



**ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**  
**МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ТАЪЛИМИИ**  
**«ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ БОХТАР БА НОМИ НОСИРИ ХУСРАВ»**

735140, шаҳри Бохтар, кучаи Айнӣ 67, Тел.: (83222) 2-54-81 (83222) 2-22-53  
http: [www.ktsu.tj](http://www.ktsu.tj), E-mail: [ktsu78@mail.ru](mailto:ktsu78@mail.ru)

аз «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 с. № \_\_\_\_\_

**«УТВЕРЖДАЮ»**

/Ректор Бохтарского государственного

университета им. Носира Хусрава

д.б.н., профессор, член-кор.НАНТ

Давлатзода С.Х.



\_\_\_\_\_ 2022 г.

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу Мирзоевой Кутос на тему: «Влияние наночастиц с эффектами “памяти форм” различной фракции на изменение теплопроводности и плотности толуола при фазовом переходе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 –Теплофизика и теоретическая теплотехника

**Актуальность темы диссертации**

Для того, чтобы получить наиболее универсальные и усовершенствованные технологические процессы, которые опираются на инженерные расчеты, требующие научно-обоснованную информацию по теплофизическим свойствам, применяемых в этих процессах рабочих веществ в широкой области изменения параметров состояния, включая и их переход фазового равновесия для численных расчетов и решения дифференциальных уравнений первого и второго порядка, описывающих процесс теплообмена необходимы данные по теплофизическим свойствам, в частности коэффициенту эффективной теплопроводности в зависимости от температуры, давления и изменения фазового перехода. Применение неточных, либо приближенных данных касательно свойств веществ может стать результатом

превышения габаритных размеров установок, тем самым и технико-экономических характеристик. Эффективная теплопроводность является одним из важных контролируемых параметров в таких технологических процессах. Исследование этих величин выполняются в таких отраслях экономики и промышленности, как горнодобывающая, сельское хозяйство и медицина. Методы измерений коэффициента теплопроводности могут быть разделены на теоретические и экспериментальные.

В связи с этим, дальнейшее уточнение теплопроводности и плотности наножидкостей, в том числе и с внедрением в них жидкого и газообразного толуола, представляет собой значительный резерв совершенствования технологического процесса.

В данном случае при добавке в толуол наноразмерного диоксида титана ( $\text{TiO}_2$ ) различной фракции (30нм, 50нм и 70нм), меняются его физико-химические свойства. Исследования плотности и теплопроводности растворов системы органических жидкостей (толуол) и диоксида титана, в зависимости от температуры, давления, концентрации нанонаполнителей занимают особое научно-прикладное место и входят в состав основных физико-химических величин, описывающих свойства жидкостей, растворов и являются одними из главных параметров уравнения гидродинамики, а также теплообмена. Изучение вышеназванных свойств изучаемых наножидкостей, главным образом, способствует развитию и совершенствованию современной теории наножидкостей, установлению механизма межмолекулярного взаимодействия в жидкостях и растворах. Таким образом, исследования эффективной теплопроводности веществ является основополагающей современной молекулярно-кинетической теории газов и жидкостей.

Диссертационная работа Мирзоевой Кутос по тематике, выбранным методикам исследования, предложенным новым научным положениям соответствует паспорту специальности научных работников 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» части п. 5 «Экспериментальные и теоретические исследования однофазной, двухфазной, свободной и вынужденной конвекции в широком диапазоне свойств теплоносителей, режимных и геометрических параметров теплопередающих поверхностей», части п. 7 «Экспериментальные и теоретические исследования процессов совместного переноса тепла и массы в бинарных и многокомпонентных растворах с добавкой микро-, наночастиц с эффектами памяти, включая химически реагирующие наножидкости», части п. 9 «Разработка научных основ и создание методов интенсификации процессов тепло- и массообмена».

### **Научная новизна исследований.**

1. Разработано устройство, предназначенное для измерения теплопроводности, которое запатентовано (метод нагретой нити, Патент РТ №ТJ 923, 2017г.). В последствии оно было адаптировано для исследования теплопроводности твердых тел на основе толуола их механических смесей с твердофазным полистиролом при различных температурах.
2. Предложена методика численного определения ТФС для анализа процессов теплопереноса, а также численный способ определения размеров частиц в исследуемых веществах.
3. Получены эмпирические уравнения, уравнение состояния (УС) для расчёта ТФС, исследуемых веществ при температурах (293-443)К, давлениях (0,101-14,42)МПа, а также установлена корреляция между этими свойствами.
4. Разработаны методы расчета коэффициента теплопроводности, плотности наножидкостей (толуол+наночастицы с эффектами памяти форм различной фракции (30нм, 50нм и 70нм)) и коэффициентов уравнения состояния типа Гейта для исследуемых коллоидных растворов и статическая обработка полученных данных.
5. Получены экспериментальные данные по коэффициенту теплопроводности и плотности исследуемых растворов (до 0,5% наноразмерного диоксида титана различной фракции (30нм, 50нм и 70нм)) в интервале температур (293-433) К и давлений (0,101-14,42) МПа.
6. Получены аппроксимационные зависимости, описывающие  $\lambda-P-T-m$  с помощью уравнения состояния типа Гейта и статической обработки экспериментальных данных.
7. Установлена зависимость коэффициента теплопроводности и плотности коллоидных растворов системы толуола и наночастиц с эффектами “памяти форм” в широком интервале параметров состояния  $T=(293-433)К$ ,  $P = (0,101-14,42) МПа$ , включая жидких и газообразных фаз теплоносителя.
8. Применен способ определения коэффициента активности нанонаполнителя (способ Алтунина В.А. и др.).

### **Общие принципы построения и структура работы**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, выводов, списка используемой литературы и приложения. Работа изложена на 172 страницах машинного текста 46-таблиц, 64-рисунков, списка литературы из 156 наименований библиографических ссылок (отечественных и зарубежных авторов) и 21 страниц приложения.

*Во введении* изложены актуальность работы, постановка задач, цель, научная новизна, практическая значимость работы и личный вклад автора.

*В первой главе* представлен обзор литературных данных касательно свойств исследуемых веществ, т.е. толуола и диоксида титана (наноразмерный), а также изложена основная постановка задач исследования.

*Вторая глава* посвящена описанию опытных установок и детальному разбору их схем, предназначенных для исследования температурной зависимости теплопроводности и при высоких параметрах состояния. В данной главе также выполнена соответствующая оценка погрешности полученных экспериментальных данных.

Разработана Экспериментальная установка для измерения теплопроводности в зависимости от температуры и давления методом нагретой нити (Патент Республики Таджикистан № TJ 923, 2017г.)

*Третья глава* посвящена экспериментальному исследованию теплопроводности и плотности исследуемых системы (толуол-наноразмерные частицы с эффектом "памяти форм") при температурах (293-473)К, давлениях  $P=(0,101-14,42)$  МПа и концентрации наноразмерного диоксида титана до 0,5% с различными фракциями (30нм, 50нм и 70нм) в жидком и газообразном состояниях теплоносителя, результаты которых могут быть использованы проектными организациями в различных технологических процессах

Для исследования плотности коллоидных растворов автор использовала метод гидростатического взвешивания. Результаты расчета и эксперимента в пределе погрешности опыта совпадают до 0,13%.

*Четвертая глава* посвящена анализу, обработке и соответствующему обобщению полученных в ходе экспериментов данных по теплопроводности и плотности исследуемых наножидкостей. Применено уравнение типа Тейта в широком интервале температур  $T=(293-473)$ К, и давлений  $P=(0,101-14,42)$ МПа и концентрации до 0,5% наноразмерного диоксида титана с различными фракциями (30 нм, 50нм и 70нм) в жидком и газообразном состояниях теплоносителя.

**Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

–использованием апробированных опытных устройств, обладающих большой точностью воспроизведением экспериментальных значений;

–соответствием полученных на них значений с другими широко известными данными, полученных в ходе применения других физико-химических методов анализа;

– полным метрологическим обеспечением измерительных установок; адекватным применением теории измерений и теории погрешностей, а также соответствием полученных экспериментальных с расчетными значениями;

– применением корректной математической модели физических процессов и численным решением дифференциальных уравнений, описывающих процессы тепломассопереноса согласно модели Максвелла (теплопроводность), Дульнева (теплопроводность), Ленарда–Джонса (теплопроводность), Тейта (плотность), уравнения Мамедова–Ахундова (плотность), а также применением компьютерного моделирования;

– вычислением влияния добавок наночастиц в исследуемые теплоносители при различных температурах, давлениях и концентрации наночастиц.

#### *Практическая ценность исследования*

- разработана методика обобщения на основе уравнения типа Тейта (расчет теплопроводности и плотности) для группы данной категории растворов, а также показана вероятность ее использования к другим видам полуэмпирических уравнений;

- теоретически закреплено предварительное определение теплопроводности и плотности наножидкостей на основе их молекулярных структур;

- предложена модель структуры растворов, на основе которых выполнен комплексный анализ теплопереноса и численным способом определены критерии Фурье и Прандтля данных растворов;

- предложенные варианты установок могут применяться для скоростного определения теплопроводности и плотности материалов в лабораторных условиях;

- дополнен банк данных новыми величинами для ряда физико-химических соединений;

- применен способ определения коэффициента активности нанонаполнителя (способ Алтунина В.А. и др.).

*Диссертантом по результатам исследований* опубликовано 16 научных работ, из них 4 в журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан и 12 публикаций в материалах международных и республиканских конференций, а также получен 1 малый патент Республики Таджикистан.

Диссертационная работа Мирзоевой К. оформлена в соответствии с требованиями ВАК при Президенте Республики Таджикистан, а текст автореферата охватывает основное содержание диссертации.

Выводы диссертационной работы и опубликованные научные статьи по теме диссертации свидетельствуют о соответствии научной квалификации соискателя

Мирзоевой К. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

*Ведущая организация* рекомендует использовать результаты диссертационной работы в машиностроительных предприятиях Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан и в высших учебных заведениях Министерства образования и науки Республики Таджикистан, а также в машиностроительных и металлургических предприятиях Стран Независимых Государств.

Несмотря на указанные достижения, работа не лишена некоторых недостатков, к числу которых можно отнести:

1. В таблице 1.4 приведены результаты исследования теплопроводности толуола, но полученные результаты к каким фазам относятся (жидкой или газообразной) по тексту диссертации не понятно.
2. В диссертации описаны две установки для измерения теплопроводности наножидкостей, но не известны пределы их измерения. На наш взгляд, следовало бы использовать одну из установок.
3. В главе 3 приводятся результаты экспериментального измерения теплопроводности и плотности образцов, однако графически не описано влияние наноксида титана на изменение их величины.
4. В диссертации и автореферате замечаются некоторые грамматические и стилистические ошибки.

Однако, указанные замечания не умаляют достоинства диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Мирзоевой Кутос на тему «**Влияние наночастиц с эффектами “памяти форм” различной фракции на изменение теплопроводности и плотности толуола при фазовом переходе**» является законченной научно-исследовательской работой.

Автореферат и опубликованные работы соискателя полностью отражают результаты исследования, представленные в диссертационной работе.

Диссертационная работа Мирзоевой Кутос соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26 ноября 2016 года №505, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор диссертационной работы Мирзоева Кутос за полученные новые данные и объем выполненных исследований теплофизических свойств веществ заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальностям 01.04.14 –Теплофизика и теоретическая теплотехника. Отзыв обсужден на заседании кафедры общей физики факультета физики Бохтарского государственного университета им. Носира Хусрава (протокол № 4 от « 6 » декабря 2022г.).

Председатель заседания,  
к.т.н., и.о., доцент кафедры  
«Общей физики» Бохтарского  
государственного университета  
им. Носира Хусрава

Тургунбаев М.Т.

Эксперты,  
доцент кафедры «Общей физики»  
Бохтарского государственного  
университета им. Носира Хусрава

Ойматова Х.Х.

к.т.н., кафедры «Общей физики»  
Бохтарского государственного  
университета им.Носира Хусрава

Сафаров Ш.Р.

Ученый секретарь  
кафедры «Общей физики»  
Бохтарского государственного  
университета им. Носира Хусрава

Хусайнов З.К.

Полное название: Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрава.

Адрес: 735140, Бохтар, улица С. Айни 67.

Веб-сайт: [www.btsu.tj](http://www.btsu.tj)

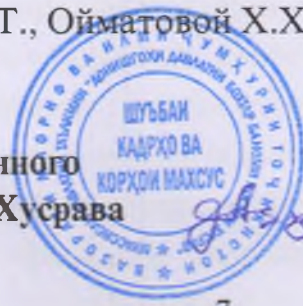
Телефон, факс; (992 8-3222) 2-54-81, (992 8-3222) 2-22-53

Адрес электронной почты: [bgu-1978@mail.ru](mailto:bgu-1978@mail.ru)

Подпись Тургунбаева М.Т., Ойматовой Х.Х., Сафарова Ш.Р., Хусайнова З.К.

Заверяю:

Начальник ОК и ОД  
Бохтарского государственного  
университета им. Носира Хусрава



Шукурзод Дж.А.