

Международная Объединенная Академия Наук

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

Рецензируемый научный журнал

Июнь 2021 г.

НОМЕР 74

ЧАСТЬ 8



Самара 2021

УДК 001.1  
ББК 60

T34

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».** Июнь 2021 г. № 74, Часть 8 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2021. – 164 с.

**DOI 10.18411/lj-06-2021-p8**

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: [ljournal.ru](http://ljournal.ru)

УДК 001.1  
ББК 60

<http://ljournal.ru>

на электропотребление и их необходимо учитывать при анализе динамики и разработке прогнозных моделей электропотребления.

\*\*\*

1. Бугаец В.А. Краткосрочное прогнозирование электропотребления энергорайонов и региона с учетом метеофакторов. Дисс.... канд. техн. наук. – Новочеркасск: 2015. – 241с.
2. Губский С.О. Краткосрочное прогнозирование электропотребления в операционной зоне регионального диспетчерского управления с учетом фактора освещенности. Дисс. ... канд. техн. наук. – Новочеркасск, 2012. – 231с.
3. Макоклюев Б.И., Павликов В.С., Владимиров А.И., Фефелова Г.И. Влияние колебаний метеорологических факторов на энергопотребление энергообъединений // Энергетик. – 2003. – №6. – С. 14-19.
4. Седов А.В., Надтока И.И. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства - // Ростов-н/Д: Изд-во Ростовского университета, 2002. – 320 с.

**Копылов М.О., Моисеева К.С.**

**Численное моделирование газодинамики в центробежном сепараторе**

*ФГБОУ ВО «КГЭУ»*

*(Россия, Казань)*

*doi: 10.18411/lj-06-2021-328*

*Научный руководитель*

*Рукавишников В.А.*

#### **Аннотация**

В статье представлена проблема улавливания тонкодисперсных твердых частиц из запыленных газовых потоков. Предложена конструкция центробежного сепаратора. Произведено численное моделирование в программном комплексе ANSYS Fluent. Показана визуализация потока в межцилиндрическом пространстве центробежного сепаратора.

**Ключевые слова:** сепаратор, численное моделирование, газовый поток, газодинамика, циклон.

#### **Abstract**

The article presents the problem of capturing fine particulate matter from dusty gas streams. The design of a centrifugal separator is proposed. Numerical simulation was performed in the ANSYS Fluent software package. The visualization of the flow in the inter-cylindrical space of the centrifugal separator is shown.

**Keywords:** separator, numerical simulation, gas flow, gas dynamics, cyclone.

В настоящее время задача очистки газовых потоков от тонкодисперсных твердых частиц размером не более 20 мкм является актуальной. Данная проблема очень значима для промышленных предприятий любой отраслевой принадлежности: агропромышленной, энергетической, металлургической, нефтехимической и др., так как неуловленные тонкодисперсные частицы в очистительном процессе на промышленных предприятиях являются причиной поломки аппаратов, вследствие их забивки различной грязью, которая образуется путем накопления пыли [1-3]. Например, на газораспределительных станциях мелкодисперсные частицы при попадании в технологическое и газорегуляторное оборудование ухудшают их работу. В некоторых случаях, мелкодисперсные частицы представляют ценный материал, который можно использовать повторно в различных процессах и при производстве различной продукции. Например, уловленные частицы золы на тепловых электрических станциях находят широкое применение в строительной

промышленности. При добавлении уловленной золы в строительные материалы повышается их прочность, что приводит к улучшению их эксплуатационных свойств и позволяет добиться экономического эффекта [4-8].

Для решения проблемы очистки газовых потоков от мелкодисперсных частиц существует большое количество разнообразных аппаратов, существенно отличающихся друг от друга конструкцией и принципом действия. Однако, на текущий момент времени универсального аппарата, удовлетворяющего всем технологическим требованиям, получено не было. Каждый из аппаратов имеет ряд положительных характеристик и недостатков. Среди всех аппаратов наиболее широкое применение получили циклонные сепараторы, которые относятся к сухой очистке. Простой принцип действия: очистка газового потока от частиц пыли осуществляется за счет выбивания частиц из структуры потока при ее завихрении в цилиндрической части аппарата, простота конструкции, долговечность и высокая эффективность очистки газов от частиц пыли размером более 20 мкм являются главными достоинствами данных аппаратов. Недостатками циклонных сепараторов являются низкая эффективность при очистке газов от частиц размером менее 20 мкм и высокое гидравлическое сопротивление [9-11].

Авторским коллективом был разработан центробежный сепаратор, представленный на рисунке 1. Сепарационное устройство представляет собой цилиндрический корпус 3, внутри которого располагается внутренняя цилиндрическая труба с прямоугольными щелями 4. В верхней части сепарационного устройства имеется центральное круглое отверстие 1, которое служит входным патрубком. По направлению к периферии от входного патрубка располагается осесимметричный ряд круглых отверстий, которые образуют выходные патрубки из сепарационного устройства. Следует отметить, что достоинством разработанного сепарационного устройства является простота изготовления, так как основными конструктивными элементами являются внутренняя и внешняя цилиндрические трубы, которые можно подобрать по ГОСТу. Таким образом, изготовление данного устройства возможно в слесарном цехе предприятия.

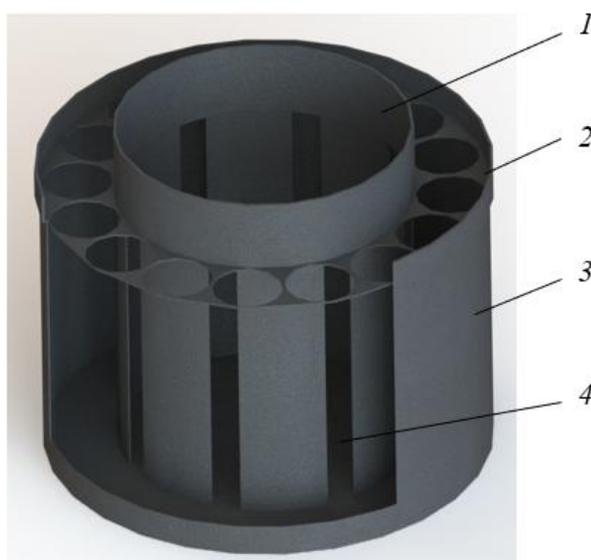


Рисунок 1 – Трехмерная модель центробежного сепарационного устройства с соосно расположенными трубами (вид с разрезом): 1 – входной патрубок внутренней цилиндрической трубы, 2 – решетка с круглыми отверстиями, 3 – корпус сепарационного устройства, 4 – прямоугольные щели

Целью данной работы являлось моделирование газодинамики в разработанном центробежном сепараторе, представленном на рисунке 1. Для этого была построена

модель сепаратора. Численное моделирование производилось в программном комплексе Ansys Fluent. В ходе моделирования на входе в устройство задавалась входная скорость, которая варьировалась от 1 до 15 м/с.

В ходе проведенных численных исследований было установлено, что потери давления в центробежном сепарационном устройстве составляют не более 70 Па при входной скорости газового потока от 1 до 15 м/с. Низкие потери давления обусловлены простотой конструкции, в частности образовавшиеся вихреобразования в межцилиндрическом пространстве практически не контактируют с поверхностями стенок, что позволяет минимизировать торможение газового потока, т.е. максимально снизить потери давления, вызванные трением.

Численные моделирование показало, что в межцилиндрическом пространстве центробежного сепаратора создается устойчивая вихревая структура с числом вихрей в двое превышающих количества отверстий, которая позволяет с высокой эффективностью сепарировать тонкодисперсные частицы из газового потока (рис. 2).

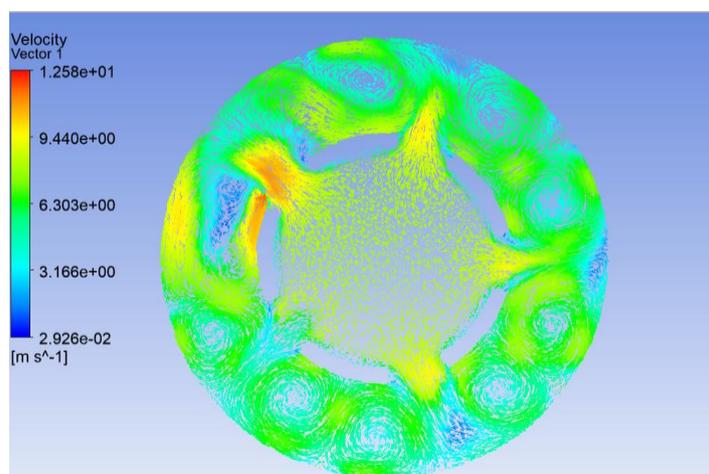


Рисунок 2 – Визуализация газодинамики в центробежном сепараторе (вид сверху)

Следует отметить, что в разработанном устройстве создается большое количество вихреобразований в межцилиндрическом пространстве с значениями центробежных сил в десятки раз выше, чем в циклонных сепараторах, так как радиус вихрей в десятки раз меньше, чем радиус цилиндрического корпуса циклонного сепаратора.

\*\*\*

1. Зинуров, В. Э. Оценка энергетических затрат при улавливании мелкодисперсных частиц в сепараторе с соосно расположенными трубами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Г. Р. Бадретдинова, Р. Я. Биккулов, И. Н. Мадышев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2021. – Т. 25. – № 2. – С. 196-206.
2. Зинуров, В. Э. Улавливание мелкодисперсных капель из газового потока в сепарационном устройстве с двутавровыми элементами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева // Промышленная энергетика. - 2020. - № 12. – С. 47-53.
3. Галимова, А. Р. Сепарационное устройство с соосно расположенными трубами для разделения водонефтяных эмульсий / А. Р. Галимова, В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, В. В. Харьков // Вестник технологического университета. - 2021. – Т. 24. - № 3. – С. 50-54.
4. Зинуров, В. Э. Повышение эффективности аспирационных систем при обработке крахмалистого сырья / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Р. Р. Мубаракшина // Ползуновский вестник. – 2020. - № 2. – С. 18-22.
5. Дмитриев, А. В. Очистка газовых выбросов котельных установок от твердых частиц / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, Ву Линь Нгуен // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2020. – Т. 22. - № 1. – С. 3-9.

6. Зинуров, В.Э. Оценка времени работы пылеуловителя со скругленными сепарационными элементами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Т. С. Петрова, О. С. Дмитриева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2020. – Т. 24. – № 3. – С. 606-615.
  7. Zinurov, V. E. The gas flow dynamics in a separator with coaxially arranged pipes / V. E. Zinurov, A. V. Dmitriev, G. R. Badretdinova, R. Ya. Bikkulov, I. N. Madyshev // MATEC Web of Conferences. – 2020. – V. 329. – P. 03035.
  8. Dmitriev, A. V. Collecting of finely dispersed particles by means of a separator with the arc-shaped elements / A. V. Dmitriev, V. E. Zinurov, O. S. Dmitrieva // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019. – Vol. 126. – P. 00007.
  9. Дмитриев, А. В. Эффективность входной ступени прямоугольных сепараторов / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, А. И. Поляков // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 11. – С. 66-69.
  10. Дмитриев, А. В. Улавливание мелкодисперсных твердых частиц из газовых потоков в прямоугольных сепараторах / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, Ву Линь Нгуен // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 3. – С. 138-144.
  11. Дмитриев, А. В. Экспериментальные исследования очистки загрязненных газовых потоков от мелкодисперсных частиц в прямоугольном сепараторе / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, Ю. О. Семенова // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 12. – С. 109-112.
-