



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни,  
профессор Ибодуллозода А.И.

« 01 / 2024 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Айни по диссертационной работе Раджабова Абдуджаббора Рузимадовича на тему: «Влияние сажи на изменения коэффициента поверхностного натяжения и плотности системы бензола и касторового масла» на соискание ученой степени кандидата технических наук, по специальности: 01.04.14– теплофизика и теоретическая теплотехника

Раджабов Абдуджаббор Рузимадович 1990-го год рождения, гражданин Республики Таджикистана, в 2014 году окончил факультет электроэнергетики Института энергетики Таджикистана по специальности 1-430101 – электрические станции, с 2014 года работает преподавателем кафедры «Автоматизированные электроприводы». На основе приказа ректора Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни № 638-ОД от 30.12.2017 года, начал обучения в качестве аспиранта заочного отделения Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни по специальности 01.04.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника, под руководством заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, академика международной инженерной академии (МИА), академика инженерной академии (ИА) Республики Таджикистан, доктора технических наук, профессора Сафарова Махмадали Махмадиевича. Окончил обучение в аспирантуре согласно приказу №726-ОД от 22.12.2021.

В настоящее время Раджабов Абдуджаббор Рузимадович работает на кафедре автоматизированные электроприводы Института энергетики Таджикистана.

Актуальность работы. Для совершенствования и оптимизации технологических процессов, и составление физико- математических моделей, и численных расчетов дифференциальных уравнений необходимы научно обоснованные инженерные расчеты, которые нуждаются в информации поверхностных свойств и термодинамических характеристик рабочего вещества в широкой области изменения параметров состояния. Для численных расчетов и решение дифференциальных уравнений первого и

второго порядка для процесса теплообмена необходимы данные по теплофизическим свойствам в частности плотность, коэффициент поверхностного натяжения, разность температуры по направлению потока тепла по оси координат рабочего вещества, а также при различных температурах и давлениях при изменении фазового перехода. Использование приближенных данных свойства веществ в инженерных расчетах приводит к существенному завышению металлоемкости установок и снижению их технико-экономических показателей. Плотность и коэффициент поверхностного натяжения являются одними из важных и контролируемыми параметрами в таких технологических процессах. Исследование этих величин выполняются в таких отраслях как горнодобывающая промышленность и сельское хозяйство. Методы измерений плотности и коэффициента поверхностного натяжения могут быть разделены на теоретические и экспериментальные методы.

В связи с этим, дальнейшее уточнение плотности и коэффициента поверхностного натяжения наножидкостей системы (бензола + касторовое масло), в том числе внедренных в ней сажи (коллоидных и суспензированных растворов), представляет собой значительный резерв совершенствования технологического процесса.

Появления целого ряда новых технологических процессов, протекающих при высоких температурах и давлении, концентрациях наночастиц различной фракции, послужило основанием для совершенствования и интенсификации ранее существующих процессов, применяемых в химической, топливной, машиностроение, электронике и других отраслях.

В данном случае при добавке в системах (бензола + касторовое масло) сажи, меняются теплофизические и термодинамические характеристики органических жидкостей, и их смесей бензола и касторового масла. Полученные данные плотности и коэффициента поверхностного натяжения растворов системы (бензола + касторовое масло) и массовое концентрации сажи, в зависимости от температуры и давления, также концентрации наноаппонентов, имеют большое научное и практическое значение и относятся к числу основных физико-химических величин, характеризующих свойства жидкостей, растворов. Которые используются в качестве основных параметров, в уравнениях гидродинамики и теплообмена при расчетах и проектировании процессов и аппаратов. Изучение вышеназванных свойств коллоидных и кластерных наножидкостей в значительной степени способствуют развитию и совершенствованию современной теории наножидкостей, выяснению механизма межмолекулярного взаимодействия в жидкостях и растворах. Поэтому результаты исследования плотности и

коэффициента поверхностного натяжения легли в основу современной молекулярно-кинетической теории растворов.

**Цель диссертационной работы:** исследование коэффициента поверхностного натяжения и плотности двухкомпонентных и трехкомпонентных систем сажи, бензола и касторового масла (до 0,5%) в интервале температур (293-473) К и давлений (0,101-9,81) МПа.

**Объект исследования.** Жидкий бензол, нанопорошок сажи фракцией 5-10 нм, коллоидная наножидкость системы (суспензии) жидкого касторового масла.

**Отрасль исследования.** Работа выполнялась по научному направлению «Теплофизика и теоретические основы теплотехники».

**Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:**

– Исследования коэффициента поверхностного натяжения и плотности растворов, таких как (бензол + технический углерод (до 0,5%) + касторовое масло) при различных температурах и давлениях. Обзор и анализ научно-технической, а также патентно-лицензионной литературы по теме диссертации;

– Использовано устройство для измерения плотности при диапазоне температур (293-473) К, с использованием методов гидростатического взвешивания, пикнометрического метода или денсиметра, а также метода капельного пикнометра и пьезометрической установки в зависимости от температуры и давления;

– Определены экспериментальные значения плотности и коэффициента поверхностного натяжения в диапазоне температур от 293 К до 473 К и давлении от 0,101 МПа до 9,81 МПа;

– определение зависимости коэффициента поверхностного натяжения и плотности исследуемых коллоидных растворов и сажи при температурах от 293К до 473К, давлениях от 0,101МПа до 9,81МПа, а также концентрации от 0 до 0,5 % с учетом фазовом переходом;

– Получены приближенные зависимости, устанавливающие связь между коэффициентами поверхностного натяжения и плотности с температурой, давлением, концентрацией нанонаполнителей и структурными свойствами исследуемых объектов (бензол + касторовое масло + сажа);

– Установление связи между коэффициентом поверхностного натяжения и плотностью двух- и трехкомпонентных растворов в диапазоне температуры от 293 К до 473 К и давления от 0,101 МПа до 9,81 МПа);

**Научная новизна работы заключается в следующем:**

1. Усовершенствованные приборы для оценки значений плотности и коэффициента поверхностного натяжения растворов (в том числе методы

гидростатического взвешивания, использование пикнометра и метод капель) были адаптированы при разнообразных температурах и давлениях для проведения измерений данных характеристик.

2. Создана методика, позволяющая проводить численные расчеты размеров частиц в анализируемых растворах и определять теплофизические свойства.

3. С целью прогнозирования плотности и коэффициента поверхностного натяжения бинарных и тернарных растворов, были разработаны эмпирические уравнения, корреляционные выражения и уравнения состояния. Была установлена взаимосвязь между характеристиками растворов при различных температурах (от 293 до 473 К) и давлениях (от 0,101 до 9,81 МПа).

4. Созданы методики вычисления в системе «бензол + касторовое масло + сажа», коэффициента поверхностного натяжения и плотности коллоидных растворов и определены параметры уравнения состояния типа Тейта для рассматриваемых коллоидных растворов. Было проведено статистическая анализ полученных результатов.

5. Экспериментальная установка была использована для измерения коэффициента поверхностного натяжения исследуемой системы наножидкостей (бензол жидкий + сажа + касторовое масло).

6. Экспериментальные данные о коэффициенте поверхностного натяжения и плотности растворов, включая варьирование температуры в диапазоне от 293 до 473 К и давления от 0,101 до 9,81 МПа, были получены. Данные также включают анализ эффекта добавления сажи в пределах до 0,5%.

7. Основанные на уравнениях состояния типа Тейта и Мамедова-Ахундова, разработаны аппроксимационные модели  $\rho-P-T-m$ , а также выполнена статистическая обработка экспериментальных данных для описания свойств исследуемых систем.

8. Исследована связь между коэффициентом поверхностного натяжения и плотностью коллоидных растворов, содержащих бензол и сажу, при различных температурах (от 293 до 473 К) и давлениях (от 0,101 до 9,81 МПа), учитывая, как жидкую, так и газообразную фазу теплоносителя.

9. Реализована зависимость коэффициента поверхностного натяжения и плотности коллоидных растворов системы бензола и сажи при различных температурах и давлениях, включая жидкие и газообразные фазы теплоносителя.



**Личный вклад автора** – выбор методов, возникающих в ходе работы задач, установление основных закономерностей физико-химических процессов при производстве теплоносителей, цветных материалов, проведение экспериментальных исследований (коэффициент поверхностного натяжения, плотность и коэффициенты типа уравнения Тейта) в реальных условиях производства и переработки и анализ Мамедова - Охундова полученных результатов, составление основных выводов диссертации.

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 30-научных работ, в том числе 10-статей в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан (один единоличное авторство), 18 материалов в республиканских и международных конференциях и 2 малых патента Республики Таджикистан.

**Статьи в изданиях, рекомендуемые ВАК при Президенте РТ. и ВАК РФ -**

[1-А]. **Раджабов, А.Р.** Теплофизические свойства некоторых углеродных материалов. / М.М. Сафаров, Х.Х. Назаров, Н.Б. Давлатов, А.С. Назруллоев М.А. Зарипова, Т.Р. Тиллоева, М.М. Гуломов, Э.Ш. Тауров, Д.Ш. Хахимов, Д.А. Назирмадов, С.С. Рафиев, **А.Р. Раджабов.** //Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал), Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2016, 1/4 (216), - С.40-45.

[2-А]. **Раджабов, А.Р.** Плотность системы (полистирола и бензола) в зависимости от время растворимости и концентрации полистирола./ М.М. Сафаров, А. Неъматов, Р.Дж. Давлатов, С.С. Рафиев, Д.Ш. Хахимов, **А.Р. Раджабов**//Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал), Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2016, 1/3 (216),- С.73-77

[3-А]. **Раджабов, А.Р.** Взаимосвязь между диэлектрической проницаемостью и плотностью растворов системы бензол и диизопропиловый эфир при атмосферном давлении и комнатной температуре. /М.М. Сафаров, Д.Ш. Хахимов, А. Неъматов, Р.Дж. Давлатов, М.М. Гуломов, **А.Р. Раджабов.** // Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. Душанбе, №2 (38) – 2017.- С.22-32.

[4-А]. **Раджабов, А.Р.** Взаимосвязь между динамической вязкостью и коэффициентом преломления света растворов в зависимости от температуры при атмосферном давлении. / М.М. Сафаров, Р.Дж. Давлатов, А. Неъматов, Д. Ш. Хахимов, **А.Р. Раджабов, Х.Х. Ойматова.**// Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. Душанбе, №4(40) – 2017. С.17-27.

[5-А]. **Раджабов, А.Р.** Влияние бензола на поведение удельной теплоёмкости диизопропилового эфира. / М.М. Сафаров, Д.Ш. Хахимов, А. Неъматов, Р.Дж. Давлатов, **А.Р.Раджабов** // Воронежский научно-технический вестник. -2017.-Т.4, №4 (22). – С. 59-67.

[6-А]. **Раджабов, А.Р.** Анализ применимости уравнения типа Тэйта к различным классам веществ в конденсированном состоянии на примере плотности. II. Вычисление плотности. / М.М. Сафаров, М.М. Гуломов, Р.Дж. Давлатов, Д.Ш. Хакимов, С.С. Рафиев, **А.Р. Раджабов**, Д.Ш. Раджабова, Х.Х. Ойматова, З.К. Хусайнов.// Вестник Таджикского национального университета Серия естественных наук 2018. №2: Душанбе – 2018.-С. 92-98. РИНЦ.

[7-А]. **Раджабов, А.Р.** Влияние одностенных углеродных нанотрубок на изменение динамической вязкости растворов системы бензол - диизопропиловый эфир./Д.Ш. Хакимов, **А.Р. Раджабов**, М.М. Сафаров, М.М. Гуломов, Б.А. Тимеркаев, Х.Х. Ойматова / Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе (научный журнал), Серия естественных наук, г.Душанбе, ул. Бохтар, 1(2) 2018.- С.71-79.

[8-А]. **Раджабов, А.Р.** Плотность системы «касторовое масло» в зависимости от концентрации бензола при атмосферном давлении и комнатной температуре. // М.М. Сафаров, Д.Ш. Хакимов, **А.Р. Раджабов**, Р.Дж. Давлатов, / Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал), Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2018 № 4. - С.76-83.

[9-А]. **Раджабов, А.Р.** Исследование теплопроводности и показатель преломления света системы бензола и диизопропилового эфира. /**Д.Ш. Хакимов, М.М. Сафаров, А.Р. Раджабов, Х.В. Абдуллоев** // Вестник Технологического университета Таджикистана (научный журнал). Душанбе, 2022,- 4/11 (51).-С.50-57

[10-А]. **Раджабов, А.Р.** Поверхностное натяжение и плотности коллоидных систем касторового масла и бензола / А.Р. Раджабов//Вестник Бохтарского Государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия естественных наук, 2/1(108), Бохтар-2023.-С.89-92.

1. **Раджабов, А.Р.** Устройства для определения коэффициента теплопроводности наножидкостей./ М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.М. Гуломов, Дж.Ф. Собиров, Б.Г. Файзиев, Р.Дж. Давлатов, Д.Ш. Хакимов, С.С. Рафиев, М.А. Абдуллоев, Д.Ш. Раджабова, **А.Р. Раджабов**.//*Патент*

2. **Раджабов, А.Р.** Комплексная солнечная установка для получения тепловой и электрической энергии. / М.М. Сафаров, Ф. Абдужалилзода, Х. Х. Назарзода, М.А. Зарипова, М.М.Гуломов, Р.Дж. Давлатов, Д.Ш. Хакимов, С. С. Рафиев, М.А. Абдуллоев, Д.Ш. Раджабова, **А.Р. Раджабов**, Б.М. Махмадиев // *Патент Республики Таджикистан, № ТЈ 919*, 2017.-5с.

### Решение:

1. Диссертация Раджабова Абдуджаббора Рузимадовича на тему: «Влияние сажи на изменение коэффициента поверхностного натяжения и плотности системы бензола и касторовое масло», выполненная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14–теплофизика и теоретическая теплотехника соответствует всем требованиям и нормам “Присуждения ученых степеней и ученых званий” (Постановление Правительство РТ №267 от 30.06.2021) и подготовлена в соответствии с требованиями паспортных статей специальности 01.04.14- теплофизика и теоретическая теплотехника.

2. Диссертация Раджабова Абдуджаббора Рузимадовича на тему «Влияние сажи на изменение коэффициента поверхностного натяжения и плотности системы бензола и касторовое масло», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника рекомендуется представить к защите на диссертационном совете 6D.KOA-041 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими.

Решение было принято на расширенном заседании кафедры общей физики Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни №5 от 04.01.2024 г. В заседании присутствовало 16 человека.

#### Результат голосования:

за -16 человека; против - нет; воздержавшихся -нет.

Председатель заседания:

к.ф-м.н., доцент кафедры общей физики

Неъматов А.

Секретарь:

к.т.н., доцент кафедры  
экспериментальной физики

Назруллозода А.С.

Подписи Неъматова А. и Назруллозода А.С. утверждаю

Начальник УК и СД ТГПУ им. С. Айни

А. Мустафозода

734003. Таджикистан, г: Душанбе, проспект Рудаки 121  
+992(37)224-13-83. WWW: [www.tgpu.tj](http://www.tgpu.tj). E-mail: [info@tgpu.tj](mailto:info@tgpu.tj)