

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.310.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 мая 2023 г., № 3

О присуждении Базуковой Эльвире Раисовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности энергетических комплексов применением тепловой изоляции со стабильными характеристиками» по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы принята к защите 21 февраля 2023 г., протокол № 2 диссертационным советом 24.2.310.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, приказ 1181/нк от 12.10.2022г.

Соискатель Базукова Эльвира Раисовна, 17 марта 1990 года рождения, в 2013 году окончила магистратуру в ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»,

в 2017 году окончила очную аспирантуру при ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Базукова Эльвира Раисовна работает в должности старшего преподавателя кафедры «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» в ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Ваньков Юрий Витальевич, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», кафедра «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. **Половников Вячеслав Юрьевич**, доктор технических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», научно-образовательный центр И.Н. Бутакова, профессор;

2. **Пастушков Павел Павлович**, кандидат технических наук, ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», лаборатория «Строительная теплофизика», ведущий научный сотрудник

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа в своем положительном отзыве, подписанном Рабаевым Русланом Ураловичем, кандидатом технических наук, проректором по научной и инновационной работе, Байковым Игорем Равильевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», **указала**, что диссертация Базуковой Эльвиры Раисовны является научно-квалификационной работой, соответствующей паспорту специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы». В диссертационной работе содержится решение задачи повышения энергоэффективности паропроводов и снижения тепловых потерь.

Диссертационная работа соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», имеет важное значение для развития соответствующей отрасли знаний, а её автор заслуживает присуждения ученой

степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации общим объёмом 4,98 печатных листа и авторским вкладом 2,13 печатных листа; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных SCOPUS / Web Of Science – 4, объёмом 1,73 печатных листа и авторским вкладом 0,72 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по специальности диссертации 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы – 2, объёмом 1,4 печатных листа и авторским вкладом 0,50 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по другим специальностям – 2, общим объёмом 1,28 печатных листа и авторским вкладом 0,58 печатных листа; свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ – 2, объёмом 0,27 печатных листа и авторским вкладом 0,14 печатных листа; патентов на полезную модель – 1, объёмом 0,30 печатных листа и авторским вкладом 0,19 печатных листа.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Vankov Y., Bazukova E., Emelyanov D., Fedyukhin A., Afanaseva O., Akhmetova I., Berardi U. Experimental Assessment of the Thermal Conductivity of Basalt Fibres at High Temperatures. *Energies*. 2022; 15(8):2784. <https://doi.org/10.3390/en15082784> (0,82 п.л./0,33 п.л.);

2. Базукова Э.Р., Ваньков Ю.В., Пономарев Р.А. Экономический эффект вариантов тепловой защиты трубопроводов энергетических комплексов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. №4 (56). С. 103-112. (0,72 п.л./0,29 п.л.);

3. Ваньков Ю.В., Базукова Э.Р., Якимов Н.Д., Шешуков Е.Г., Чичирова Н.Д. Исследование температурной деструкции теплоизоляции паропровода / Ю.В. Ваньков, Э.Р. Базукова, Н.Д. Якимов, Е.Г. Шешуков, Н.Д. Чичирова //

Труды академэнерго. – 2019. – №4. – С. 98-108. (0,68 п.л./0,21 п.л.);

4. Устройство для измерения плотности теплового потока / Э.Р. Базукова, Ю.В. Ваньков, С.О. Гапоненко, А.Р. Загретдинов, Е.В. Измайлова // пат. №204511 Рос. Федерация. №2021103464; заявл. 12.02.2021; опубл. 28.05.2021. Бюл. № 16. 2 с. (0,30 п.л./0,19 п.л.);

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022660400. «Программа расчета срока службы и предельной температуры применения теплоизоляционных материалов из данных термогравиметрии разложения» / Э.Р. Базукова, Ю.В. Ваньков, Д.А. Емельянов, Т.Р. Абдуллин. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 23.05.2022г (0,12 п.л./0,06 п.л.);

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все положительные.

С замечаниями – 6. Отзывы прислали:

1) Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и холодильные машины» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», **Ильин Роман Альбертович**. Замечаний нет.

2) Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», **Медяков Андрей Андреевич**; кандидат технических наук, доцент кафедры Энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», **Горинов Юрий Аркадьевич**. Замечания:

1. В тексте автореферата не указано на основе каких подходов производился отбор тепловой изоляции для исследований.

2. Из текста автореферата не очевидно, как производился расчет индекса доходности инвестиций и какую он имеет размерность (рис. 10, 11).

3) Доктор технических наук, главный научный сотрудник КНТЦ освоения морских нефтегазовых ресурсов ООО «Газпром ВНИИГАЗ», **Лаптева Татьяна Ивановна**. Замечания:

1. В таблицах 1 и 2 (стр. 15) представлены результаты расчета

термического индекса для различных изоляционных материалов, рассматриваемого автором как максимальная температура, ниже которой материал является устойчивым по отношению к изменению его свойств в течение выбранного срока эксплуатации. Из текста автореферата не ясно, насколько полученные значения максимальных температур применения отличаются от заявленных производителями материалов.

2. Из текста автореферата не ясно, как производился расчет индекса доходности инвестиций в нормативную теплозащиту. Какой принималась длина рассматриваемого периода, норма дисконта, стоимость теплоизоляционной конструкции?

4) Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина» (ИГЭУ), **Банников Александр Васильевич**. Замечания:

1. Из автореферата не ясно, как определялась степень выгорания связующего после выдержки образцов вырезных теплоизоляционных цилиндров в печи (рис. 5, стр. 12).

2. На странице 17 указывается, что для рассматриваемого объекта возможная экономия от организации нормативной тепловой защиты при выборе теплоизоляционного материала с учетом его долговечности составит 3,3 млн. рублей. Однако из содержания автореферата не понятно, для какого теплоизоляционного материала выполнена оценка экономии.

5) Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика» ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт», **Вахитова Роза Ильгизовна**. Замечания:

1. В автореферате на стр. 7 представлен потенциал энергосбережения при транспортировке высокотемпературных энергоносителей для предприятия шинной промышленности г. Нижнекамск. В автореферате нет схемы пароснабжения данного предприятия, не указан тип применяемой изоляции, в каком году изоляция была введена в эксплуатацию, диаметр изолируемых

паропроводов.

б) Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Тепловых электрических станций» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», **Олеся Владимировна Боруш**; кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Тепловых электрических станций» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», **Алина Алексеевна Францева**. Замечания:

1. При сравнении результатов фактических (полученных в результате измерений) удельных тепловых потерь с нормативными, автор оперирует цифрой 15 %. Чем обоснован выбор такого значения.

2. На рис. 3 приведена зависимость коэффициента теплопроводности от температуры для волокнистых материалов. Не ясно, какие именно рассматривались материалы.

7) Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Промышленных теплоэнергетических систем ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», **Яворовский Юрий Викторович**. Замечания:

1. В автореферате не представлено сравнение реальных предельных температур применения волокнистых теплоизоляционных материалов с их аналогичными паспортными величинами. Насколько полученные фактические данные соотносятся с той информацией, которая официально приводится ведущими производителями тепловой изоляции (Форвард, Rockwool, URSA и др.)?

2. Неясно, почему в четвертой главе в качестве объекта экспериментальных и теоретических исследований выбран аэрогель марки Pyrogel XTE, а в пятой главе экономический анализ приводится для другого аэрогеля марки Evergel? В таком случае, какими приоритетными технико-экономическими показателями/критериями должно руководствоваться промышленное предприятие при выборе марки/типа перспективной тепловой изоляции на основе аэрогеля?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Официальный оппонент Половников Вячеслав Юрьевич, доктор технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника», занимается фундаментальными и прикладными исследованиями в области тепло- и массопереноса в теплоизоляционных конструкциях тепловых сетей, исследованием тепловых режимов тепловых сетей в различных условиях эксплуатации, имеет соответствующие публикации.

Официальный оппонент Пастушков Павел Павлович, кандидат технических наук по специальности 05.23.03 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», занимается исследованиями теплопроводности теплоизоляционных материалов, является разработчиком нормативных документов в области проектирования и эксплуатации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, имеет соответствующие публикации.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, занимается научной деятельностью по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологии. Научные направления деятельности сотрудников кафедры «Промышленная теплоэнергетика» – исследование и решение проблем транспорта энергоносителей, в том числе связанных с энергосбережением, применением новых теплоизоляционных материалов, оптимизацией тепловых потерь. Сотрудники кафедры имеют соответствующие публикации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложено научно обоснованное решение повышения эффективности энергетических комплексов промышленных предприятий путем снижения тепловых потерь при транспортировке теплоносителей;

разработано устройство для измерения плотности теплового потока на эксплуатирующихся трубопроводах, изолированных волокнистыми теплоизоляционными материалами;

разработана методика по оценке эффективности применяемых теплоизоляционных материалов и измерению фактических тепловых потерь эксплуатирующихся паропроводов;

предложен научно обоснованный подход выбора теплоизоляционного материала, обеспечивающего наибольший экономический эффект при организации тепловой защиты паропроводов, а также стабильность теплозащитных свойств в процессе эксплуатации;

доказана связь между увеличением коэффициента теплопроводности волокнистых изоляционных материалов в процессе эксплуатации и деструкцией полимерного связующего.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана применимость разработанной методики по оценке эффективности применяемых теплоизоляционных материалов и измерению фактических тепловых потерь эксплуатирующихся паропроводов;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы термогравиметрический метод термического анализа, методы определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме для объектов плоской и цилиндрической формы, а также положения теории тепло- и массообмена в капиллярно-пористых телах;

изложены результаты экспериментальных исследований изменения коэффициента теплопроводности волокнистых изоляционных материалов при деградации структуры материала;

изучено влияние деградации структуры материала волокнистой тепловой изоляции вследствие температурной деструкции полимерного связующего на изменение коэффициента теплопроводности при температурах изолируемой поверхности 150-400 °С.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены (имеется акт внедрения) при проведении энергетического аудита в целях повышения энергетической эффективности системы пароснабжения предприятий шинного комплекса ПАО «Татнефть» (г. Нижнекамск) и в учебный процесс ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (г. Казань) устройство для измерения плотности теплового потока на работающем паропроводе и методика оценки эффективности применяемых теплоизоляционных материалов;

разработана программа для ЭВМ для расчета срока службы и предельной температуры применения теплоизоляционных материалов из данных термогравиметрии разложения;

определены предельные температуры применения волокнистых теплоизоляционных материалов и долговечности теплоизоляционных материалов применяемых для изоляции высокотемпературных объектов;

определен потенциал энергосбережения от устранения сверхнормативных тепловых потерь при транспортировке теплоносителей на примере предприятия шинной промышленности, расположенного на территории Республики Татарстан.

представлены рекомендации по повышению эффективности энергетических комплексов предприятий путем снижения тепловых потерь при транспортировке теплоносителей.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ применены апробированные методики и показана воспроизводимость результатов измерений для различных условий проведения эксперимента, термогравиметрический анализ проводился на высокоточном сертифицированном оборудовании;

теория не противоречит известным из литературы данным, согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными работами других авторов, построена на использовании законов теплообмена, термодинамики,

положений теории тепло- и массообмена в капиллярно-пористых телах, методов термического анализа;

идея базируется на анализе практики энергетических обследований производственных комплексов и возникающих затруднений при оценке эффективности применяемых теплоизоляционных материалов;

использованы современные методики экспериментальных исследований, сбора и обработки получаемых данных;

использованы программные продукты: для проведения и обработки результатов эксперимента применялась компьютерная программа, написанная в среде LabView, обработка результатов термогравиметрического анализа проводилась в программе Thermokinetics 3 NETZSCH.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах получения результатов, представленных в диссертации и публикациях, в разработке устройства для измерения плотности теплового потока на эксплуатирующихся трубопроводах, изолированных волокнистыми теплоизоляционными материалами, в разработке методики по оценке эффективности применяемых теплоизоляционных материалов и измерению фактических тепловых потерь эксплуатирующихся паропроводов, в разработке экспериментальных установок для исследований по определению теплопроводности теплоизоляционных материалов, в самостоятельном проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации экспериментальных результатов исследования, подготовке докладов, выступлениях на конференциях и написании статей.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Оценку качества состояния тепловой изоляции автор предлагает проводить сравнением фактических потерь и нормативных. При этом предельным отклонением является величина в 15 %. На основании чего выбрано отклонение в 15 %?

2. При описании исследований предельно допустимой температуры

применения в четвертой главе следовало бы сравнить результаты с результатами, получаемыми по действующими в РФ нормативными документами: ГОСТ 32312-2011 «Изделия теплоизоляционные, применяемые для инженерного оборудования зданий и промышленных установок. Метод определения максимальной рабочей температуры» - для плоских изделий (ссылки на этот документ в работе не приводится) и ГОСТ EN 14707-2011 «Изделия теплоизоляционные, применяемые для инженерного оборудования зданий и промышленных установок. Метод Определения максимальной рабочей температуры цилиндров заводского изготовления» - для цилиндров (упоминание в работе об этом документе есть). Как отмечено в работе про ГОСТ EN 14707 - в самом документе нет критериев по изменению толщины образца в процессе испытаний, однако эти критерии приведены в отраслевых стандартах на минераловатные изделия (усадка не более 5%). Методики указанных действующих ГОСТов вызывают много вопросов у специалистов - тем ценнее было бы сравнение результатов, полученных по ним, с новыми результатами, полученными в работе.

3. В пятой главе было бы полезно использовать для сравнения эффективности применения различных теплоизоляционных материалов показатель «энергетической эффективности слоя теплоизоляции», приведенный в изменении № 2 к СП 50.133300.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий». При этом в работе делаются правильные выводы о зависимости эффективности от долговечности, теплопроводности и стоимости материала.

Соискатель Базукова Э.Р. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию:

1. Предельное отклонение в 15% выбрано с учетом относительной погрешности результатов измерений. Учитывая погрешность разработанного устройства для измерения плотности теплового потока, отклонения связанные с влиянием скорости ветра на конвективную составляющую теплообмена, влияние среднесуточных колебаний температуры наружного воздуха.

2. Метод определения максимальной рабочей температуры по ГОСТ EN

14707 упоминается в параграфе 2.2 Согласно с замечанием. В работе отсутствуют исследования по определению максимальной рабочей температуры в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ EN 14707-2011 и ГОСТ 32312-2011. Отсутствует сравнение результатов полученных в главе 4 с результатами, получаемыми по указанным нормативным документам. Сущность метода, описанного в указанных ГОСТах, заключается в измерение толщины образца после одностороннего термического воздействия в течение 72 часов под нагрузкой 500 Па при максимальной рабочей температуре. Данное пожелание будет также учтено при дальнейшей работе над заданной тематикой.

3. Изменения №2 к СП 50.133300.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» опубликованы 16.01.2022. При подготовке работы показатель «энергетической эффективности слоя теплоизоляции» не рассматривался. Данное пожелание будет также учтено при дальнейшей работе над заданной тематикой.

Диссертационный совет рекомендует использовать результаты диссертационного исследования Базуковой Э.Р. в научно-исследовательских учреждениях и лабораториях при исследованиях новых и промышленно выпускаемых теплоизоляционных материалов с целью прогнозирования ухудшения теплозащитных свойств при эксплуатации, а также в научно-образовательном процессе в профильных высших учебных заведениях.

Полученные в работе результаты могут быть использованы промышленными предприятиями на этапе проектирования теплоизоляционных конструкций и выбора теплоизоляционных материалов, а также для оценки эффективности применяемых теплоизоляционных материалов, и контроля за величиной фактических тепловых потерь.

На заседании 16 мая 2023 года, протокол № 3, диссертационный совет за решение задачи снижения тепловых потерь при транспортировке теплоносителей, имеющей значение для повышения эффективности энергетических комплексов предприятий, принял решение присудить Базуковой Э.Р. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Ившин Игорь Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Зиганшин Шамиль Гаязович

16 мая 2023 г.