

Всероссийская конференция
**XIII СЕМИНАР ВУЗОВ
ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ
И ЭНЕРГЕТИКЕ**

12 – 14 октября 2023 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



125



НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
ПО ТЕПЛОМАССООБМЕНУ
Российской Академии наук

приоритет2030⁺
лидерами становятся

г. Нижний Новгород

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

**XIII СЕМИНАР ВУЗОВ
ПО ТЕПЛОФИЗИКЕ И ЭНЕРГЕТИКЕ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
Всероссийской научной конференции**

12-14 октября 2023, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

**© Нижегородский
государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2023**

Нижний Новгород 2023

УДК 536.2

XIII семинар вузов по теплофизике и энергетике: тезисы докладов Всероссийской научной конференции [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2023. – 1 электрон. диск (CD-ROM): зв., цв., 12 см. – Систем. требования: ПК с процессором 486; ОЗУ 8 Мб.; операц. система Windows 95; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана. – 30 экз.

Сборник содержит доклады международной научной конференции «XIII семинар вузов по теплофизике и энергетике», которая проводилась 12-14 октября 2023 г. в Нижнем Новгороде на базе Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. В сборнике представлены доклады по направлениям: физическая гидрогазодинамика и тепломассообмен; горение натуральных топлив; математическое моделирование в теплофизике и энергетике; свойства рабочих тел и конструкционных материалов в энергетике; энергоэффективность и энергосбережение; совершенствование энергетического оборудования ТЭС и АЭС; водоподготовка и водно-химический режим; возобновляемые источники энергии; вопросы экологической безопасности; образовательные программы по теплофизике и энергетике.

Рецензенты:

доктор технических наук, старший научный сотрудник ИТ СО РАН

П.Д. Лобанов;

кандидат технических наук, начальник НИИК АО «ОКБМ Африкантов»

М.А. Камнев

Редактор О.В. Пугина

Электронное издание подготовлено ЦДОТ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, компьютерная верстка С. Зубкова

ISBN 978-5-502-01735-0

Адрес издающей организации: НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

© Нижегородский
государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2023

Киндра В.О., Максимов И.А., Брызгунов П.А.	
Повышение маневренности АЭС за счёт интеграции водородного энергетического комплекса	131
Федюхин А.В., Гафиатуллина К.Р., Крайков М.Д., Мухаметова Л.Р.	
Применение современных теплоизоляционных материалов для технологического оборудования и сооружений промышленных предприятий	133
Клюкин И.И., Александров Р.Н, Загретдинов А.Р., Зиганшин Ш.Г., Измайлова Е.В.	
Акустический контроль утечек трубопровода с применением метода нормированного размаха	135
Косторева Ж.А., Омаров А.А., Сыродой С.В., Пурин М.В.,	
Экспериментальные исследования процессов секвестирования антропогенных оксидов при сжигании влагонасыщенного топлива	138
Ваньков Ю.В., Федотова А.О., Крайков М.Д., Гафиатуллина К.Р	
Модернизация кожухотрубного теплового аккумулятора 3D интенсификаторами теплообмена	140
Алексеева В.Д., Крайнов Д.А., Полканов С.В.	
Использование теплоносителя гелий в контуре ВТГР для покрытия тепловых нужд на промышленных предприятиях	142
Кропотова С.С., Стрижак П.А., Волков Р.С.	
Система идентификации возгорания в помещении и подавления горения	144
Ваньков Ю.В., Макарова А.Р., Измайлова Е.В., Ахметова И.Г.	
Коэффициент теплопроводности влажной изоляции при отрицательных температурах	147
Овчинников К.А., Ефремов А.В.	
Оценка предела вложений в повышение КПД ТЭС	149
Плотников Л.В., Давыдов Д.А., Красильников Д.Н., Рыжков А.Ф.	
Сравнительный анализ технико-экономических показателей поршневого двигателя, работающего на бензине и синтез-газе	151
Плотникова Л.В., Ваньков Ю.В., Политова Т.О.	
Повышение эффективности использования сбросной тепловой энергии в энерготехнологических промышленных комплексах с применением системного подхода.	153
Санчес Гомес О.М., Кузнецов О.Н.	
Модернизация и развитие электроэнергетической системы острова Хувентуд	155
Кудинович И.В., Сыралёва М.Н.	
Повышение энергоэффективности систем обогрева судовых цистерн	157
Ушаков К.Ю., Богомолов А.Р., Садовский В.М.	
Топливная составляющая процесса совместного ожижения сапромикситов и резиновой крошки	159
Цэрэндорж Ц., Султангузин И.А.	
Исследование снижения теплопотери зданий в Улан-Баторе	161
Султанов М.М., Болдырев И.А., Курьянова Е.В., Шевченко М.Е.	
Методы и модели технологического прогнозирования в энергетике	164
СЕКЦИЯ 6. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС И АЭС	165
Балакин Д.Ю., Аронсон К.Э.	
Определение предельного режима функционирования ступени многоступенчатого пароструйного эжектора с помощью расширенной схемы измерения...	165
Демидов А.Л., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю., Александрова Е.К.	
Распределение скорости циркуляционной воды по рядам трубок входной водяной камеры конденсатора паровой турбины	167
Киселев Д.С., Бахин А.Н., Беспечалов Б.Н., Викторова С.М., Вишневыский В.Ю., Зайцев Д.А., Козлов В.В., Репников В.М., Тихонов Н.А.	
Плотное топливо перспективных ядерных реакторов	169
Колесниченко И.В., Халилов Р.И., Окатьев Р.С., Мамыкин А.Д.	
Применение электромагнитных сил для контроля и управления жидкометаллическим теплоносителем	170

Библиографический список

1. Аминов Р.З., Байрамов А.Н. Оценка системной эффективности АЭС в комбинировании с водородным энергетическим комплексом // Известия Российской Академии Наук. Энергетика. — 2019. — № 1. — с. 70–81.
2. Патент № 2786709 Российская Федерация, МПК G21D 3/08 (2006.01). Способ повышения маневренности атомной электростанции: № 2022107205: заявл. 18.03.2022 : опубл. 26.12.2022/ Киндра В.О., Комаров И.И., Рогалев Н.Д., Рогалев А.Н., Колисенко Е.Б. ; заявитель ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». – 8 с. : ил. – Текст : непосредственный.

Исследование выполнено в Национальном исследовательском университете МЭИ за счет гранта Российского научного фонда №23-79-10235, <https://rscf.ru/project/23-79-10235/>

УДК 620.9

Федюхин А.В., Гафиатуллина К.Р., Крайков М.Д., Мухаметова Л.Р.
Московский энергетический институт, г. Москва
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ключевыми показателями, характеризующими физико-технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов, являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, сжимаемость и упругость (для мягких материалов), прочность на сжатие при деформации (для жестких и полужестких материалов), горючесть, водостойкость и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ. Важнейшим показателем эффективности тепловой изоляции является коэффициент теплопроводности материала, от которого зависит толщина теплоизоляционного слоя, соответственно, и нагрузка на изолируемый объект, его конструктивные характеристики и габаритные размеры.

Крупные промышленные предприятия энергоемких отраслей промышленности имеют сложную и разветвленную систему энергоснабжения. Основная доля потребления тепловой энергии приходится на водяной пар, расходуемый на технологические нужды производства. Для таких предприятий перспективными являются мероприятия, направленные на снижение тепловых потерь при транспортировке энергоносителей. Диапазон температур, в котором работают конструкции промышленной изоляции составляет от -180 до 600 °С. Для тепловой изоляции систем, транспортирующих высокотемпературные теплоносители

ли, применяется промышленная тепловая изоляция, подавляющая часть (85 – 90 %) которой монтируется из волокнистых материалов (минераловатные и стекловолоконистые изделия).

Одним из перспективных материалов является аэрогель на основе диоксида кремния [1]. Теплоизоляционные маты на основе аэрогеля используются для тепловой защиты высокотемпературных тепловых сетей, технологического оборудования и в сооружениях для сведения к минимуму тепловых мостов [2]. Применение матов толщиной от 10 до 20 мм приводит к снижению энергопотребления примерно на 15 – 22 % для зданий и сооружений [3]. Согласно СП 41-103-2000 в случае использования тепловой изоляции, как средства, предохраняющего обслуживающий персонал от ожогов, температура поверхности не должна превышать 60 °С для изолируемых объектов, расположенных на открытом воздухе, в рабочей или обслуживаемой зоне, либо 75 °С для объектов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны. В соответствие с данной нормой, толщины тепловой изоляции для расчетной модели паропровода при температурном режиме 300 °С применялись равными: 20 мм для аэрогеля, 150 мм для минеральной ваты. На рис. 1 и 2 представлены результаты расчета температурного профиля тепловой изоляции в среде ANSYS.

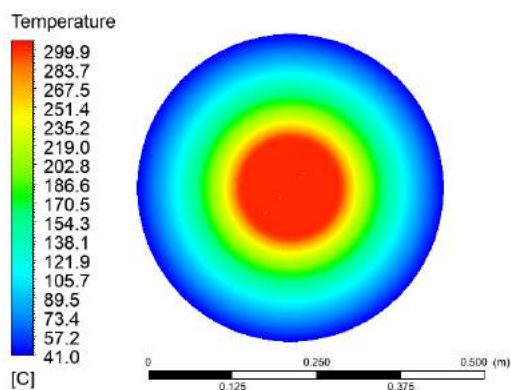


Рис. 1. Температурный профиль тепловой изоляции из минеральной ваты при 300° С

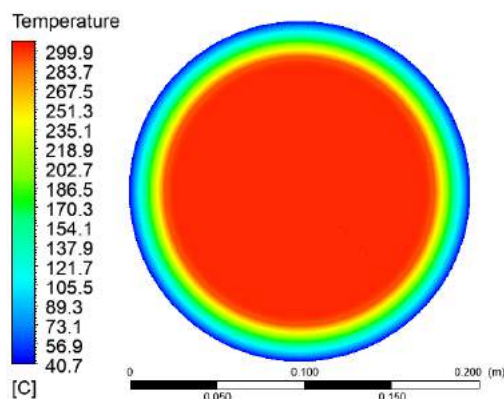


Рис. 2. Температурный профиль тепловой изоляции из аэрогеля при 300° С

На основании проведенных расчетов, можно заключить, что аэрогель по многим теплофизическим характеристикам превосходит минеральную вату. Однако важно отметить, что сложность технологического процесса изготовления, а также отсутствие массового промышленного производства в Российской Федерации значительно снижают перспективы широкого применения аэрогеля в качестве высокотемпературной тепловой изоляции.

Библиографический список

1. Alattar, A.M. Spectral and structural investigation of silica aerogels properties synthesized through several techniques. *Journal of Non-Crystalline Solids* 2021, 571, 121048.
2. Yang, W., Liu, J., Wang, Y., Gao, S. Experimental study on the thermal conductivity of aerogel-enhanced insulating materials under various hygrothermal environments. *Energy and Buildings* 2020, 206, 109583.
3. Sharma, R., Arch, B., Berardi, U. The Use of Aerogel-Enhanced Blankets for Thermal Bridging Correction in Concrete & Steel Buildings. *Feature*. 2019.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания № 075-01262-22-01 от 28.01.2022 г. (дополнительное соглашение № 075-03-2022-151/1 от 31.01.2022 г., № 075-03-2023-291/1 от 28.02.2023 г.).

УДК 621.643.8:620.179.17

**Клюкин И.И., Александров Р.Н, Загретдинов А.Р., Зиганшин Ш.Г.,
Измайлова Е.В.**

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ УТЕЧЕК ТРУБОПРОВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА НОРМИРОВАННОГО РАЗМАХА

Для обнаружения утечек трубопроводов в настоящее время широко применяются акустические методы. Это связано с тем, что акустический сигнал обладает достаточно емкой информацией о состоянии трубопровода. Эффективность акустического контроля зависит от правильного извлечения этой информации из диагностического сигнала.

всех трех топлив, такой результат можно объяснить интенсивным термохимическим реагированием диоксида азота с водяными парами, с формированием паров азотной кислоты. Анализ гистограммы приведенный на рис. 2, дает основания для вывода о перспективности применения ВУТ и влажного угля в качестве метода секвестирования оксидов азота в продуктах сгорания топлива.

Библиографический список

1. Kuznetsov G.V., Syrodoy S.V., Kostoreva Zh.A., Kostoreva A.A., Malyishev D. Yu., Nigay N.A., Gutareva N. Yu. Influence of a cubic wood particle orientation in space on the characteristics and conditions of its ignition // Biomass and Bioenergy. 2023. V. 170, 2023, P. 106704.
2. Малышев Д. Ю., Косторева Ж. А., Тамашевич М. С. Влияние компонентного состава водоугольных суспензий на объемы антропогенных газов, образующихся при их сжигании // Химия твердого топлива. 2023. №5. С.34-37

Работа поддержана РНФ (грант № 23-79-01067).

УДК 620.9

Ваньков Ю.В., Федотова А.О., Крайков М.Д., Гафиатуллина К.Р
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА 3Д ИНТЕНСИФИКАТОРАМИ ТЕПЛООБМЕНА

Серьезной проблемой при повышении эффективности работы систем централизованного теплоснабжения является значительная разница в спросе на тепловую энергию от источника к потребителям. Это приводит к повышению температуры обратной сетевой воды, что в свою очередь ухудшает эффективность работы теплоисточника. Решением, которое может уменьшить эту разницу, является использование аккумулирования тепла. Авторы работы [1] показали, что для тепловой подстанции мощностью 150 кВт применение теплоаккумулятора позволило уменьшить разницу в средних температурах обратной сетевой воды с 7,15 до 2,29 градусов, что позволило аккумулировать 69,5% избыточного тепла и повысить эффективность всей системы отопления на 22%.

Аккумулирование тепловой энергии для нужд теплоснабжения, как правило, требует большого количества баков-аккумуляторов, что увеличивает затраты и необходимые площади для их размещения.

На смену традиционным технологиям приходит аккумулирование посредством теплоаккумуляторов на фазовом переходе, работающих за счет изменения агрегатного состояния теплоаккумулирующих материалов. Эффективность применения таких агрегатов объясняется возможностью накопления и даль-

нейшего использования больших по сравнению с аккумуляторами явной энергии объемов тепловой энергии. Проведение исследований в области улучшения процессов зарядки и разрядки аккумуляторов такого типа является актуальной задачей.

Объектом исследования является тепловой аккумулятор на основе фазового перехода. Предметом исследования является процесс зарядки теплового аккумулятора на основе фазового перехода.

Низкие коэффициенты теплопроводности большинства теплоаккумулирующих материалов приводят к проблеме долгого протекания процесса зарядки аккумуляторов. В исследованиях [2, 3] авторами была приведена методика проведения эксперимента между теплоаккумулирующим материалом аккумуляторов с фазовым переходом с различными поверхностями нагрева. В результате авторы пришли к выводу, изменение скорости потока теплоносителя и его температуры на входе оказывает значительное влияние на скорость плавления ТАМ. Было установлено, что общее время плавления ТАМ сокращается примерно на 57% при увеличении температуры входного потока с 343 до 358 К. Более того, общее время плавления сокращается примерно на 70,5% при увеличении массового расхода теплоносителя с 0,15 до 5 л/мин.

Целью данной работы является повышение эффективности кожухотрубного теплового аккумулятора с фазовым переходом применением 3D поверхностных интенсификаторов теплообмена.

В докладе представлены результаты исследований повышения эффективности процессов «заряда» и «разряда» теплоаккумулятора с поверхностью теплообмена в виде сферических выемок. Описана схема экспериментального стенда (см. рис.1) и методика проведения исследований. Процессы нагрева и остывания ТАМ при различных режимах исследования иллюстрируются тепловизионными снимками.

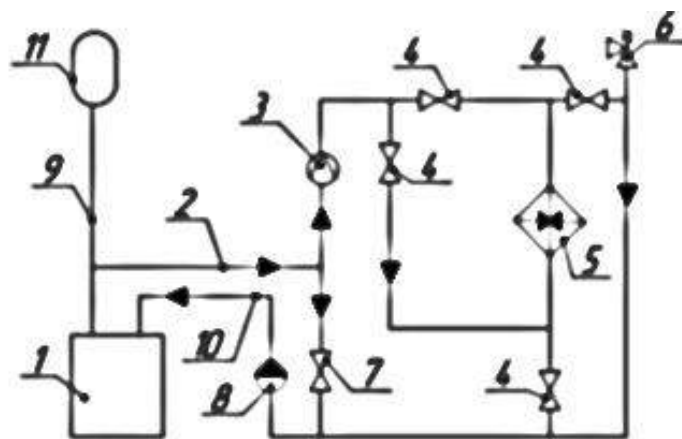


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – водонагреватель; 2 – подающий патрубков; 3 – ротаметр; 4 – кран; 5 – модель теплового аккумулятора; 6 – кран Маевского; 7 – байпасная линия с краном; 8 – циркуляционный насос; 9 – вертикальная трубка; 10 – обратная линия; 11 – расширительный бак

Получены следующие результаты:

- установлена разница во времени зарядки аккумулятора при подаче греющей среды сверху-вниз и снизу-вверх;
- модернизация поверхностей теплообмена сферическими выемками показало значительное ускорение процесса нагрева парафина.

Библиографический список

1. Turski M., Nogaj K., Sekret R. The use of a PCM heat accumulator to improve the efficiency of the district heating substation //Energy. – 2019. – Т. 187. – С. 115885.
2. Amer A. E., Elsakka M. M., Lebedev V. A. Thermal performance of an accumulator unit using phase change material with a fixed volume of fins //International Journal of Energy Research. – 2021. – Т. 45. – №. 13. – С. 19089-19102.
3. Умеренков, Е. В. Моделирование режима зарядки аккумулятора теплоты на фазовом переходе / Е. В. Умеренков, Э. В. Котенко // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 5-2(38). – С. 348-351.

Работа поддержана госзаданием (№ 075-03-2023-291).

УДК 621.039.576

Алексеева В.Д., Крайнов Д.А., Полканов С.В.

Национальный исследовательский институт «МЭИ», г. Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ «ГЕЛИЙ» В КОНТУРЕ ВТГР ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТЕПЛОВЫХ НУЖД НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Согласно отчету Министерства энергетики, более половины органического топлива, потребляемого в России, используется для теплоснабжения промышленных предприятий и отопления зданий. Это связано с необходимостью поддержания высоких температур в процессах производства, которые достигаются путем сжигания большого количества топлива.

Для обеспечения энергетических потребностей в высоких температурах при производственных процессах и отоплении зданий, предлагается использовать высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы (ВТГР), которые были предложены еще в 1950-70-е годы, но не получили широкого распространения.

Существующие исследования по высокотемпературным газоохлаждаемым реакторам базируются на модульных реакторах, где в качестве теплоносителя используется гелий – химически инертный газ, который почти не поглощает нейтроны и не способен окислять элементы активной зоны даже при очень вы-