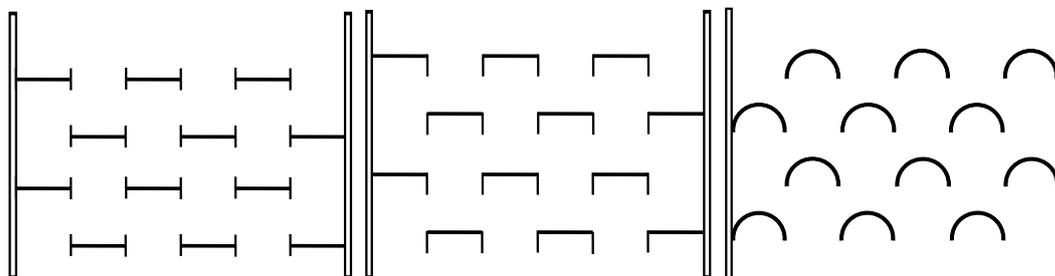
Ключевые слова: сепаратор, эффективность сепарации, мелкодисперсные частицы, интенсификация процессов.

На сегодняшний день интенсификация процессов сепарации мелкодисперсных частиц из газовых потоков является актуальной задачей для многих промышленных предприятий, использующих в своих системах очистки технологических газов от механических примесей сухие инерционные аппараты. Актуальность данной задачи повышается в виду следующих причин: увеличение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе, нарушение которых влечет санкции и штрафы предприятиям и потеря ценного материала при его уносе в атмосферу, что приводит также к финансовым затратам.

Существуют различные аппараты сухой инерционной очистки газов, такие как пылеосадительные камеры, жалюзийные аппараты, циклоны и др., основными преимуществами которых являются простота конструкции, долговечность, ремонтпригодность и высокая эффективность сепарации частиц пыли размером до 10–50 мкм из газов. Однако недостатком данных аппаратов является низкая эффективность при сепарации мелкодисперсных частиц размером до 10 мкм из газовых потоков, вследствие чего, возникает необходимость в установке после них более эффективных аппаратов (рукавные фильтры, электрофильтры, аппараты мокрой очистки и др.). Но многие промышленные предприятия не имеют возможности использовать данные аппараты из-за высокой стоимости, сложного обслуживания, требований к физико-химическим свойствам примесей, содержащихся в газовом потоке, поэтому интенсификация процессов сепарации мелкодисперсных частиц из газовых потоков вызывает большой интерес к изучению, а также остается актуальной задачей.

Авторами работ [1–3] было разработано устройство, позволяющее производить сепарацию мелкодисперсных частиц из газовых потоков размером менее 10 мкм с эффективностью не ниже 50 %. Устройство представляет собой несколько рядов сепарационных элементов, которые заключаются в корпус прямоугольной формы (см. рисунок). Принцип работы устройства основан на действии центробежных сил на запыленный газовый поток при огибании им сепарационных элементов, расположенных в шахматном порядке. При движении между элементами поток закручивается, вследствие чего возникают центробежные силы, которые выбивают частицы пыли из структуры потока. Для интенсификации процессов сепарации мелкодисперсных частиц из газовых потоков предлагается использовать данное устройство в качестве второй ступени очистки газа, например после циклона. Таким образом, технологическая очистительная линия газов от механических примесей

на предприятиях будет выглядеть следующим образом: на первой ступени осуществляется сепарация частиц пыли размером более 10 мкм из газа в сухих инерционных аппаратах, после чего газ поступает на вторую ступень, где проводится процесс сепарации частиц пыли размером менее 10 мкм из газа.



Упрощенные двумерные модели устройства для сепарации мелкодисперсных частиц из газовых потоков с различной формой сепарационных элементов (вид сверху):

1 – двутавровые; 2 – П-образные; 3 – дугообразные

В работе исследовались следующие формы сепарационных элементов: двутавровые, П-образные и дугообразные (см. рисунок). На входе в устройство задавалась скорость газового потока W от 5 до 8 м/с, давление окружающей среды – 101 325 Па, постоянные параметры: число рядов элементов – 4; число частиц n , находящихся в газовом потоке – 1000, диаметр частиц a от 1 до 10 мкм, плотность частиц ρ_a от 1000 до 7000 кг/м³, длина сепарационных элементов – 14 мм. Эффективность работы устройства определялась по следующей формуле:

$$E = 1 - \frac{n_k}{n}, \quad (1)$$

где n_k – число мелкодисперсных частиц в газовом потоке после процесса сепарации во второй ступени очистки.

Результаты проведенных исследований показывают, что эффективность процесса сепарации частиц пыли повышается по мере увеличения входной скорости газового потока W , размера a и плотности ρ_a мелкодисперсных частиц. Наиболее эффективными сепарационными элементами являются двутавровые. Эффективность сепарации мелкодисперсных частиц из газового потока размером 1–10 мкм и плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ с двутавровыми элементами в среднем равна 82 при скорости газового потока $W = 5 \text{ м/с}$.

Литература

1. Влияние загрязнения пылеочистительного сепаратора мелкодисперсной пылью на энергетические затраты в ходе его эксплуатации / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 8. С. 33–37.

2. Исследование изменения эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц прямоугольным сепаратором при разной степени забивки дугообразных элементов пылью / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 8. С. 42–46.

3. Исследование очистки газового потока от различных фракций пылевидных частиц сепаратором трапециевидной формы / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 10. С. 68–71.

УДК 66.074.2

УЛАВЛИВАНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПЫЛИ ИЗ ЗАПЫЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Зинуров В.Э.¹, Петрова Т.С.², Антонов М.А.³

¹⁻³ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

vadd_93@mail.ru

Науч. рук. Дмитриев А.В.

Рассмотрена проблема повышения эффективности улавливания мелкодисперсных частиц пыли из газовых потоков. Предложена конструкция прямоугольного сепаратора. Показано, что при скоростях газового потока до 10 м/с достигается максимальная эффективность улавливания мелкодисперсных частиц. Рассмотрены различные виды сепарационных элементов: двутавровые, дугообразные и П-образные.

Ключевые слова: прямоугольный сепаратор, сепарационные элементы, дугообразные элементы, двутавровые элементы, мелкодисперсная пыль, циклон, аэрозоль.

Важной задачей в сфере энергетического сектора является повышение эффективности улавливания мелкодисперсных частиц пыли из запыленных газовых потоков.

Гареев Н.Ф., Гайнуллин Р.Н. Нестационарный теплообмен в начальном участке трубопровода	371
Гареева К.А. Интенсификация процессов сепарации мелкодисперсных частиц из запыленных газовых потоков	374
Зинуров В.Э., Петрова Т.С., Антонов М.А. Улавливание мелкодисперсных частиц пыли из запыленных газовых потоков на промышленных предприятиях	377
Зинуров В.Э., Салеева А.А., Бикташев И.А. Разработка сепарационных элементов для эффективной очистки сточных вод ТЭС от нефтепродуктов.....	380
Зотов Р.П., Кулай И.Г., Гареева К.А. Улавливание мелкодисперсных жидких частиц в газовых потоках на производственном объекте в ОЭЗ Алабуга «KASTAMONU»	382
Имамиева З.Р. Анализ сил, действующих на капли во вращающемся потоке эмульсии	384
Мубаракшина Р.Р. Разработка конструкции сепарационного устройства с двутавровыми элементами для очистки газа от твердых частиц.....	387
Nguyen Vu Linh, Galimova A.R. Improving the efficiency of a sump for treating waste water from petroleum products at oil refineries	389
Петрова Т.С., Галимуллин И.И. Седиментация полидисперсных твердых частиц в трапециевидном сепарационном устройстве с дугообразными элементами	391

Секция 7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

Калайда М.Л., Агеев П.В. Влияние кормовых добавок на физиологическое состояние атлантического лосося.....	394
Калайда М.Л., Ибрагимова Г.Д. Тихоокеанская белая креветка как перспективный объект аквакультуры.....	398
Калайда М.Л., Исмагилов Ф.А. Сомы пангасиус и африканский кларий – перспективные объекты фермерского рыбоводства.....	401
Калайда М.Л., Калайда А.А. Методы коммерческого потокового получения посадочного материала африканского клариевого сома в Европе	404

Научное издание

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

28–29 апреля 2020 г.

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Компьютерная верстка И.В. Красновой
Дизайн обложки Ю.Ф. Мухаметшиной

Подписано в печать 24.11.2020.

Формат 60×84/16. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 19,6. Уч.-изд. л. 25,69. Тираж 250 экз. Заказ № 5207.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51