



**КГЭУ**

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

---

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

**Материалы конференции**

**В                    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)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕПАРАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Мугинов Арслан Маратович<sup>1</sup>, Шаймарданов Ансель Ренатович<sup>2</sup>

Науч. рук. асп. каф. АТПП Уткин Максим Олегович  
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан  
aqwewerr@gmail.com<sup>1</sup>, ansel.shaymardanov@gmail.com<sup>2</sup>

В статье рассмотрена проблема очистки природного газа от примесей. Для решения проблемы разработана сепарационная колонна. В работе представлена экспериментальная установка по исследованию данного устройства. Отражена методика проведения эксперимента, позволяющая определить эффективность сепарационной колонны.

**Ключевые слова:** сепарационная колонна, природный газ, мелкодисперсные капли, сепарация, сепаратор.

## EXPERIMENTAL SETUP FOR DETERMINING THE EFFICIENCY OF THE SEPARATION COLUMN

Muginov Arslan M.<sup>1</sup>, Shaimardanov Ansel R.<sup>2</sup>

KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan  
aqwewerr@gmail.com<sup>1</sup>, ansel.shaymardanov@gmail.com<sup>2</sup>

The article considers the problem of purification of natural gas from impurities. A separation column has been developed to solve the problem. The paper presents an experimental setup for the study of this device. The method of conducting the experiment is reflected, which makes it possible to determine the efficiency of the separation column.

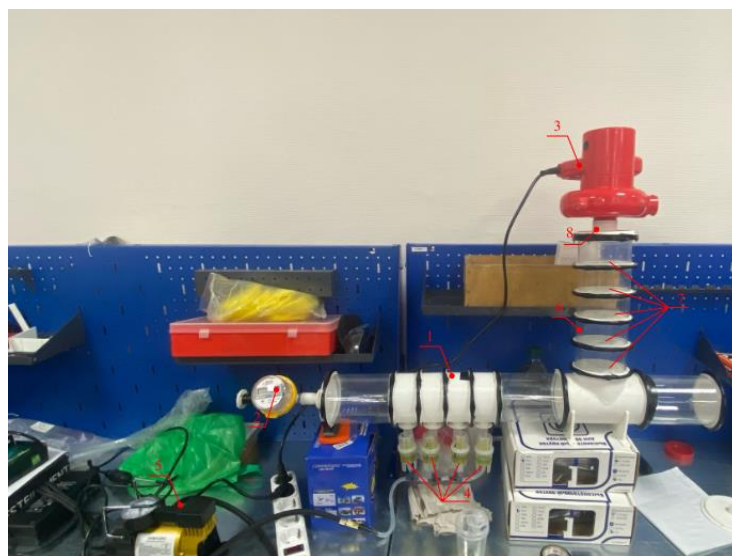
**Keywords:** separation column, natural gas, fine droplets, separation, separator.

На сегодняшний день на автономных контрольных пунктах для полноценного энергоснабжения при высоком постоянном потреблении электроэнергии применяются генераторы, использующие в качестве топлива углеводороды, например, двигатель Стирлинга. Газ для питания генератора отбирается из магистральных газопроводов, проходит через фильтр-сепаратор и блок подготовки, где осуществляется его редуцирование. Надежность и долговечность работы как редукторов давления, так и генератора зависит от чистоты подаваемого газа, то есть от

эффективности функционирования фильтр-сепаратора. Однако на данный момент такие фильтры имеют недостаточную эффективность, что приводит к преждевременному выходу из строя редукторов давления, поэтому вопрос о повышении эффективности работы фильтр-сепараторов остается актуальным [1].

В данной работе представлена экспериментальная установка (см. рисунок). Она состоит из линии подачи аэрозоля 1, расходомера 2, вентилятора 3, четырех параллельно подключенных камер небулайзера 4, компрессора 5, сепарационной колонны 6, которая состоит из нескольких секций прозрачной трубы, сепарационных дисков 7 и выходного фланца с матерчатыми фильтрами 8.

Экспериментальная установка предназначена для определения эффективности работы сепарационной колонны, которая необходима для улавливания мелкодисперсных капель из газа. Для создания тяги в проточной зоне применяется вентилятор 3, подача мелкодисперсной жидкости в установку осуществляется посредством нескольких камер небулайзера 4 объемом 8 мл, обеспечивающих тонкость диспергирования примерно 3,16 мкм, и компрессора TORNADO AC-580 с мощностью 120 Вт.



Экспериментальная установка для определения эффективности сепарационной колонны

На данный момент предметом исследования является эффективность улавливания частиц сепарационной колонной, которая вычисляется по формуле:

$$E = \frac{M_1}{M_2}, \quad (1)$$

где  $M_1$  – масса жидкости, уловленной сепарационной колонной, кг;  $M_2$  – масса жидкости, подмешанной в поток воздуха, кг.  $M_1$  находится по формуле:

$$M_1 = \sum_{i=1}^n m_i, \quad (2)$$

где  $m_i$  – масса жидкости, оставшейся на  $i$ -ой сепарационной пластине, кг;  $n$  – количество сепарационных пластин. Масса жидкости  $m_i$  находится по формуле:

$$m_i = m_{\text{ПЛ}}^{\text{после}} - m_{\text{ПЛ}}^{\text{до}} \quad (3)$$

где  $m_{\text{ПЛ}}^{\text{до}}$ ,  $m_{\text{ПЛ}}^{\text{после}}$  – масса конкретной сепарационной пластины до и после испытания соответственно, кг.  $M_2$  находится по формуле:

$$M_2 = m_{\text{СТ}}^{\text{до}} - m_{\text{СТ}}^{\text{после}}, \quad (4)$$

где  $m_{\text{СТ}}^{\text{до}}$ ,  $m_{\text{СТ}}^{\text{после}}$  – масса мерного стакана с жидкостью до испытания и масса мерного стакана с остатками жидкости после испытания соответственно, кг.

Таким образом, создана испытательная установка и выработана методика определения эффективности работы сепарационной колонны.

### 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.

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАПРАВЛЕНИЕ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

#### СЕКЦИЯ 1. ЯДЕРНАЯ, ТЕПЛОВАЯ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

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

<b>Галяутдинов Р.М.</b> Обзор проектируемых компрессорных станций с ГТД для добычи и транспорта природного газа. . . . .	50
<b>Гафиятуллин Д.М.</b> Технологии хранения водорода. . . . .	53
<b>Година П.В.</b> Системы оперативно-диспетчерского управления тепловыми сетями. . . . .	55
<b>Зайнуллина Г.И.</b> Исследование и сравнение схем на основе технологии нулевого сброса сточных вод термического обессеривания. . . . .	58
<b>Зайнуллина Г.И.</b> Обзор технологий производства ионитных смол. . . . .	61
<b>Залаев А.Э.</b> Влияние высокого уровня выгорания топлива на его характеристики. . . . .	64
<b>Земляных В.П.</b> перспективы использования ВВЭР-ТОИ. . . . .	67
<b>Зотова К.В., Ухалова Е.Г.</b> Методы определения водородного показателя рНt при рабочих параметрах теплоносителя. . . . .	70
<b>Иванкив Е.Р.</b> Снижение тепловых нагрузок систем теплоснабжения. . . . .	73
<b>Иванова А.Р.</b> Применение САПР в проектировании теплоэнергетических систем. . . . .	76
<b>Камалиева Р.Ф.</b> Абсорбционная установка для улавливания СО2 из дымовых газов водогрейного газового котла мощностью 1000 Квт. . . . .	79
<b>Кашин М.А.</b> Способы повышения эффективности паровых турбин. . . . .	82
<b>Кенчадзе О.А.</b> Анализ методов получения водорода в области промышленности. . . . .	85
<b>Лавриков В.А.</b> Проблема спонтанного триггеринга парового взрыва при контакте капель горячего расплава с теплоносителем в ядерном реакторе. . . . .	88
<b>Литвиненко А.Е.</b> Режимы работы теплофикационной турбоустановки Т-110/120-12,8-5. . . . .	91
<b>Майоров Е.С.</b> Определение эксергетического КПД установки паровой конверсии (риформинга) сложного углеводородного топлива. . . . .	94
<b>Макуева Д.А., Разакова Р.И.</b> Способы безопасного хранения водородного топлива. . . . .	97
<b>Миниханова А.Р.</b> Рекуперация тепловой энергии в системах вентиляции МКД. . . . .	100



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

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

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

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

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

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

### СЕКЦИЯ 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

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

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

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

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

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



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

#### **СЕКЦИЯ 4. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ, СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

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

<b>Шамбина Д.А., Фадеева К.А.</b> Охлаждение газов водой с нерегулярными насадками. ....	572
--	-----

## СЕКЦИЯ 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

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

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

## СЕКЦИЯ 6. ТЕПЛОФИЗИКА

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

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

## **СЕКЦИЯ 7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ**

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

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

## СЕКЦИЯ 8. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

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

Научное издание

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

Авторская редакция

Корректор *И.А. Минаев*

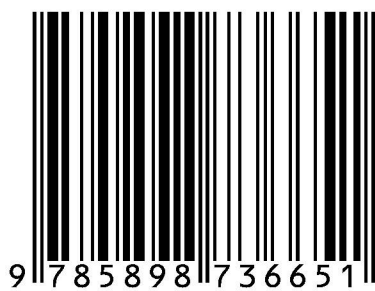
Компьютерная верстка *И.А. Минаева*

Дизайн обложки *Ю.Ф. Мухаметшиной*

КГЭУ

420066, Казань, Красносельская, д. 51

ISBN 978-5-89873-665-1



9 785898 736651