

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10.03.2021г. № 2

О присуждении Османовой Баджиханум Камильевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Термодинамические свойства бинарных систем вода-алифатический спирт в суб- и сверхкритических состояниях» по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 9.11.2020г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д 002.110.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН. 125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Османова Баджиханум Камильевна, 1988 года рождения.

В 2009 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный университет» (367000, Северо-Кавказский ФО, Республика Дагестан, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43-а).

В 2012 окончила очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН (367030, Республика Дагестан, г. Махачкала, просп. и.Шамиля, д.39а).

Работает научным сотрудником в лаборатории «Теплофизики возобновляемой энергетики» Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Института проблем геотермии и возобновляемой энергетики - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории «Теплофизики возобновляемой энергетики» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем геотермии и возобновляемой энергетики - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук Базаев Ахмед Рамазанович, главный научный сотрудник в лаборатории «Теплофизики возобновляемой энергетики» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем геотермии и возобновляемой энергетики - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук Сухих Андрей Анатольевич, профессор кафедры «Теоретические основы теплотехники» Института тепловой и атомной энергетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ». (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14);

- доктор технических наук Александров Игорь Станиславович, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет» (236022, Северо-Западный федеральный округ, Калининградская обл., г. Калининград, Советский проспект, д. 1)

дали положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (420015, Российская

Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Карла Маркса, 680) в своем положительном заключении (принятом на заседании кафедры «Теоретические основы теплотехники» 10 февраля 2021 г. (протокол № 7 от 10 февраля 2021 г.), составленном заведующим кафедрой «Теоретические основы теплотехники» д.т.н., профессором Гумеровым Ф.М.), подписанном Врио ректора д.т.н., доцентом Казаковым Ю.М. указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи получения прецизионных экспериментальных данных по p, T - и p, p, T, x -зависимостям, параметрам фазовых превращений $(p_s, \rho_s, T_s)_x$, критического $(p_k, \rho_k, T_k)_x$ и сверхкритического флюидного состояний для систем «вода-спирт», имеющих важное значение для совершенствования и оптимизации существующих и перспективных технологий концентрирования водных растворов спиртов, окисления высоко нагруженных водных стоков в сверхкритических флюидных условиях, а также сверхкритического флюидного экстракционного извлечения целевых компонент твердофазных и жидкофазных смесей с водно-спиртовыми растворами, используемыми в качестве сред для осуществления химических реакций, растворителей и соразтворителей.

Соискатель имеет 43 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, в рецензируемых научных изданиях.

1. Карабекова (Османова) Б.К., Джаппаров Т.А., Базаев А.Р. Оценка величины скорости термического разложения водных растворов алифатических спиртов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. №21. 2011. С.37-43.
2. Карабекова (Османова) Б.К., Базаев Э.А., Базаев А.Р. Уравнение кривой фазового равновесия в смесях вода-алифатический спирт // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. №22. 2011. С.24-29.
3. Карабекова (Османова) Б.К., Базаев Э.А., Базаев А.Р. Термические коэффициенты водных растворов алифатических спиртов в

- сверхкритическом состоянии // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. №23. 2011. С. 23-29.
4. Karabekova (Osmanova) B. K., Bazaev A. R., Abdurashidova A. A. p , ρ , T , and x Dependences for Supercritical Water–Aliphatic Alcohol Mixtures//Russian Journal of Physical Chemistry B, 2013, Vol. 7, No. 8, pp. 955–967.
 5. Карабекова (Османова) Б.К., Базаев Э.А., Базаев А.Р. Термодинамические свойства смесей вода–алифатический спирт в широком диапазоне параметров состояния // Вестник КТУ. Т.17. №20. 2014 С.109-113.
 6. Karabekova (Osmanova) B. K., Bazaev E. A., Bazaev A. R. Thermodynamic Properties of Water–Aliphatic Alcohol Systems in a Wide Range of Parameters//Russian Journal of Physical Chemistry B, 2015, Vol. 9, No. 8, pp. 1–17.
 7. Karabekova (Osmanova) B. K. and Bazaev E. A. Equation of State for Water–Alcohol Mixtures over a Wide Range of State Variables//Russian Journal of Physical Chemistry A, 2015, Vol. 89, No. 9, pp. 1545–155.
 8. Osmanova B.K., Alhasov A.B., Bazaev A.R., Bazaev E.A. Thermodynamic properties and energy characteristics of water+1-propanol // Journal of Physics Conference Series No. 1, pp. 891.
 9. Osmanova B.K., Bazaev A.R., Bazaev E.A. Experimental research of thermodynamic properties of water+ aliphatic alcohol mixtures in the wide parameters of state // Journal of Physics: Conf.Series 1385 (2019).
 10. Osmanova B.K., and Bazaev E.A. Thermal Coefficients of the Water–Aliphatic Alcohol Binary System// Journal of Physics: Conference Series
 11. Osmanova B.K., Bazaev A.R., Bazaev E.A., Dzhapparov T.A-G. Phase Transitions and Critical Properties of Binary Systems Consisting of Water, Alcohols, and Hydrocarbons// Journal of Physics: Conference Series 1683.

На автореферат поступили отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской

академии наук (г.н.с., зам. зав. лабораторией Термодинамики веществ и материалов, д.ф.-м.н. Хайрулин Р.А.) – отзыв положительный, с замечанием:

- Автор использует для описания температурных зависимостей плотности жидких и паровых фаз воды и водно-спиртовых смесей вдоль линии равновесия степенные функции. Такое поведение плотности предсказывается современной теорией критических явлений, однако, только в асимптотической близости к критической точке кривой равновесия жидкость-пар. Использование уравнений (1,2) (стр.11 автореферата) для аппроксимации плотности в широких интервалах температур представляется неоправданным. Возможно, именно поэтому экспериментальный критический индекс $\beta_0=0.365$ заметно отличается от теоретического значения критического показателя параметра порядка, предсказываемого флуктационной теорией критических явлений (согласно различным методам расчёта, теоретическое значение лежит в интервале 0.31-0.33).

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Казанский национальный исследовательский технологический университет (профессор кафедры Теоретические основы теплотехники д.т.н. Сабирзянов А.Н.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- На рис.5 стр.12 представлена диаграмма зависимости величины избыточных молярных объемов смеси вода — 1-пропанол от состава. Из диаграммы видно, что максимумы на различных изобарах соответствуют значению мольных долей - 0,5. А на рис. 20 стр. 18 термический КПД и эффективный КПД ПТУ принимают максимальные значения при соответствующих мольных долях - 0,2. В автореферате отсутствует объяснение данному расхождению.

- Если провести оценку поведения критической линии, в рамках модели Соаве-Редлиха-Квонга, то для систем вода — этанол и вода — 1-пропанол критическая линия имеет непрерывный характер, а для системы вода — метанол предположительно имеются разрывы критической линии. Поэтому не для всех концентраций система вода - метанол применима для классического цикла Ренкина.

- На рис.20 стр. 18 в диапазоне значений мольных долей $\sim 0,4-0,5$ имеется точка перегиба. Отсутствует объяснение такого поведения.

- На рис.20 стр.18 в интервале концентраций от точки перегиба до $x=1$ возможен минимум, который также требует своего объяснения.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Казанский национальный исследовательский технологический университет (профессор кафедры Теоретические основы теплотехники д.т.н. Габитов Ф.Р.) – отзыв положительный, без замечаний.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Дагестанский государственный технический университет (доцент кафедры теоретической и общей электроники д.т.н. Евдулов О.В.) – отзыв положительный, без замечаний.

5. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук (с.н.с. лаборатории высокотемпературных измерений к.ф.-м.н. Старостин А.А., с.н.с. лаборатории Быстропротекающих процессов и физики кипения к.ф.-м.н. Волосников Д.В.) – отзыв положительный, без замечаний.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Дагестанский государственный университет (профессор кафедры Инженерной физики д.т.н., доцент Бабаев Б.Д.) – отзыв положительный, без замечаний.

7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Курский государственный университет (д.ф.-м.н., профессор кафедры физики и нанотехнологий, научный руководитель НИЦ физики конденсированного состояния Неручев Ю.А.) – отзыв положительный, без замечаний.

8. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук (директор д.х.н., профессор Киселев М.Г., в.н.с. лаборатории Структуры и динамики

молекулярных и ион-молекулярных растворов к.х.н. Егоров Г.И.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- В автореферате не показано, к какой температуре следует отнести приведенные зависимости на рисунках 5 и 6.

- Насколько корректным является представление концентрационной зависимости парциальных мольных объемов компонентов смеси (рис. 6) по трем составам? - Рассчитываемый в работе "коэффициент давления" лучше называть как "термический коэффициент давления" или "изохорный коэффициент тер-мического давления".

- Проводился ли анализ водных смесей спиртов после проведения эксперимента? Как известно, этанол и 1-пропанол способны к реакции внутримолекулярной дегидратации, которая обратима и эндотермична, т.е. рост температуры смещает равновесие в сторону образования алефинов. В зависимости от давления, типа спирта и используемого катализатора дегидратацию обычно проводят в интервале температур 90 - 400° С. Если обратная реакция т.е. гидратация этилена, снова приводит к образованию этанола, то при гидратации пропилена образуется преимущественно изомер 1-пропанола, а именно 2-пропанол.

- При предложении замены использования чистой воды в паротурбинных установках на использование смеси вода - 1-пропанол рассматривались ли автором возникающие при этой замене экологические проблемы?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- д.т.н. Сухих А.А. является признанным специалистом в области проектирования теплообменного оборудования, энергетических установок, занимается разработкой методов расчета теплофизических свойств веществ и уравнений состояния;

1. Sukhikh A.A., Kuznetsov K.I., Skorodumov S.V. / Experimental research on the thermal conductivity of the contact pads for electronic equipment // Journal of

Physics: Conference Series 1385 (2019) 012039 IOP Publishing
doi:10.1088/17426596/1385/1/012039.

2. Кузнецов К.И., Сухих А.А., Гранченко П.П., Скородумов С.В./ Уравнение состояния октафторциклобутана в диапазоне параметров работы энергетических установок на базе органического цикла Ренкина// Проблемы региональной энергетики. 2019. №3 (44). DOI: 10.5281/Zenodo.3562207.

3. Львова А.М., Сухих А.А. Эксергетический анализ эффективности электрогенерирующего модуля в составе центрального теплового пункта //Новое в Российской электроэнергетике. 2019. №4. С. 6-12.

- д.т.н. Александров И.С. является ведущим специалистом в области теплофизики, занимается изучением теплофизических свойств веществ, фазовых равновесий и разработкой фундаментальных уравнений состояний многокомпонентных смесей.

1. Gerasimov A., Alexandrov I., Grigoriev B. Modeling and calculation of thermodynamic properties and phase equilibria of oil and gas condensate fractions based on two generalized multiparameter equations of state // Fluid Phase Equilibria. – 2016. – V.418. – P. 204-223.

2. Gerasimov A., Alexandrov I., Grigoriev B. Generalized equation of state for the cyclic hydrocarbons over a temperature range from the triple point to 700 K with pressures up to 100 MPa // Fluid Phase Equilibria. – 2016. – V.418. – P. 15-36.

3. Gerasimov A., Alexandrov I., Grigoriev B. Application of multiparameter fundamental equations of state to predict the thermodynamic properties and phase equilibria of technological oil fractions// Fuel. – 2018. – V.215. – P. 80-89.

- кафедра «Теоретических основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанского национального исследовательского технологического университета», специализируется на фундаментальных и прикладных исследованиях в области сверхкритического флюидного состояния вещества (СКФ), водном окислении обезвреживания высоконагруженных углеводородами водных стоков нефтехимических предприятий с выделением ценных компонентов, проектировании и изготовлении установок для производства биодизельного

топлива на основе СКФ технологии, разработке СКФ технологий, проектировании, и выпуска установок для нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности.

1. Le Neidre B., Lombardi G., Desmarest P.H., Kayser M., Zaripov Z.I., Gumerov F.M., Garrabos Y. Measurements of the thermal conductivity of ethene in the supercritical region // Fluid Phase Equilibria. 2018. Vol. 459, P. 119-128.

2. Le Neidre B., Lombardi G., Desmarest P.H., Kayser M., Chalvignac G., Gumerov F.M., Garrabos Y. Thermal conductivity of gaseous and liquid n- pentane// Fluid Phase Equilibria. 2018. Vol. 460, P. 146-154.

3. Le Neidre B., Lombardi G., Desmarest P.H., Kayser M., Bilalov T.R., Gumerov F.M., Garrabos Y. Measurement of the thermal conductivity of n-hexane in the supercritical region// Fluid Phase Equilibria. 2019. Vol. 481, P. 66-102

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

получены новые прецизионные экспериментальные p, ρ, T, x –зависимости гомогенных бинарных систем вода–спирт в диапазоне температуры 373.15–623.15 К, плотности 3-820 кг/м³, давления до 50 МПа для значений концентрации спирта (x) 0.2, 0.5, 0.8 мольных долей (586 точек);

сделан вывод о том, что в исследованном диапазоне параметров состояния и состава термодинамическое поведение гомогенных смесей вода–алифатический спирт аналогично термодинамическому поведению индивидуальных жидкостей;

определены значения параметров точек фазовых превращений жидкость↔пар $(p_s, \rho_s, T_s)_x$ и критического состояния $(p_c, \rho_c, T_c)_x$ систем вода–спирт;

получено трехпараметрическое полиномиальное уравнение состояния в виде разложения фактора сжимаемости Z в ряды по степеням приведенной плотности и приведенной температуре и составу, описывающее экспериментальные p, ρ, T, x –зависимости систем вода–спирт со средней относительной погрешностью 1%;

рассчитаны интегральные (изохорная теплоемкость C_v , изобарная теплоемкость C_p , скорость звука w , показатель адиабаты k , энергия Гельмгольца F , энергия Гиббса G , энтропия S , энтальпия H , внутренняя энергия U) и дифференциальные (избыточные молярные объемы и парциальные молярные объемы компонентов смеси $\bar{V}_{m1}, \bar{V}_{m2}$, коэффициент изотермической сжимаемости K_T , коэффициент объемного термического расширения α , коэффициент давления β , внутреннее давление p_g , дифференциальный изотермический дроссельный эффект d_{i32} , дифференциальный адиабатный дроссельный эффект d_{ad}) термодинамические свойства систем вода–алифатический спирт в широком диапазоне параметров состояния.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

полученные прецизионные данные о p, T - и p, ρ, T, x –зависимостях, параметрах фазовых превращений $(p_s, \rho_s, T_s)_x$, критического $(p_k, \rho_k, T_k)_x$ и сверхкритического состояний систем вода–спирт пополняют базы данных о теплофизических свойствах веществ новыми данными и необходимы для развития молекулярной теории растворов полярных жидкостей, разработки адекватных моделей потенциалов межмолекулярного взаимодействия и единого уравнения состояния жидкость-пар.

Полученные результаты могут быть использованы в химических технологиях типа сверхкритического водного окисления (СКВО) и сверхкритической флюидной экстракции (СКФЭ), в качестве рабочих тел. Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

смеси вода–спирт в сверхкритическом состоянии являются универсальными растворителями и позволяют реализовать процессы СКВО и СКФЭ при сниженных параметрах, что экономически целесообразно.

Использование воды (традиционного рабочего тела в энергетических установках), содержащей небольшое количество ($x=0.2$ мол.доли) 1-пропанола.

Результаты работы могут быть использованы в научных и научно-образовательных центрах, а также в организациях, разрабатывающих энергетическое оборудование, в частности, в Объединенном институте высоких температур РАН, в Казанском национально исследовательском технологический университет, в Санкт-Петербургском/Московском/Дагестанском государственных университетах, в Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, в Институте общей физики им. А. М. Прохорова РАН, Физико-энергетическом институте им. А.И. Лейпунского, в Национальном исследовательском университете «МЭИ», в Институте проблем нефти и газа РАН, Институт теплофизики УрО РАН, Научно-Техническом центре «Газпром нефть».

Оценка достоверности результатов исследования подтверждается применением фундаментальных термодинамических законов и использованием в эксперименте сертифицированных измерительных средств, современных компьютерных программ для обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

- активном участии в проведении p, ρ, T, x -измерений систем вода–алифатический спирт в широком диапазоне параметров состояния;
- самостоятельной обработке экспериментальных p, ρ, T, x -данных (определение значений фактора сжимаемости, построение фазовых диаграмм в различных сечениях термодинамической поверхности $(p_s, \rho_s, T_s)_x$, определение параметров фазовых превращений и критического состояния, определение избыточных и парциальных молярных величин и т.д.);
- разработке единого уравнения состояния описывающего кривую сосуществования фаз, жидкую, паровую фазы и сверхкритический флюид для смесей вода–алифатический спирт;
- расчете термодинамических свойств и энергетических характеристик данных систем.

Апробация результатов исследования проводилась на 25 российских и международных конференциях и симпозиумах. Основные публикации по выполненной работе также подготовлены при определяющем участии автора.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Османовой Б.К. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г. ред. 01.10.2018г.

На заседании 10.03.2021г. диссертационный совет принял решение присудить Османовой Баджиханум Камильевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении открытого голосования Диссертационный совет в количестве 21 человек, из них очно: 8 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 4 доктора наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, дистанционно: 5 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 4 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 21, против 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор

 Андреев Н.Е.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н.



Васильев М.М.

10.03.2021г.