ISBN 978-5-89873-598-2

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

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)
ISBN 978-5-89873-600-2

© КГЭУ, 2022

Источники

1. Силаев А.А. Разработка автоматизированной системы управления подогревателем нефти ПТБ-10Э / А.А. Силаев, А.В. Семенов // Технические науки: проблемы и перспективы: матер. VI Межд. науч. конф. СПб.: Свое издательство, 2018. С. 32-35.
2. Андреев Е.Б., Попадько В.Е. Технические средства систем управления технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности: учеб. пособие. М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им И.М. Губкина, 2005. 270 с.
3. Кравцов А.С., Седельникова В.А., Чижов К.А., Князева А.Э., Волков И.В. Автоматизация технологических процессов в нефтегазовом производстве // Московский экономический журнал. 2021. №9. С. 705-711.

УДК 621.928

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КЛАССИФИКАТОРА

М.Р. Зайнетдинов[1], Н.Ф. Сахибгареев[2]
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
[1]zaynetdinov.2000@mail.ru, [2]fanat.elvisa@gmail.com
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.М. Сафаров

В работе рассмотрена проблема повышения разделения сыпучего материала на определенные фракции, т.е. диапазоны частиц. Предложена модель классификатора. Представлена сеточная модель, которая состоит из 1 млн гексаэдральных элементов. Получено, что при увеличении входной скорости газового потока время выхода расчета на квазистационарное течение безразмерных окружных скоростей в области вихрей уменьшается. Однако для большей части линий необходимо 0,1 с.

Ключевые слова: численное моделирование, центробежный классификатор, поле скоростей, сеточная модель, Ansys Fluent.

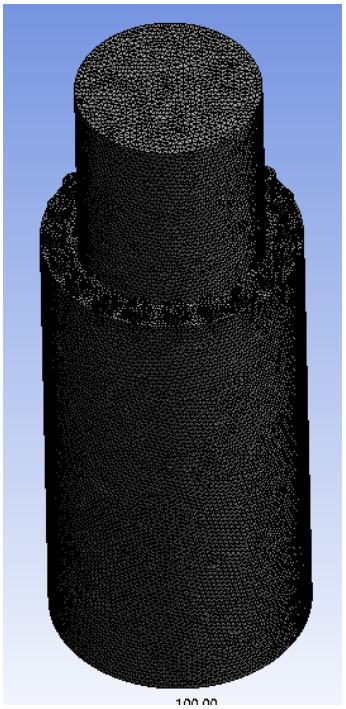
Важной задачей в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности является получение мелкого сыпучего порошка на основе силикагеля, который применяется в качестве катализатора [1]. Особой сложностью является получение порошка определенной дисперсности, т.е. размер частиц должен варьироваться в определенном интервале [2]. Для разделения порошка предлагается использовать центробежный классификатор [3–5]. Целью данной работы является исследование распределения скоростей внутри аппарата с помощью решения дифференциальных уравнений, которые заложение в программный продукт Ansys Fluent.

В ходе расчетов изменялась входная скорость газового потока *W* от 1 до 8 м/с. При этом постоянным значением задавалась плотность, которая составляла 1,205 кг/м^3, динамическая вязкость газа – $15{,}1 \cdot 10^{-6}$ Па·с. При численном моделировании использовался нестационарный решатель. Рассматривались поля скоростей в моменты времени расчета – 0,01, 0,05 и 0,1 с. На выходе из аппарата задавалось атмосферное давление.

Сеточная модель включала около 1 млн гексаэдральных элементов (см. рисунок). Трехмерная модель была построена в SpaceClaim. Далее сетка создавалась в «Mesh».

Результаты численных нестационарных расчетов показали, что время выхода решений на квазистационарное течение зависит в большей степени от входной скорости движения газового потока в классификатор – при увеличении скорости время выхода уменьшается, так как от нее непосредственно зависит значение скорости в прямоугольных щелях, которые проделаны во внутренней трубе аппарата, соответственно, она определяет частоту вращения вихрей.

Следует отметить, что при построении зависимостей значения осевых и окружных скоростей были приведены к безразмерному виду путем их отношения к скорости в прямоугольной щели.



Сеточная модель центробежного классификатора, выполненная в программном модуле Ansys Fluent

При численном моделировании задавалось 1500 итераций. При этом использовалась модель турбулентности *k–w* SST. Критерии сходимости устанавливать с точностью 1e–16.

В ходе расчетов было отмечено, что данный параметр характеризует устойчивость вихрей при их движении в межтрубном пространстве. При более высоких значениях частоты вращения, иными словами, входной скорости газа, вероятность отклонения вихрей от начальной оси вращения уменьшается, также, вероятно, прецессия и нутация вихревой структуры становится менее выраженной, что в совокупности уменьшает время выхода расчета безразмерных осевых и окружных скоростей на квазистационарное течение.

В докладе показано, что при увеличении входной скорости газового потока время выхода расчета на квазистационарное течение безразмерных окружных скоростей в области вихрей уменьшается. Однако, для большей части линий необходимо 0,1 с.

В докладе показано уравнение, показывающее связь между гидравлическим сопротивлением аппарата и входной скорость газовой среды.

Предлагаемое конструктивное оформление аппарата позволяет создать структурированный поток с множеством вихрей в межтрубном пространстве и наличием областей с отрицательными или около нулевыми скоростями – транспортными каналами.

Источники

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

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

3. Патент на полезную модель № 201604 U1 Российская Федерация, МПК B01D 45/04, B04C 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.].

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

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

УДК 629.5.048

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Д.А. Зеленов
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
dimariff@mail.ru
Науч. рук. ст. преп. А.С. Марченко

В статье рассмотрены аспекты современных систем автоматического управления технологическими процессами, отдельное внимание уделено вопросу автоматизации систем вентиляции и кондиционирования, ее актуальности и особенностей. Представлен состав и назначение элементов типовой системы вентиляции и кондиционирования. Описаны особенности работы таких систем и требования к ним, обоснованные технологией производства на объекте, санитарными нормами и требованиями пожарной безопасности.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, приточно-вытяжная вентиляция, кондиционирование, микроклимат, пожарная безопасность.

На современном этапе развития все большую актуальность приобретают различные системы автоматического управления технологическими процессами. Такие системы подразумевают интеграцию средств и методов позволяющих реализовать управление и мониторинг того или иного технологического процесса без непосредственного участия рабочего персонала.

Особое внимание уделяется системам автоматизации промышленных систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Острая потребность в автоматизации таких систем связана с тем, что тот или иной технологический процесс требует обеспечения определенных условий микроклимата в рабочей зоне, при этом создание и поддержание параметров воздуха в помещении является важной составляющей технологического процесса, нарушение которого недопустимо [1].