



КГЭУ

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2024 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

**Международная молодежная научная конференция
(Казань, 24–26 апреля 2024 г.)**

Материалы конференции

В четырех томах

ТОМ 2



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2024 «ЭНЕРГЕТИКА И
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 24-26 апреля 2024 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

В четырех томах

ТОМ 2

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

Казань 2024

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,
доктор технических наук, доцент К. В. Сулов;

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),
Д.А. Ганеева

М43 Международная молодежная научная конференция
«Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая
трансформация»: электронный сборник статей по материалам
конференции: [в 4 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2024. – Т. 2. – 819 с.

ISBN 978-5-89873-663-7 (общий)

ISBN 978-5-89873-665-1 (т. 2)

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2024 «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 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-663-7 (общий)

© КГЭУ, 2024

ISBN 978-5-89873-665-1 (т. 2)

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

СЕКЦИЯ 1. ЯДЕРНАЯ, ТЕПЛОВАЯ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Абрамов Р.А. Использование абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины в составе ПГУ.....	3
Айтиева С.В. Снижение энергопотребления при переходе на горячее водоснабжение от индивидуальных тепловых пунктов.....	6
Асхадуллин Н.Р., Шаймарданов А.Р. Способы транспортировки водорода.....	9
Бабилов О.Е. Химическая регенерация ионообменных смол. .	11
Багманов А.Т. Влияние изменения графика температуры обратной сетевой воды на схемы теплоснабжения.....	15
Базин Д.А. Влияние подачи воздуха на энергетическую эффективность твердооксидного топливного элемента. Численное моделирование.....	17
Белоусова А.В. Методы очистки исходной воды от железосодержащих примесей.....	21
Биктимиров Р.Р. Конструкции топливных элементов.....	24
Боровков Д.А. Использование малых модульных реакторов в промышленных целях.....	27
Валиуллина Е.С. Моделирование процесса минимизации выбросов при сжигании низкосортного топлива в энергетическом котле с применением программы ANSYS CHEMKIN.....	30
Вафина Э.А. Электролизеры получения водорода. Конструкции, материалы.....	33
Волков Н.О., Базин Д.А. Исследование солнечных опреснительных установок с вакуумными трубчатыми коллекторами	37
Волков Н.О., Базин Д.А. Инновационная гибридная установка по переработке отходов в энергию — параболическая желобная установка для производства электроэнергии и опреснения воды.....	40
Вьюгова К.Д. О механизме образования устойчивого фонтанирующего слоя.....	44
Гайнутдинов Ф.Р. Параметры оптимизации гибридной системы ТОТЭ – МГТ.....	47

Галяутдинов Р.М. Обзор проектируемых компрессорных станций с ГТД для добычи и транспорта природного газа.	50
Гафиятуллин Д.М. Технологии хранения водорода.	53
Година П.В. Системы оперативно-диспетчерского управления тепловыми сетями.	55
Зайнуллина Г.И. Исследование и сравнение схем на основе технологии нулевого сброса сточных вод термического обессеривания.	58
Зайнуллина Г.И. Обзор технологий производства ионитных смол.	61
Залаев А.Э. Влияние высокого уровня выгорания топлива на его характеристики.	64
Земляных В.П. перспективы использования ВВЭР-ТОИ.	67
Зотова К.В., Ухалова Е.Г. Методы определения водородного показателя p_{H_2} при рабочих параметрах теплоносителя.	70
Иванкив Е.Р. Снижение тепловых нагрузок систем теплоснабжения.	73
Иванова А.Р. Применение САПР в проектировании теплоэнергетических систем.	76
Камалиева Р.Ф. Абсорбционная установка для улавливания CO_2 из дымовых газов водогрейного газового котла мощностью 1000 Квт.	79
Кашин М.А. Способы повышения эффективности паровых турбин.	82
Кенчадзе О.А. Анализ методов получения водорода в области промышленности.	85
Лавриков В.А. Проблема спонтанного триггеринга парового взрыва при контакте капель горячего расплава с теплоносителем в ядерном реакторе.	88
Литвиненко А.Е. Режимы работы теплофикационной турбоустановки Т-110/120-12,8-5.	91
Майоров Е.С. Определение эксергетического КПД установки паровой конверсии (риформинга) сложного углеводородного топлива.	94
Макуева Д.А., Разакова Р.И. Способы безопасного хранения водородного топлива.	97
Миниханова А.Р. Рекуперация тепловой энергии в системах вентиляции МКД.	100

Миниханова А.Р. Утилизация и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод.	103
Миннебаев Р.Д. Расширение генерирующей мощности Казанской ТЭЦ-1.	106
Нуруллин И.Р. О возможностях использования паровых турбин в составе ПГУ.	109
Сайфуллина Э.И. К вопросу о возможности покрытия тепловых нагрузок ТЭЦ с энергоблоками ПГУ-450 при подключения дополнительных тепловых потребителей.	112
Сатаров А.С. Основные виды схем отопления.	115
Сафаров И.И. Водородный топливный элемент.	117
Сафиулин Д.А. Утилизация пластиковых отходов для производства водорода.	121
Селендюкова О.О. Роль исследовательских реакторов в современной ядерной энергетике.	124
Соколов К.А., Бондарева А.С. Лабиринтные уплотнители ГТД проблемы и решения.	127
Сулейманов Э.В. Исследование влияния различных факторов на эффективность утилизации теплоты в парогазовых установках. ...	129
Сунгатуллин К.И., Низамова А.Ш. Целесообразность использования в качестве резервного топлива судовой мазут марки Ф5 вместо топочного М100 на районной котельной «Азино» г.Казани.	132
Титенков В.В. Двухфазное течение в ядерной энергетике: проблемы и пути их решения.	135
Филимонов А.А. Варианты архитектуры химико-технологической части АЭТС с ВТГР.	138
Хайрутдинов А.М. Проектирование электролизной установки для получения зеленого водорода.	141
Хасанов А.А., Набиуллина М.Ф. Исследование работы плоского солнечного концентратора для энергообеспечения жилого комплекса.	144
Черкасов А.С. Сравнительный теоретический анализ применения комбинированных энергоустановок с твердооксидным топливным элементом и газовой микротурбиной относительно иных децентрализованных энергоустановок.	147
Чумаков М.С. Система защиты подогревателей высокого давления.	151

Шарипов А.Р. Проблемы коррозии и эрозии латунных конденсаторных трубок.	154
Шипиловских Н.А. Инновационные технологии в теплоэнергетике.	157
Шомахмадов И.Б. Преимущества и риски жидкосолевых ядерных реакторов.	160
Ямалов Б.Р. Уран-ториевый цикл как источник энергии в ядерной энергетике.	163

СЕКЦИЯ 2. ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГОУСТАНОВОК И СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Абдуллин Т.Р. Определение толщины теплоизоляционного слоя в программной среде LabVIEW и COMSOL.	166
Александров Р.Н. Исследование турбулентности потока при разных режимах работы запорно-регулирующей арматуры.	169
Анцупов Н.А. Особенности вибродиагностики трубопроводов.	172
Архипов А.Е., Мичурин В.П. Оптимизация процессов сжигания топлива в промышленных котельных для повышения эффективности и снижения выбросов. ...	175
Бикеев Т.В. Отбор геотермальной теплоты для ее дальнейшей трансформации в теплонасосных станциях.	178
Гадецкий В.Ю. Оптимизация эффективности: гидравлическая балансировка систем теплоснабжения многоквартирных домов.	181
Газизова Р.Н. Способы повышения эффективности системы теплоснабжения.	183
Ямилева А.Р. Математическая модель колебательного процесса в стеклопластиковом трубопроводе.	186
Гафиатуллина К.Р., Мухамедзянов Д.Р. Влияние тепловой изоляции на эффективность теплообменного оборудования.	189
Гафиатуллина К.Р. Исследование характеристик термочехлов на основе аэрогеля в условиях климатических испытаний.	193
Гаязова З.И., Усанова Е.А. Численное моделирование колебаний дефектов различной формы и размера.	196
Глухова П.Е. Перспективы применения геотермальной энергетики в России.	199

Миннигалимов Р.Р., Гузаеров М.Л. Регуляция расхода теплоносителя в тепловых пунктах для повышения энергоэффективности системы.	202
Закирова Я.Р. Повышение эффективности ограждающих конструкций стен зданий.	205
Иванов А.О. Мероприятия по снижению теплопотерь через ограждающие конструкции промышленного здания.	208
Исаева Е.А. Использование тепловых накопителей энергии для устранения дебалансов в энергетике промышленных предприятий.	210
Ковальчук А.А. Улучшение характеристик печного бытового топлива добавлением дизельных дистиллятов вторичной перегонки.	213
Коньжов К.В. Особенность построения вентиляции в офисных зданиях и ее влияние на качество воздуха внутри помещений.	216
Коньжов К.В. Влияние вентиляции на качество воздуха в зданиях.	219
Крайков М.Д., Гафиатуллина К.Р. Исследование теплофизических характеристик материала на основе аэрогеля при повышенных температурах.	222
Кузнецов И.В. Modernization of heat supply systems.	225
Мукатдаров А.А., Мукатдарова Д.А. Тепловые процессы при сушке керамических строительных материалов.	227
Мурзаев А.С. Повышение эффективности аккумуляторов теплоты каскадным расположением материалов с фазовым переходом.	231
Мустафин Р.М. Исследование системы термохимической рекуперации теплоты отходящих дымовых газов с глубокой утилизацией в программном комплексе ASPEN HYSYS.	234
Мухутдинов А.Р. Проблемы, сдерживающие развитие переработки золошлаковых отходов в различных регионах.	237
Новоселова М.С. Энергообеспечение жилого района за счет мини-ТЭЦ.	240
Румянцев А.С. Оценка эффективности применения парокompрессионных тепловых насосов в автономных системах теплоснабжения.	242
Смирнова Е.П. Влияние хладагентов на окружающую среду. .	245
Тимершин А.Р., Шарафиев Д.Е. Функционализация углеродных нанотрубок для повышения эффективности модифицированных теплоносителей.	248
Токтарова А.А. Практическое применение пониженных температурных графиков систем отопления.	251

Усанова Е.А., Гаязова З.И. Создание программы для определения расстояния до места утечки.	254
Шадымов Н.А. Исследование потока газа через уплотненный слой в трубе: влияние шероховатости гранул.	257
Шарафиев Д.Е., Тимершин А.Р. Сравнительный анализ процесса режима заряда аккумулятора тепла фазового перехода.	259
Юровская В.Д., Дроздов Н.Н. Перспективы применения нейросети для повышения эффективности работы оборудования теплоэлектростанций.	262

СЕКЦИЯ 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Абрамов В.А., Смышляев М.О. Использование нейросетей для контроля энергонасыщенных ГТУ.	267
Аксакова З.Ф., Герюгова А.А. Применение силикатных покрытий для защиты от износа в гидравлических турбинах.	270
Алтынбаев Р.Л., Клейдман О.В. Прочность лопаток турбомашин под действием растягивающих центробежных сил инерции с учётом влияния связей.	273
Антонов В.Д., Гарипов К.Р., Клейн Е.В. Снижение выбросов при работе котельного агрегата.	276
Анцырев А.А. Механика в COMSOL Multiphysics.	279
Анцырев А.А., Маслов И.Н. Сравнение тепловых станций, работающих на угле и газе.	282
Асыллов А.Р., Маслов И.Н. Выбор газопоршневой установки для изолированного района.	286
Асыллов А.Р., Маслов И.Н. Исследование модернизации двухвального газотурбинного двигателя с форсажной камерой.	288
Бакинский А.А. Расчёт сетевого подогревателя паротурбинной установки.	292
Барейчев Р.Т., Корсаков А.В. Обзор различных типов газогенераторов.	295
Валиуллин А.А., Шарипов Т.И., Шакуров Ф.Ф. Бережливое производство для энергосистем.	298
Валиуллин А.А., Шарипов Т.И., Шакуров Ф.Ф. Применение водородных накопителей в энергетике.	301

Волкова Е.В., Яркова В.А., Хакимуллина Л.Ш. К методике механического расчета монтажных натяжений и стрел провеса проводов воздушных линий электропередач.	304
Володина С.Н., Мельникова Е.А. Использование газотурбинных установок в нефтеперерабатывающей промышленности	309
Галиев И.Р. О причине парадокса в примере Пэнлеве – Клейна.	312
Гареев А.Ю., Маслов И.Н. Нарушения функционирования механических систем с «сухим» трением.	315
Гареев А.Ю., Маслов И.Н. Энергетика Красноярского края после газификации.	318
Гарипов М.И., Петров Д.Н. Прогнозирование потребления энергетических ресурсов в микрорайоне	321
Гарипов М.И. Пуск ГТУ гидродвигателем	323
Гильмутдинов Р.Р. Моделирование ГТУ с целью повышения КПД	326
Гильмутдинов Р.Р. Применение компьютерных технологий в обучении теоретической механике и конструировании ГТУ.	330
Гильмутдинова Р.И., Клейн Е.В. Использование генераторного газа из низкосортного угля в ГТУ	333
Готин Я.С., Лаптев С.А. Анализ характеристик насосов для перекачки сложных смесей с содержанием жидкой, твердой и газообразной фаз	336
Грищенко Д.В. Вибрационная надёжность лопаток турбомашин	339
Гурова М.В., Клейн Е.В. Гибридные мини-ТЭС с ветровыми установками	343
Дворнова Е.А. Перспективы применения биотоплива в энергетических котлах	346
Дворнова Е.А., Чалкин Д.В. Региональная дифференциация нормативных требований по выбору энергетического оборудования	349
Еркияшев С.А., Клейн Е.В. Влияние вибраций, вызванных работой ГТУ, на сотрудников тепловых электростанций.	352
Залялов А.А., Маслов И.Н. Выбор энергетического оборудования по фактическим нагрузкам.	355

Залялов А.А. Использование утилизационных теплообменников для ГТУ малой мощности	358
Замалетдинов Р.И., Клейн Е.В. Снижение выбросов оксида углерода при работе газотурбинной установки	360
Зиятдинов Д.Д. Способы использования нефтяного кокса	363
Зозуля И.В. Анализ работы ГТУ на разных видах топлива	365
Иванов Н.А., Шишкина Е.А. Способы увеличения конструкционной прочности материалов и элементов систем	368
Ишалин А.В. Вариант газификации отдаленных районов с использованием магистральных газопроводов	371
Казбакова И.Р. Оценка вредных выбросов парового котла ДЕ-10-14ГМ на различных видах топлива	375
Клейн Е.В. Расчёт парового котла при работе на синтез-газе	378
Лысов Ф.Д. Мониторинг электрических нагрузок в жилищно-коммунальном хозяйстве	381
Лысов Ф.Д., Маслов И.Н. Применение водорода как фактор развития энергетической отрасли	384
Меньшатов А.М., Маслов И.Н. Влияние водородного топлива на работу газотурбинной установки.	387
Меньшатов А.М., Маслов И.Н. Водородная энергетика как фактор развития топливно-энергетического комплекса.	389
Мерзляков А.А., Клейн Е.В. Источники возникновения и способы снижения шума при работе ГТУ	392
Микусов Е.О. Исследование целесообразности применения внутрицикловой газификации угля в энергетике	396
Муругов Д.А. Использование турбодетандера для извлечения энергии природного газа	399
Набиуллина М.Ф. Исследование работы различных типов солнечных концентраторов в условиях Республики Татарстан	402
Назыркулов Н.К., Клейн Е.В. Материалы для фотоэлектрических модулей солнечных энергоустановок	406
Насибуллин А.А., Маслов И.Н. Сравнение энергообеспечения жилищного комплекса когенерационными установками на базе ГТУ и на базе ГПУ	409
Нигаметзянова С.Н., Матвеева А.С. Принцип работы электрического генератора в гидроэлектростанции	412

Низамова А.Ш., Сунгатуллин К.И. Целесообразность использования в качестве резервного топлива судовой мазут марки Ф5 вместо топочного М100 на районной котельной «Азино» г. Казани	415
Новоселова М.С. Синтез-газ как топливо для газотурбинных установок	418
Орлов А.С. Автоматизированное моделирование	420
Орлов А.С., Гарипов М.И. Исследование добавления водорода к природному газу и его влияние на механические характеристики лопатки газовой турбины	424
Петров Д.Н., Маслов И.Н. Исследование модернизации ГТУ SGT-600 в программном комплексе АС ГРЭТ	427
Петров Д.Н., Орлов А.С. Мониторинг электрических нагрузок с целью своевременной актуализации нормативной базы ...	430
Петрова Д.Д., Маслов И.Н. Программная среда для проведения энергоаудита газотурбинных установок.	432
Петрова Д.Д., Маслов И.Н. Расчет энергетических характеристик генерирующего оборудования в изолированном районе.	435
Порозова А.А. Направления совершенствования гидроциклонного оборудования с целью расширения их области применения	438
Рафиков М.Б., Калинин И.А., Теткин И.Ю., Марченко Ю.Г., Седунин В.А. Разработка стенда для измерения тяги электроventильаторов для малой авиации.	441
Рыбаков И.Д. Бережливое производство для энергосистем ...	445
Рыбаков И.Д. Мониторинг энергетических ресурсов жилых районов крупных городов	447
Сабиров Р.И. Водородная энергетика как фактор развития экономики	451
Сабиров Р.И., Залялов А.А. Сравнительный анализ турбин Siemens SGT-800 и ГТЭ-65	453
Салахутдинова Э.И., Клейн Е.В. Сложности и перспективы применения водорода в энергетике	456
Самигулин Д.С., Маслов И.Н. Исследование статистических параметров газа в различных сечениях проточной части двигателя ...	459
Самигулин Д.С., Маслов И.Н. Перспектива использования угля в качестве топлива	462

Сарафанников С.М., Клейдман О.В. Ползучесть и длительная прочность рабочих лопаток турбомашин	465
Семенов И.В. Владение английским языком специалистов энергетической отрасли	468
Соловьева А.В., Лаптев С.А. Классификация центрифуг по способу выгрузки жидкой фазы	471
Солуянов В.И., Гусаров А.Г. Внедрение устройств защиты от дугового пробоя в электроустановках жилых и общественных зданий	474
Стасеев А.А. Автоматизированное проектирование 3D-моделей спирального отвода ступени центробежного насоса с помощью API «Компас-3D»	477
Сулейманова А.А., Хадиева А.Р., Клейн Е.В. Режимы работы низкотемпературного газогенератора	480
Терская А.А. Перспективные направления получения водорода в России	483
Терская А.А. Энергоснабжение изолированного района с учетом фактических электрических нагрузок	486
Теткин И.Ю., Седунин В.А., Калинин И.А., Рафиков М.Б. Радиальное траверсирование осевого компрессора натурной ГТУ	489
Ханго О. Потенциал развития энергосистемы Республики Намибия при использовании местных ресурсов.	492
Хасанова А.Х., Лаптев С.А. Разработка пилотной установки для апробации стадии предварительной подготовки нефти.	495
Хафизов Г.И., Клейдман О.В. Методы увеличения долговечности лопаток турбомашин при вынужденных колебаниях ...	498
Хисамутдинов М.Р., Клейн Е.В. Трубопроводный транспорт водорода	501
Чалкин Д.В. Модернизация Заинской ГРЭС	504
Чалкин Д.В., Дворнова Е.А. Современный подход к выбору энергетического оборудования	506
Шайнуров Р.Д. Повышение энергетических характеристик ГТУ	509
Шайнуров Р.Д., Маслов И.Н. Применение автоматизированной системы газодинамических расчетов энергетических турбомашин	512
Шакуров Ф.Ф., Шарипов Т.И., Валиуллин А.А. Актуализация электрических нагрузок на примере Московской области	515

Шакуров Ф.Ф., Шарипов Т.И., Валиуллин А.А. Моделирование ГТУ в АС ГРЭТ.	518
Шарипов Т.И., Шакуров Ф.Ф., Валиуллин А.А. Обзор современных подходов к топливу из биомассы для сжигания на ТЭС..	521
Шарипов Т.И., Шакуров Ф.Ф., Валиуллин А.А. Современные отечественные тепловые электростанции	524
Шаров М.Д. Современные энергетические технологии в геотермальной энергетике	526
Шилкин Д.В., Маслов И.Н. Выбор газопоршневой установки на основании расчета электрической нагрузки	529
Шилкин Д.В., Маслов И.Н. Работа газотурбинной установки на разных видах топлива	532

СЕКЦИЯ 4. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ, СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Айдаров М.А., Пономарёва Д.С. Оценка себестоимости водорода в гибридном энергокомплексе.	536
Гильфанова Р.Л. Анализ применения композитных опор ЛЭП в сейсмическом районе.	540
Мустафина Г.Р. Диагностика и выявление дефектов стальных резервуаров.	543
Мустафина Г.Р. Конструктивные решения цилиндрического железобетонного резервуара.	545
Мустафина Г.Р. Оценка прочности железобетонного резервуара.	548
Насырова И.И. Энергоэффективный сепаратор с наклонными пластинами.....	550
Попова Л.А., Дорожкин А.Д., Ламонов А.С. Энергоэффективное остекление.	554
Сабирова Ю.Ф. Влияние коэффициента гидравлического сопротивления на теплоотдачу через пористый материал из меламина.	558
Фадеева К.А., Шамбина Д.А. Охлаждение газов водой с регулярными насадками	561
Хнычева Н.В. Напряженно - деформированное состояние монолитных железобетонных стен зданий.....	564
Шакурова Р.З. Численное исследование осаждения частиц пыли в пористых теплообменниках.	569

Шамбина Д.А., Фадеева К.А. Охлаждение газов водой с нерегулярными насадками.	572
--	-----

СЕКЦИЯ 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Абзалов Д.Б., Горбов В.Ю. Система дымоудаления в умном доме	576
Ардеев И.Р. Внедрение робототехники в процессы автоматизированных технических измерений	578
Баторшин Т.Р. Система диагностики программно-технического комплекса с использованием элементов искусственного интеллекта	582
Бикбулатов Р.И. Актуальность задачи автоматизации расчета параметров греющего провода и выбор инструмента для ее реализации	586
Богданов А.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве	589
Богданов А.В. Анализ применения манипулятора в индустрии развлечений	592
Валеев А.И. Автоматизированная система подачи газообразных топлив на горелку котла Е-180-3,3-425 ГД	594
Газизуллин И.М. Применение экструзии для формования изделий из пластмасс.	598
Галиева А.Р. Автоматизированные датчики мониторинга среды в угольных шахтах.	600
Горбов В.Ю., Абзалов Д.Б. Использование искусственного интеллекта в системах вентиляции	603
Идрисова Г.Ф. Разработка автоматической системы пожаротушения для обеспечения безопасности в банном помещении.	605
Каримов Р.И., Ильина А.А. АСУ климатом в умном доме с использованием альтернативных источников энергии	610
Квасова И.С. Программирование автоматической системы управления камерой копчения колбасы с использованием программного комплекса CODESYS.	612
Муниров Э.Д., Ильина А.А. Система автоматического управления технологическим процессом производства этиленгликоля	616

Муратова А.М. Разработка автоматизированной системы управления канализационной насосной станцией	620
Пирогова А.М. Модернизация пароводяного тракта котла БГМ-35м	624
Стукало Р.Е. Система автоматического управления турбодетандерным агрегатом	629
Тазеев Н.Ф., Ильина А.А. Система автоматического управления вентиляторной градирней типа СК	633
Фаизов Н.Н. Разработка автоматизированной системы управления оборотного водоснабжения производственного участка .	638
Хабиров Т.А. Программа Matlab, как инструмент моделирования и автоматизации инженерных решений	641
Шайхезадин Д.И, Шаронов Н.С. Разработка многопользовательской онлайн-платформы для проведения робототехнических соревнований	644
Эйтерник А.Ю. Автоматическая система управления метантенком очистных сооружений г. Йошкар-Ола	647

СЕКЦИЯ 6. ТЕПЛОФИЗИКА

Абдуллин А.А. Математические исследования сепарационного устройства с дугообразными элементами.	651
Бадретдинова Г.Р. Конденсация паровоздушной смеси на поверхности кольцевого круглого спирального ребра постоянной толщины.	654
Валюк А.С. Способы измерения теплоты.	657
Галиулина А.Р. Выбор эффективного теплообменного аппарата для судовой энергетической установки.	660
Гильмутдинова Р.И., Nguyen Vu Linh, Hanoi University of Industry, Vietnam. Определение критического размера уносимых частиц в реакторе с псевдоожиженным слоем.	663
Жалмаганбетова С. Т., Жексенбекова А. Д. Сравнительный анализ видов топлива, используемого в газотурбинных установках.	666

Бадретдинова Г.Р., Зинуров В.Э., Якупов Т.Р. Численное моделирование конденсации двухфазной смеси на оребренной поверхности теплообменного аппарата.....	669
Прец М. А., Хабибуллин Б. Р., Зиангиров А.Ф. Сепарационное мультивихревое устройство для улавливания мелкодисперсных твердых частиц.....	672
Мугинов А.М., Шаймарданов А.Р. Экспериментальная установка для определения эффективности сепарационной колонны	675
Мугинов А.М. Исследование влияния изменения угла раскрытия вертикальных проточек на работу мультивихревого классификатора.....	678
Прец М.А., Нгуен Ву Линь. Очистка газовых выбросов угольных котельных от твердых частиц.....	681
Репьёв В.А. Определение температуры при использовании относительного термического коэффициента.....	684
Сидоров М.П. Применение интенсификации в теплообмене....	687
Шаймарданов А.Р., Мугинов А. М. Определение эффективности улавливания мелкодисперсных частиц жидкости трубой.....	690
Шипиловских Н.А., Щербенев Н.А. Способы измерения расходов в теплоэнергетике на основе показаний приборов.....	693
Шуктомова А. Г., Nguyen Vu Linh. Сравнительный анализ градиент противоточного и поперечноточного типов по энергетическим затратам.....	696
Якунькин М.И. Дифференциальные манометры для измерения разницы давлений между двумя точками в системе.....	698

СЕКЦИЯ 7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

Абрамова С.М., Сиразиева Д.Е., Гордеева М.Э. Сравнительная характеристика антиоксидантных свойств воды из разных источников.	702
Ахманов А.Р., Хамитова М.Ф. Гидробиоценоз биологического фильтра рыбоводной установки в условиях переменной проточности.	704
Васильева Е.А., Хамитова М.Ф. Особенности зоопланктона родниковых вод и реки Илеть по материалам 2022г.	707
Гиниятуллина А.Р., Шатруков И.А. Особенности качества вод – потенциальных источников воды в УЗВ	710

Жаров Д.Н., Гордеева М.Э. Исследование антиоксидантной активности продуктов питания из рациона спортсменов-хоккеистов.	713
Зайцева М.В., Борисова С.Д. 3D печать элементов установки совместного выращивания рыбы и растений.....	716
Калайда М.Л., Пенкин В.П. Динамика изменения активной реакции среды, или водородного показателя водоема комплексного назначения на р.Нысе у с.Абди по материалам 2022 г.	719
Калайда М.Л., Удачин С.А. Изменение состава ихтиофауны Куйбышевского водохранилища с позиций возможного использования как сырья для производства кормов в аквакультуре Среднего Поволжья	722
Калайда М.Л., Шарафутдинов Р.Г. Организация и проведение конкурса на пользование рыболовным участком	725
Кашина К.А., Калайда А.А. Исследование применения методики ручного кормления для осетровых рыб.....	729
Кибякова В.П., Борисова С.Д. Аквапоника как устойчивая система выращивания комнатного растения <i>Spathiphyllum</i>	732
Кожеватова Н.А., Калайда А.А. Сравнение структуры водоохранного законодательства в России и Турции.....	736
Медведева А.С., Борисова С.Д. Исследование выращивания алоэ древовидного (<i>Aloe arborescens</i> Mill.) в аквапонической установке.	739
Мингазов Н.Р. Современное распространение ротана в России	742
Мымрина М.А., Хамитова М.Ф. Видовой состав гидробиоценоза аквапонических установок кафедры ВБА ФГБОУ ВО «КГЭУ»	745
Саетов А.Р. Исследование особенностей функционирования гидроакустических средств для контроля эффективности работы рыбозащитных сооружений.	748
Хайруллина Э.И., Хамитова М.Ф. Сравнительный анализ состояния аквакультурного сектора Республики Татарстан. Предпосылки создания кластера аквабиотехнологий в регионе.	753

СЕКЦИЯ 8. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Абсаламова С.М., Яруллина А.А. Явление фреттинг-коррозии	756
Бикбова З.М. Современные и перспективные материалы и технологии для изготовления лопаток турбин	758

Гимадиева Р.Ф., Якубова С.Н. Механическая активация минералов при измельчении	761
Гиматдинов Р.Р., Шипиловских Н.А., Щербенев Н.А. Композиционные материалы и их применение в энергетической отрасли	763
Еремин А.В., Валиев И.Р. Материалы с памятью формы и их применение на примере нитинола	765
Жалмаганбетова С.Т., Жексенбекова А.Д. Влияние высоких температур на свойства различных видов стали	767
Зыонг Тхи Май, Сазонов О.О. Металлокомплексная модификация полиуретановых термоэластопластов для воздействия на их технические свойства	770
Котомкина Д.О. Применение корреляционных функций в моделировании структуры материалов	773
Ли Е.Д., Давлетбаев Р.С., Сазонов О.О. Синтез аналитических сенсоров на основе микропористых блок-сополимеров	776
Лисовская П.В. Перспективные материалы для производства кузовов автомобилей	779
Халимова К.А., Метлёва Д.А. Новые методы защиты металлических материалов от коррозии	781
Мухутдинов К.Р., Низамиев Д.Р., Хамитов А.Р. Перспективные направления разработки полимерных композиционных материалов для 3D-печати.	784
Салимгараева И.И., Гильмутдинова К.Р. Применение наноматериалов в теплоэнергетике	787
Хусаинова Л.И., Тимонина А.И. Материалы и технологии для производства теплообменников	789
Чернов Д.В. Современные и перспективные способы термообработки алюминия	791
Щелкунова А.Ю., Морозов Н.А., Прохорова И.Е. Изучение свойств шлака восстановительного рафинирования	794
Юсупова Д.А. Перспективы использования перовскита в солнечных элементах	797
Яппаров Т.Р. Влияние кремнеземисто-карбонатной добавки на спекание глинистого сырья	799

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА РАСКРЫТИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПРОТОЧЕК НА РАБОТУ МУЛЬТИВИХРЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА

Мугинов Арслан Маратович

канд. тех. наук Зинуров Вадим Эдуардович

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

aqwewerr@gmail.com

В статье приведены результаты математического моделирования газодинамических процессов в 3D-моделях мультिवихревого классификатора с изменённым углом раскрытия вертикальных проточек.

Ключевые слова: моделирование, фракционирование, мультिवихревой классификатор, модель, мелкодисперсные частицы.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHANGING THE ANGLE OF OPENING OF VERTICAL DUCTS ON THE OPERATION OF A MULTI-VORTEX CLASSIFIER

Muginov Arslan M.

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

aqwewerr@gmail.com

The article presents the results of mathematical modeling of gas dynamic processes in 3D-models of a multi-vortex classifier with a modified angle of opening of vertical ducts.

Keywords: modeling, fractionation, multi-vortex classifier, model, fine particles.

Из статей [1-2] можно увидеть, что на данный момент проблема классификации мелкодисперсных частиц актуальная. Аппарат, представленный в работе [3], необходим для выведения фракции мелкодисперсных частиц силикагеля до 40 мкм. Однако проблема повышения селективности фракции остаётся актуальной.

В данной исследовательской работе изучается устройство [4] с внесенными изменениями в конструкцию. Внутри устройства находится труба с вертикальными продольными проточками, которые вызывают образование вихрей при прохождении через них потока газа. Устройство осуществляет классификацию благодаря этим вихрям. Мелкодисперсные

частицы, входя в вихрь, подвергаются воздействию центробежной силы, которая выбрасывает их, если они слишком крупные. Более мелкие частицы поднимаются в вихрях в пространстве между внешней и внутренней трубами.

Один из главных факторов, влияющих на вихреобразование – это форма проточек во внутреннем патрубке. В данной статье исследуется влияние изменения угла раскрытия проточки α (см. рисунок 1). Угол α определяет количество и размеры отверстий в круговой пластине, продольных вертикальных проточек внутреннего патрубка.

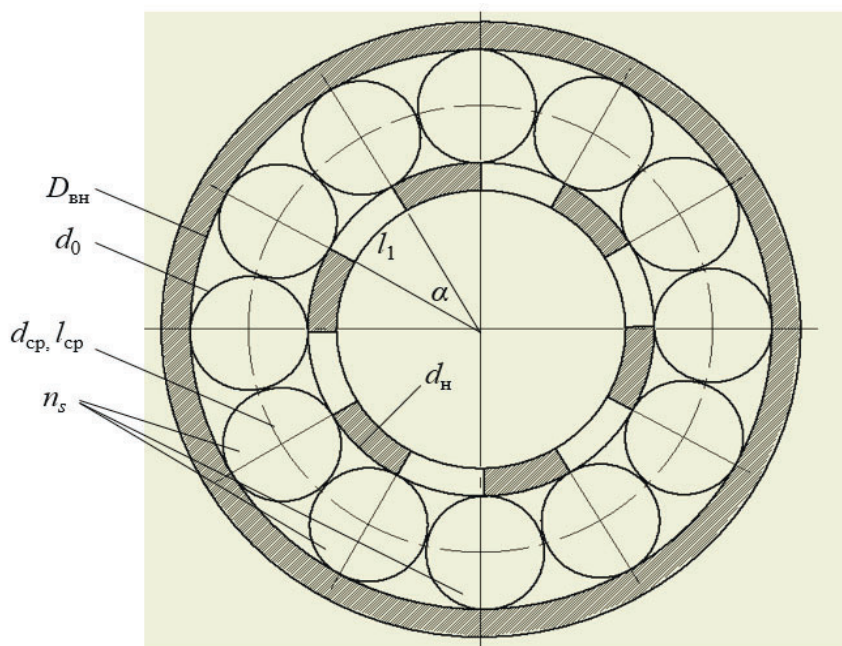


Рис. 1. Сечение мультивихревого классификатора

Рассмотрена конструкция, где угол α составил 0,6 от исходного значения. При таком значении α количество отверстий в круговой пластине составило 34, а их диаметр – 2,4 мм, количество продольных вертикальных проточек стало 17.

Для проверки эффективности работы мультивихревого классификатора было проведено математическое моделирование с использованием программного обеспечения Ansys. Моделировался процесс подачи смеси воздуха и сыпучего материала на основе силикагеля при различных скоростях воздушного потока: 8, 12, 16 м/с. Диапазон дисперсности силикагеля варьировался от 5 до 100 мкм с шагом 5 мкм. В результате был построен график зависимости эффективности улавливания частиц E от их дисперсности a (см. рисунок 2).

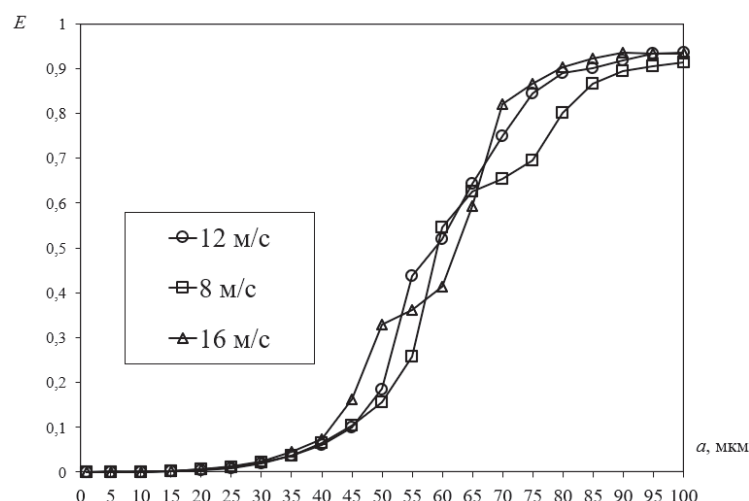


Рис. 2. График зависимости эффективности улавливания частиц E от их дисперсности a .

Можно заключить, что данная конструкция позволяет сгруппировать графики для различных скоростей, однако на графике видно появление двух скачков эффективности улавливания частиц, что приводит к значительному увеличению концентрации примесей крупнодисперсных частиц.

Источники

1. Дмитриев, А. В. 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. – Т. 10. – № 1(37). – С. 74-81.
2. Зинуров, В. Э. Промышленные испытания фракционирования сыпучего материала в мультивихревом классификаторе-сепараторе / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева, К. С. Моисеева // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25. – № 4. – С. 58-63.
3. Зинуров, В. Э. Техничко-экономическое обоснование применения мультивихревого классификатора-сепаратора / В. Э. Зинуров, А. Р. Галимова, И. Г. Ахметова, И. Н. Мадышев // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2022. – № 7. – С. 33-44.
4. Зинуров, В. Э. 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.

УДК 66.074

ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ УГОЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ОТ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Прец Мария Арнольдовна ¹, Нгуен Ву Линь ²

Науч. рук. д-р техн. наук, доцент Дмитриев Андрей Владимирович

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

² Hanoi University of Industry, Вьетнам

¹precmari@gmail.com, ²linh_nv@hau.edu.vn

В работе рассмотрена проблема очистки газовых выбросов дымовых труб от твердых мелкодисперсных частиц. Рассмотрена проблема низкой эффективности аппаратов газоочистки при улавливании частиц размером до 10 мкм. Предложен статический мультивихревой сепаратор с соосно расположенными трубами.

Ключевые слова: мультивихревой сепаратор, частицы пыли, мелкодисперсные частицы, система вихрей, очистка газа, улавливание частиц.

CLEANING OF GAS EMISSIONS FROM COAL-FIRED BOILERS FROM SOLID PARTICLES

Prets Mariia A. ¹, Nguen Vu Linh ²

¹ KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

² Hanoi University of Industry, Vietnam

¹precmari@gmail.com, ²linh_nv@hau.edu.vn

The paper considers the problem of cleaning flue gas emissions from fine solid particles. The problem of low efficiency of gas purification devices in capturing particles up to 10 microns in size is considered. A static multi-vortex separator with coaxially arranged pipes is proposed.

Keywords: multi-vortex separator, dust particles, fine particles, vortex system, gas purification, particle capture.

Весомый вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят ТЭС, основным и самым распространённым топливом для них является уголь. При сгорании угля в отходящих газах присутствует много сернистых и азотистых