



МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Электронный сборник статей  
по материалам конференции

2



**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция  
(Казань, 27-29 апреля 2022 г.)

Электронный сборник статей  
по материалам конференции

В трех томах

ТОМ 2

ISBN 978-5-89873-598-2



9 785898 735982

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022 «ЭНЕРГЕТИКА И  
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция  
(Казань, 27-29 апреля 2022 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

В трех томах

ТОМ 2

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

Казань 2022

УДК 621.1+621.3+621.04+681.5+574

ББК 31+32.96+28.08

М43

Рецензенты:

заведующий кафедрой ЭиЭ ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,

доктор технических наук, доцент К. В. Суслов;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,

доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

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

Е. С. Дремичева

М43           Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2022. – Т. 2. – 555 с.

ISBN 978-5-89873-598-2 (т. 2)

ISBN 978-5-89873-600-2

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

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

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.1+621.3+621.04+681.5+574

ББК 31+32.96+28.08

ISBN 978-5-89873-598-2 (т. 2)

© КГЭУ, 2022

ISBN 978-5-89873-600-2

### Источники

1. Дмитриев А.В., Зинуров В.Э., Дмитриева О.С., Данг С.В. Моделирование процесса разделения водонефтяной эмульсии в прямоугольном сепараторе // Вестник КГЭУ. 2018. № 3 (39). С. 65-71.

2. Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Дмитриева О.С., Харьков В.В., Галимова А.Р. Исследование процесса деэмульсации водонефтяной эмульсии в отстойнике с гофрированными пластинами // Вестник технологического университета. 2020. Т. 23. № 7. С. 61-64.

3. Dmitriev A.V., Zinurov V.E., Vinh D., Dmitrieva O. S. Removal of moisture from contaminated transformer oil in rectangular separators // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 110. P. 01026.

4. Мадышев И.Н., Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Данг С.В., Бадретдинова Г.Р. Исследование влияния диаметра выходных отверстий на эффективность разделения эмульсии в прямоугольных сепараторах // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24. № 6 (155). С. 1232-1242.

5. Галимова А.Р., Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Харьков В.В. Сепарационное устройство с соосно расположенными трубами для разделения водонефтяных эмульсий // Вестник технологического университета. 2021. Т. 24. № 3. С. 50-54.

УДК 621.928.6

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

К.С. Моисеева, Ш.М. Шарипов  
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань  
rubin9920@mail.ru

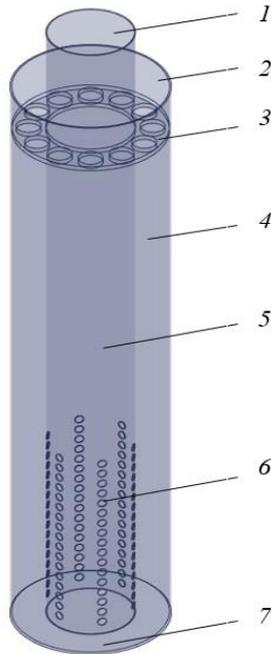
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.С. Попкова

В работе рассмотрена проблема разделения сыпучего порошка на гранулометрические фракции. Представлена конструкция центробежного классификатора. Проведены физические эксперименты. Проведенные расчеты позволили установить, что повышение входной скорости газовой среды приводят к увеличению гидравлического сопротивления классификатора. В ходе обработки показаний анемометра было установлено, что скорость на входе в устройства изменялась от 7,34 до 22,21 м/с. При этом потери давления в классификаторе составили от 173 до 972 Па.

**Ключевые слова:** мелкодисперсные частицы, классификатор, Ansys Fluent, сепарационное устройство, разделение частиц.

В ходе разделения сыпучих мелкодисперсных порошков, например, различных катализаторов и адсорбентов, которые могут применяться во многих отраслях промышленности: нефтехимической, химической, металлургической, энергетической и др., важная задача отводится классификаторам. Под классификаторами понимают аппараты, которые предназначены для разделения сыпучего порошка на требуемые фракции [1–3]. Как правило, применение одной и той же модели классификатора в различных технологических линиях невозможно, так как при изменении физических и теплофизических параметров частиц, из которых состоит мелкодисперсный порошок, а также технологических и термодинамических параметров, возможно отклонение граничного размера зерен, что может привести к нарушению технического задания [4]. Поэтому почти всегда встает задача разработки нового аппарата [5].

Рассматривается следующая конструкция аппарата (см. рисунок). Новизной аппарата являются круглые отверстия 6, которые проделаны во внутренней трубе. Принцип действия данного устройства заключается в следующем: газовый поток входит в устройство через входной патрубок 1, далее движется по внутренней цилиндрической трубе 5 по мере того, как газовый поток достигает круглые отверстия 6, проделанные во внутренней цилиндрической трубе 5, он распределяется в сторону данных отверстий в осесимметричном направлении. При прохождении газового потока через каждое круглое отверстие 6 он попадает в межтрубное пространство устройства. При этом поток при выходе из круглых отверстий делится на 2 равные доли, каждая из которых по инерции движется в правую или левую сторону в межтрубном пространстве. Вследствие того, что межтрубное пространство ограничено внутренней стенкой внешней цилиндрической трубы 4 и внешней стенкой внутренней цилиндрической трубы 5 и при этом круглые отверстия 6 проделаны через определенный шаг, то в межтрубном пространстве создаются устойчивые завихрения. При вращательном движении потоки газа образуют вихри с высокими значениями центробежных сил. Каждое завихрение имеет по две области контакта с соседними завихрениями, что позволяет вихрям дополнительно поддерживать свое вращение по высоте межтрубного пространства.



Конструкция центробежного классификатора: 1 – входное отверстие; 2 – выходное отверстие; 3 – решетка с отверстиями; 4 – корпус; 5 – внутренняя труба; 6 – круглые отверстия; 7 – дно

В докладе представлена экспериментальная установка, которая включает центробежный классификатор. Проведенные расчеты позволили установить, что повышение входной скорости газовой среды приводят к увеличению гидравлического сопротивления классификатора. В ходе обработки показаний анемометра было установлено, что скорость на входе в устройства изменялась от 7,34 до 22,21 м/с. При этом потери давления в классификаторе составили от 173 до 972 Па. Следует отметить, что потери давления увеличивались по мере перекрытия рядов круглых отверстий во внутренней цилиндрической трубе при каждом значении входной скорости. Это обусловлено тем, что суммарная площадь проходных сечений уменьшается при движении газового потока из внутренней цилиндрической трубы в межтрубное пространство.

### Источники

1. Зинуров В.Э., Мадышев И.Н., Ивахненко А.Р., Петрова И.В. Разработка классификатора с соосно расположенными трубами для разделения сыпучего материала на основе силикагеля // Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 205-211.

2. Зинуров В.Э., Дмитриев А.В., Сахибгареев Н.Ф., Латыпов Д.Н., Гарипов М.Г. Численное моделирование газодинамики в центробежном классификаторе // Вестник технологического университета. 2021. Т. 24. № 12. С. 128-132.

3. Zinurov V.E., Dmitriev A.V., Ruzanova M.A., Dmitrieva O.S. Classification of bulk material from the gas flow in a device with coaxially arranged pipes // MATEC Web of Conferences. 2020. V. 193. P. 01056.

4. Zinurov V.E., Dmitriev A.V., Madyshev I.N., Dmitrieva O.S. Effect of Design Parameters of Classifier with Coaxial Pipes on Efficiency of Fractionation of Finely Divided Bulk Material // Chemical and Petroleum Engineering. 2021. Vol. 57. No 7-8. P. 531-537.

5. Патент на полезную модель № 201604 U1 Российская Федерация, МПК В01D 45/04, В04С 5/103. Пылеуловитель-классификатор с соосно расположенными трубами: № 2020128520: заявл. 26.08.2020: опубл. 23.12.2020 / А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева, И. Н. Мадышев [и др.].

УДК 533.6.011

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ТРУБЫ ВЕНТУРИ**

И.И. Насырова, К.Д. Вьюгова  
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань  
iyuza2001@mail.ru  
Науч. рук. асс. В.Э. Зинуров

В работе представлено исследование сужающего устройства на основе трубы Вентури. Представлена экспериментальная установка. Описана методика проведения эксперимента. В ходе проведения физического эксперимента была рассчитана средняя скорость газового потока в широкой части трубы Вентури, которая составила от 6,9 до 17,1 м/с. При этом перепад давления в широкой и узкой частях трубы Вентури составил от 419,2 до 2608,3 Па.

**Ключевые слова:** труба Вентури, эффект Вентури, измерение давления, потери давления, перепад давления, дифференциальный манометр.

В настоящее время отмечено, что в жизни человека, в частности, научной, циркулируют исследования потоков жидкости и газа, что тесно связано с и исследованиями трубы Вентури. С помощью этого устройства есть возможность организовывать поток газовой среды или жидкости повышенного давления без вихреобразований и смены режима течения. Данное свойство широко применяется при разработке и создании измерительных устройств, аппаратов отчистки, систем подачи удобрений и в других различных сферах.

Целью данной работы является экспериментальное исследование сужающего устройства на основе трубы Вентури.