

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора

по научной работе и инновациям

ФГБОУ ВО «КНИТУ»

д.т.н. И.М. Гильмутдинов

« 11 » 03 2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
по диссертации Аетова Алмаза Ураловича
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа Аетова Алмаза Ураловича «Теплофизические свойства веществ и закономерности процесса окисления молибденосодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях» выполнена на кафедре теоретических основ теплотехники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2015 году Аетов Алмаз Уралович окончил ФГБОУ ВПО «КНИТУ» по специальности 240302 Технология электрохимических производств.

В период подготовки диссертации соискатель Аетов Алмаз Уралович являлся аспирантом очной формы обучения кафедры теоретических основ теплотехники ФГБОУ ВО «КНИТУ» и работал в ФГБОУ ВО «КНИТУ» в должностях старшего лаборанта, младшего научного сотрудника, ассистента, заведующего лабораторией. В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры теоретических основ теплотехники ФГБОУ ВО «КНИТУ».

В 2019 году окончил аспирантуру по очной форме обучения ФГБОУ ВО «КНИТУ» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, направленность (профиль) образовательной программы: «Теплофизика и теоретическая теплотехника» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Диплом об окончании аспирантуры выдан федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» в 2019 г.

Справка со сведениями о сданных кандидатских экзаменах по истории и философии науки (технические науки), иностранному языку (английский) и по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника выдана в 2025 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Гумеров Фарид Мухамедович, профессор кафедры теоретических основ теплотехники ФГБОУ ВО «КНИТУ».

По результатам рассмотрения диссертации Аетова Алмаза Ураловича «Теплофизические свойства систем и закономерности процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях» принято следующее **заключение:**

Актуальность темы. Тема диссертационной работы Аетова А.У. посвящена решению актуальной задачи установления термодинамических и теплофизических свойств процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях (СКФ). В современном мире роль химической отрасли промышленности крайне высока, однако с ростом темпов производства растет и количество токсичных выбросов и отходов. Вследствие чего ресурсы расходуются чрезвычайно неэкономично, и, что самое главное, формируются серьезные экологические проблемы. В последние десятилетия экологи во всем мире регулярно фиксируют ухудшение экологической обстановки по трем основным направлениям: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, водопотребление и водоотведение, отходы производства и потребления. К одной из серьезных проблем любого химического производства относится утилизация образующихся сточных вод (СВ). На данный момент современные методы утилизации СВ (термическое обезвреживание, захоронение и др.) бывают не всегда эффективны. Дальнейшее исследование новых путей очистки органических стоков является важной научно-технической задачей. Так, технология окисления, осуществляемая в водной среде в сверхкритических флюидных условиях, представляет собой один из экологически чистых способов переработки промышленных и бытовых отходов. В своей основе процессы окисления в сверхкритической водной среде проходят с образованием либо диоксида углерода и воды для углеводородных соединений, либо с образованием азота и пероксида азота для азотосодержащих соединений. Это требует создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающих минимизацию отходов, газовых выбросов и сточных вод. Учитывая, что надежды часто связаны с возможностями сверхкритических флюидных технологий и практическим отсутствием в этом случае базы данных по теплофизическим свойствам соответствующих термодинамических систем, определяющим возможности моделирования и мас-

штабирования лабораторных результатов на промышленные масштабы, предпринятый в диссертационной работе поиск путей совершенствования процессов очистки промышленных водных стоков, реализованных в СКФ условиях, дополненный формированием соответствующей базы данных по теплофизическим свойствам веществ являются крайне актуальными.

Личный вклад автора состоит в формулировке и постановке задач научного исследования и их решении, в проведении экспериментальных исследований, обсуждении и обработки результатов, в формулировании выводов по проделанной работе.

Степень обоснованности научных положений, выносимых на защиту, и достоверность полученных результатов проведенных исследований подтверждается использованием общепринятых методов исследования равновесных и переносных свойств, проведением контрольных измерений теплофизических свойств (изобарная теплоемкость и коэффициент теплопроводности) веществ, для которых имеются надежные экспериментальные данные, а также использованием современной аттестованной измерительной аппаратуры и расчетом погрешностей результатов измерений.

Научная новизна основных результатов исследования заключается в том, что в настоящей работе:

- Впервые получены экспериментальные данные по изобарной теплоёмкости и коэффициенту теплопроводности монопропиленгликоля, его водного раствора и ацетофенона, а также молибденсодержащих сточных вод — как исходных, так и подвергнутых ультразвуковому эмульгированию — в широком диапазоне температур и давлений.
- Разработаны оригинальная экспериментальная установка проточного типа с индукционным нагревом и способ для исследования процессов утилизации промышленных водных стоков в сверхкритических флюидных условиях, обладающие патентной новизной.

- Впервые реализован проточный режим реакции сверхкритического водного окисления применительно к утилизации молибденсодержащих сточных вод.

- Установлены технологические закономерности окисления органических компонентов и молибденсодержащих сточных вод кислородом воздуха в сверхкритических флюидных условиях в проточном режиме с индукционным нагревом реактора.

- Показано, что ключевыми факторами эффективности процесса утилизации молибденсодержащих сточных вод являются время пребывания стока в реакторе и избыток кислорода воздуха.

- Разработана и запатентована программа для ЭВМ, предназначенная для прогнозирования эффективности процесса утилизации молибденсодержащих сточных вод.

- Выполнено моделирование и технико-экономическое обоснование процесса сверхкритического водного окисления и пилотной установки утилизации молибденсодержащих сточных вод с использованием современных программных продуктов, направленные на оптимизацию промежуточных этапов и стратегическое управление внедрением технологии в промышленность.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость работы заключается в существенном пополнении базы данных по теплофизическим свойствам чистых веществ и их водных растворов, участвующих в процессе утилизации обсуждаемого водного стока, а также в дальнейшем развитии научных представлений о процессе окисления органических соединений в водных средах, находящихся в СКФ состоянии. Практическая значимость работы не вызывает сомнения. Полученные параметры продуктов реакций окисления органических отходов в сверхкритических условиях составляет базу, как для развития фундаментальной теплофизики, так и для моделирования, оптимизации и масштабирования соответствующих

инновационных технологий. Разработанные теплообменно-реакторные блоки для проведения процесса очистки промышленных сточных вод при СБКФ и СКФ условиях, могут служить прототипом промышленной установки, реализован и отработан процесс утилизации промышленного водного стока посредством окисления в сверхкритической водной среде с последующим выделением молибдена из твердого осадка. Это экономически выгодно уже в настоящее время, что подтверждается актами о внедрении от АО «Татнефтехиминвест-холдинг», Инженерно-Внедренческого Центра «Инжехим», ООО «Ферри Ватт», ООО «К-Точка» и ООО «Компакт».

Ценность научных работ. Диссертация Аетова А.У. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, посвященную исследованию теплофизических свойств систем и установлению закономерностей процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в СКФ условиях. В работе Аетова А.У. проведены экспериментальные и теоретические исследования изобарной теплоемкости молибденсодержащего водного стока и его компонентов; коэффициента теплопроводности молибденсодержащего водного стока и его компонентов; технологических закономерностей процесса окисления олеиновой и уксусной кислот (модельные системы) с участием пероксида водорода в качестве окислителя; технологических закономерностей процесса окисления молибденсодержащего водного стока, осуществляемого в СКФ условиях; кинетики реакции окисления молибденсодержащего водного стока с использованием кислорода воздуха в качестве окислителя; разработана оригинальная экспериментальная установка и способы для исследования процесса утилизации промышленных водных стоков в СКФ условиях; проведены анализ, обобщение, прогнозирование, моделирование и масштабирование результатов экспериментальных данных и исследуемого процесса.

Соответствие диссертации требованиям, установленным пунктом 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней. В диссер-

тационной работе на тему «Теплофизические свойства веществ и закономерности процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях» соискатель ученой степени Аетов А.У. ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, Аетов А.У. отметил данное обстоятельство в диссертационной работе.

Специальность и отрасль науки, которой соответствует диссертационное исследование Аетова А.У. Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (отрасль науки – технические) по следующим направлениям исследования:

1. Экспериментальные исследования термодинамических и переносных свойств чистых веществ и их смесей в широкой области параметров состояния;

6. Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях.

Отрасль науки – технические, поскольку работа носит прикладной характер. Аетовым А.У. разработаны и запатентованы оригинальные реактора СКВО и способы для исследования процесса утилизации промышленных водных стоков в СКФ условиях. Основной объем диссертации представляет собой экспериментальные исследования теплофизических свойств (изобарная теплоемкость и коэффициент теплопроводности) промышленного водного стока и его компонентов, исследование кинетики процесса СКВО, проведение прогнозирования эффективности процесса и моделирования технологии утилизации промышленных водных отходов, с выделением ценных компонентов для вторичного использования в современных программных продуктах для проведения моделирования на основе полученных результатов по исследованию теплофизических свойств.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России. Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в научных публикациях. Результаты диссертационной работы изложены в 29 научных работах, в том числе 11 научных статьях, входящих в международную реферативную базу данных Web of Science/Scopus (из них 1 Q1 и 3 Q2), 4 – в журналах, входящем в базу данных RSCI, 9 научных статей в прочих рецензируемых журналах. Получено 4 патента РФ и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также опубликовано 30 тезисов докладов на конференциях Всероссийского и международного уровня.

Общий объем публикаций – 12,93 усл. печ. л., из них личный вклад автора составляет 10,34 усл. печ. л.

Основное содержание работы полностью раскрывается в следующих публикациях:

№	Название статьи	Выходные данные	Авторы	Вклад соискателя
В научных изданиях, индексируемых в международных реферативных баз данных Web of Science/Scopus:				
1	Isobaric heat capacity of the binary liquid (water + 1,2-propanediol) mixtures at high-temperatures and high-pressures	The Journal of Chemical Thermodynamics. - 2021. - Vol. 152. - P. 1–15. - DOI: 10.1016/j.jct.2020.106270. (Web of Science, Q2)	Z. I. Zaripov, A.U. Aetov, R. R. Nakipov, V. F. Khairutdinov, F. M. Gumerov, I. M. Abdulagatov	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных установок, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая измерение теплофизических свойств, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
2	Isobaric heat capacity of 1,2-propanediol at high temperatures and high pressures	Journal of Molecular Liquids. - 2020. - Vol. 307. - P. 1–9. - DOI: 10.1016/j.molliq.2020.112935. (Web of Science, Q1)	Z. I. Zaripov, A.U. Aetov, R. R. Nakipov, V. F. Khairutdinov, F. M. Gumerov, I. M. Abdulagatov	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных установок, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая измерение теплофизических

				свойств, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
3	Heterogeneous Catalytic and Non-Catalytic Supercritical Water Oxidation of Organic Pollutants in Industrial Wastewaters Effect of Operational Parameters	Journal Symmetry. - 2023. - Vol. 15, Issue 2. - P. 1–23. - DOI: 10.3390/sym15020340. (Web of Science, Q2)	S.V. Mazanov, Q. M. Phan, A.U. Aetov , Z. I. Zaripov, V. L. Starshinova, E. A. Karalin, R. A. Usmanov, F. M. Gumerov, I. M. Abdulagatov	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
4	Experimental Study and Modeling of the Isothermal VLE Properties of the Supercritical C ₃ H ₈ + Aniline Mixture at High Temperatures and High Pressures	Industrial & Engineering Chemistry Research. - 2023. - Vol. 62, Issue 51. - P. 2103–22114. - DOI: 10.1021/acs.iecr.3c03685. (Web of Science, Q2)	V. F. Khairutdinov, I. Sh. Khabriev, T. R. Akhmetzyanov, A.U. Aetov , I. Polishuk, I. M. Abdulagatov	Участие в непосредственном проведении экспериментальных исследований на высокотемпературных установках высокого давления, включая измерение теплофизических свойств и изучение фазового равновесия..
5	Oxidation of Phenol and Acetone in a Model Water Flow in Continuous Mode at High Pressure	The Eurasian Chemico-Technological Journal. - 2024. - Vol. 26, No. 1. - P. 21–27. - DOI: 10.18321/ectj1562. (Web of Science, Q4)	A.U. Aetov , S.V. Mazanov, R. A. Usmanov, A. R. Gabitova, F. M. Gumerov, Yu. A. Shapovalov, Z. I. Zaripov, R. Z. Musin	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
6	Heat Capacity of Fish Oil at High Temperatures and Pressures	The Eurasian Chemico-Technological Journal. - 2024. - Vol. 26, No. 3. - P. 185–192. - DOI: 10.18321/ectj1642. (Web of Science, Q4)	Z. I. Zaripov, R. R. Nakipov, S.V. Mazanov, A. Kh. Sadykov, A. R. Gabitova, A.U. Aetov , F. M. Gumerov	Участие в разработке, создании и апробации лабораторных установок, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая измерение теплоемкости, в

				подготовке текста статьи и его переводе
7	Chemical Transformations of Fatty Acids in the Hydrolysis of Triglycerides. Selective Isolation of Oleic Acid from Rapeseed Oil under Sub- and Supercritical Water Conditions	Russian Journal of Organic Chemistry. - 2024. - Vol. 60, No. 4. - P. 625–631. - DOI: 10.1134/S1070428024040092. (Web of Science, Q4)	A.U. Aetov , R. A. Usmanov, R. R. Gabitov, S.V. Mazanov, V. B. Vol'eva, A. V. Ryzhakova, R. Z. Musin, F. M. Gumerov, S. D. Varfolomeev	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
8	Treatment of molybdenum-containing wastewater in supercritical environment	Tsvetnye Metally. 2020. № 7. P. 68-73. - DOI: https://doi.org/10.17580/tsm.2020.07.09 . (Scopus, Q3)	A. U. Aetov , R. A. Usmanov, S. V. Mazanov, F. M. Gumerov	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
9	The Regularities of Change of Organic Compounds Oxidation Activation Energy in Aqueous Medium Under Supercritical Fluid Condition	International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. - 2020. - Vol. 8, No. 1. - P. 182–194. DOI: 10.30534/ijeter/2020/25812020. (Scopus, Q3)	Z. I. Zaripov, A.U. Aetov , F. M. Gumerov, V. G. Nikitin, S.V. Mazanov, A. R. Gabitova, A. I. Kurdyukov	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
10	Concentration of Molybdenum Oxides and Salts in a Super-critical Water Medium	Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2019. - Vol. 14, Issue 1. - P. 265–269. - DOI: 10.3923/jeasci.2019.265.269. (Scopus, Q3)	A.U. Aetov , S.V. Mazanov, A. R. Gabitova, Z. I. Zaripov, R. A. Usmanov,	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок для про-

			R. A. Kayumov, F. M. Gumerov	ведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.
11	Experimental study of the supercritical water oxidation process within the framework of solving the task of chemical production industrial water runoff treatment	Matec Web of Conferences. - 2018. - Vol. 245. - P. 1–4. - DOI: 10.1051/mateconf/201824512008. (Scopus)	A. Aetov, S. Mazanov, Z. Zaripov, F. Gumerov	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи и его переводе.

В научных изданиях, входящих в базу данных RSCI:

12	Окисление органических соединений в сверхкритических флюидных условиях в рамках задачи утилизации промышленных водных стоков ПАО «Нижекамскнефтехим» и ПАО «Казаньоргсинтез»	Экология и промышленность России. - 2023. - Т. 27, № 4. - С. 10–16. - DOI: 10.18412/1816-0395-2023-4-10-16.	С.В. Мазанов, К.М. Фан, А.У. Аетов, Р.А. Усманов, З.И. Зарипов, А.А. Шинкарев, Э.А. Каралин, Ф. М. Гумеров	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
13	Моделирование и технико-экономический анализ сверхкритических флюидных методов переработки промышленного водного отхода ПАО "Казаньоргсинтез" применительно к модельному стоку	Экология и промышленность России. - 2025. - Т. 29, № 2. - С. 42–48. - DOI: 10.18412/1816-0395-2025-2-42-48.	А. Р. Габитова, А.У. Аетов, З.И. Зарипов, Ф. М. Гумеров, Р. А. Усманов, С. В. Мазанов	Участие в постановке задачи, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в проведении численных исследований, в анализе и обобщении результатов моделирования, в подготовке текста статьи.
14	Некоторые характеристики термодинамиче-	Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика (СКФ-ТП).	Ф.М. Гумеров, З.И. Зарипов,	Участие в постановке задачи, в разработке,

	ских систем и их влияние на эффективность извлечения ценных компонентов промышленного водного стока ПАО «Казаньоргсинтез» методом сверхкритической флюидной экстракции	- 2022. - Т. 17, № 4. - С. 3–11. - DOI: 10.34984/SCFTP.2022.17.4.001	С.В. Мазанов, А.У. Аетов , Р.Р. Накипов, И.Ш. Хабриев, Т.Р. Ахметзянов, В.Ф. Хайрутдинов, Р.А. Усманов	создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая изучение фазового равновесия и кинетики окислительных реакций, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
15	Окисление уксусной кислоты пероксидом водорода в водной среде в сверхкритических флюидных условиях	Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика (СКФ-ТП). - 2018. - Т. 13, № 3. - С. 103–108.	С.В. Мазанов, А.У. Аетов , Р.А. Усманов, Р.Р. Габитов, З.И. Зарипов, Ф.М. Гумеров	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая изучение кинетики окислительных реакций, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
Патенты и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:				
16	Реактор с индукционным нагревом для осуществления химических реакций в сверхкритических условиях	Патент на полезную модель RU 171030, 2017.	А.У. Аетов , Р.А. Усманов, И.Р. Габитов, С.В. Мазанов, Ф.М. Гумеров	Авторство идеи использования индукционного нагрева для создания равномерного высокотемпературного поля в реакторе СКВО, разработка конструкции и расчет ключевых элементов реакторного узла (зона реакции, система нагрева, система ввода реагентов), определение оптимальных режимных параметров работы установки, подготовка текста патента.
17	Реактор проточного типа для осуществления реакции сверхкритического водного окисления	Патент на полезную модель RU 185703, 2018.	Р.Р. Габитов, С.В. Мазанов, А.У. Аетов , Р.А. Усманов, Ф.М. Гумеров	Авторство идеи, разработка конструкции и расчет ключевых элементов реактора, определение оптимальных

				режимных параметров работы, подготовка текста патента.
18	Способ обезвреживания водных отходов, содержащих углеводороды	Патент на изобретение RU 2782099, 2022.	А.У. Аетов, Р.Р. Габитов, Ф.М. Гумеров, С.В. Мазанов, Р.А. Усманов	Авторство идеи, разработка и предложение новой последовательности операций, определяющей новизну способа, экспериментальное определение и обоснование критических параметров (температура, давление, концентрация окислителя, состав реагента), обеспечивающих максимальную эффективность, доказательство преимущества предлагаемого способа по сравнению с известными аналогами (более высокая степень очистки, меньшие энергозатраты), подготовка текста патента.
19	Способ вытеснения третичной нефти	Патент на изобретение RU 2809858, 2023.	Ф.М. Гумеров, З.И. Зарипов, В.Ф. Хайрутдинов, А.У. Аетов	Проведение экспериментов, подтверждающих промышленную применимость и достижение заявленного технического результата, участие в составлении формулы изобретения и написании описания.
20	Расчет эффективности процесса окисления промышленного водного стока	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023662299, 2023.	А.У. Аетов, Ф.М. Гумеров, В.В. Бронская, Т.В. Игнашина	Авторство идеи, разработка алгоритма и математической модели для расчета, определение комплекса влияющих факторов и критериев эффективности.
В прочих изданиях:				
21	Изобарная теплоемкость молибденсодержащих водных стоков	Вестник Казанского Государственного Технического Университета им. А.Н. Туполева - КАИ. - 2020. - Т. 76, № 1. - С. 5–9.	А.У. Аетов, З.И. Зарипов, С.В. Мазанов, Ф.М. Гумеров	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных установок, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая измерение теплоемкости, в анализе и обобщении

				результатов, в подготовке текста статьи.
22	Расчет избыточной теплоемкости смеси этанол – рапсовое масло в присутствии гетерогенного катализатора Al_2O_3	Вестник Казанского Государственного Технического Университета им. А.Н. Туполева - КАИ. - 2020. - Т. 76, № 3. - С. 17–22.	С.В. Мазанов, Т.Р. Билалов, А.У. Аетов , В.Ф. Хайрутдинов	Участие в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая измерение теплоемкости, в анализе и обобщении результатов.
23	Окисление молибденсодержащего водного стока ПАО «Нижнекамскнефтехим» в сверхкритических флюидных условиях реакционной смеси	Вестник технологического университета. - 2025. - Т. 28, № 1. - С. 107–112.	А.У. Аетов	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
24	Изобарная теплоемкость рыбьего жира при температурах до 473,15 К и давлений до 39,2 МПа	Вестник технологического университета. - 2024. - Т. 27, № 11. - С. 170–175	З.И. Зарипов, С.В. Мазанов, А.У. Аетов , Ю.А. Шаповалов	Участие в непосредственном проведении экспериментальных исследований, включая измерение теплоемкости, в анализе и обобщении результатов.
25	Исследование процесса утилизации сточных вод участка нейтрализации, пылеулавливания и газоочистки аффинажного производства ОАО «Красцветмет» с использованием сверхкритических флюидных сред	Вестник технологического университета. - 2023. - Т. 26, № 4. - С. 24–28.	А.У. Аетов , Ю.Д. Мельник, Н.С. Гаврилов	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукционным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
26	Сверхкритическое водное окисление сточных вод процесса рекультивации земельного участка со свалкой отходов	Вестник технологического университета. - 2023. - Т. 26, № 4. - С. 33–37.	А.У. Аетов , Ю.Д. Мельник, Н.С. Гаврилов	Участие в постановке задачи, в разработке, создании и апробации лабораторных реакторных установок проточного типа с индукцион-

				ным нагревом для проведения исследований в сверхкритических условиях, в непосредственном проведении экспериментальных исследований, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
27	Сверхкритическое водное окисление промышленных стоков с использованием Fe-содержащих катализаторов	Вестник технологического университета. - 2021. - Т. 24, № 3. - С. 60–63.	А.О. Соловьева, Р.А. Усманов, Р.З. Мусин, Р.И. Саяхов, Е.А. Кривошеев, А.У. Аетов	Участие в постановке задачи, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
28	Исследование процесса сверхкритического водного окисления на установке проточного типа с индукционным нагревом	Вестник технологического университета. - 2018. - Т. 21, № 3. - С. 59–63.	О.А. Корочкина, А.И. Зиннатуллин, М.И. Хафизов, А.У. Аетов , Р.А. Усманов	Участие в постановке задачи, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.
29	Исследование процесса «сверхкритического водного окисления» с использованием гетерогенных катализаторов в рамках решения проблемы утилизации промышленных стоков	Вестник технологического университета. - 2019. - Т. 22, № 9. - С. 37-40.	А.В. Тарасова, А.О. Соловьёва, М.И. Хафизов, О.А. Лонцаков, А.У. Аетов	Участие в постановке задачи, в анализе и обобщении результатов, в подготовке текста статьи.

Заключение.

Таким образом, по актуальности поставленных задач, методическому и научному уровню исследований, их новизне и практической значимости диссертационная работа «Теплофизические свойства веществ и закономерности процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях» Аетова Алмаза Ураловича является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация полностью отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (в текущей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Представленная диссертационная работа соискателя Аетова А.У. содержит решение задачи, имею-

щей значение для оптимизации и масштабирования процессов утилизации промышленных отходов в сверхкритической воде.

Диссертация «Теплофизические свойства веществ и закономерности процесса окисления молибденсодержащего промышленного водного стока в сверхкритических флюидных условиях» Аетова Алмаза Ураловича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры теоретических основ теплотехники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», протокол заседания № 4 от 07 марта 2025 г. На заседании присутствовало 27 человек, из них докторов наук – 10 человек. Результаты голосования: «за» – 27 чел., «против» – нет, «воздержались» – нет.

И.о. заведующего кафедрой
теоретических основ теплотехники
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
д.т.н., доцент


Хайрутдинов Венер Фаилевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68
тел.: +7 (843) 231-42-11.
e-mail: office@kstu.ru
сайт: www.kstu.ru



Подпись 
удостоверяю.
Начальник отдела
кадрового делопроизводства
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
 Н.А. Храмова
«10» 03 2025 г.