

ЗАРИПОВ Джамшед Абдусаломович

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ  
ВОДНЫХ РАСТВОРОВ  $H_2O_2$  ИЛИ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С МАГНИТНЫМ  
НАПОЛНИТЕЛЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДАВЛЕНИЯ,  
ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И КИНЕТИКА ИХ РАЗЛОЖЕНИЯ**

01.04.14- теплофизика и теоретическая теплотехника

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Работа выполнена на кафедре «Теплотехника и теплотехническое оборудование» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими и ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,  
Сафаров Махмадали Махмадиевич  
(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

Научный консультант: доктор технических наук, доцент  
Еськов Александр Васильевич  
(Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова)

Официальные оппоненты: Богомолов Александр Романович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

Чертищев Василий Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Общая и экспериментальная физика», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный университет»,

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева (КНИТУ-КАИ)»;

Защита состоится «27» марта 2015 г. в 14-30 часов на заседании диссертационного совета Д 212.004.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», по адресу 656038, Алтайский край, пр. Ленина, 46, (тел/факс (3852)298722; e-mail: D21200403@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», по адресу 656038, Алтайский край, пр. Ленина, 46, и на сайте: <http://www.altstu.ru/main/scienceevent/thesis/>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по указанному адресу на имя ученого секретаря диссертационного совета.

Автореферат разослан: «27» января 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н., доцент



Кулманаков С.П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Эффективность работ по проектированию теплотехнического, химического и многих других видов современного оборудования невозможно без знания численных значений основных физико-химических, термодинамических, кинетических параметров рабочих тел. Экспериментальное получение вышеперечисленных констант, помимо прочего, позволяет дополнять, совершенствовать наши знания о природе многих физических процессов, что имеет и практическое применение. Особенно это касается современной энергетики.

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к вопросам энергоэффективности. Решение проблем недостатка или экономии энергоресурсов, как правило, находится в плоскости местных географических возможностей. Таджикистан находится на юге бывшего Советского Союза, количество солнечных дней в нем достигает в среднем 260 в год по всей территории республики. Кроме богатой возможности использования гидроресурсов для выработки электроэнергии в республике возрастает интерес к ресурсам, связанным с солнечной радиацией. Для получения горячей воды и использования ее в бытовых и промышленных целях при современном развитии техники в зонах богатых солнечной энергией часто предлагается использовать солнечные коллекторы.

Солнечный коллектор имеет несколько разновидностей: вакуумный, двухконтурный, плоский и т.п., но каждый из них разновидность теплообменников. Эффективность каждого из видов коллекторов в значительной мере определяется конкретным теплоносителем, используемым для восприятия, переноса и передачи теплоты. Эти способности теплоносителя определяются его теплофизическими характеристиками (коэффициентом теплопроводности, температуропроводности, теплоемкости и др.).

Для исследовательских или проектных работ по анализу и выбору схем, конструкций коллектора необходимо создания математических моделей процессов, происходящих во время его работы. Математическое моделирование значительно сокращает временные и материальные затраты на получение основных параметров работы устройств по сравнению с физическим экспериментом, однако достоверность результатов численного моделирования напрямую зависит от экспериментальных данных по теплофизическим параметрам применяемых материалов. В том числе это касается теплофизических параметров теплоносителя. Необходимо отметить, что под воздействием повышенных температур в некоторых теплоносителях, например в водном растворе пероксида водорода, наблюдаются процессы термического разложения, что приводит к ухудшению их эксплуатационных свойств.

Таким образом, исследование теплофизических параметров теплоносителей, кинетики их термического разложения является актуальным и имеет практическое применение. Использование этих экспериментальных данных при моделировании процессов в различных теплообменниках позволяет более точно проанализировать эффективность выбранных конструктивных решений, определить время «живучести» теплоносителя до ухудшения его свойств. В последнее время существует большой интерес к использованию в качестве теплоносителей, таких веществ, свойства которых поддается регулировке благодаря воздействию силовых полей, в том числе электромагнитных. Разработан целый ряд таких магнитных жидкостей.

Исследование термодинамических и физико-химических свойств с учетом процессов межчастичных взаимодействий и ориентационных эффектов, развивающихся в магнитных жидкостях под действием магнитного поля, температуры и давления является весьма актуальной задачей. Исследование магнитных жидкостей, представляет собой большое теоретическое значение, что связано с фундаментальными физико-химическими проблемами. Практическое применение такие вещества находят в машиностроении, электронике, медицине, космической технике и т.д.

Изучение теплофизических свойств теплоносителей способствует развитию и совершенствованию современных представлений о параметрах жидкого состояния,

выяснению механизма межмолекулярного взаимодействия в конкретных веществах, выбранных в качестве теплоносителей.

**Степень разработанности темы.** Все данные получены авторами достоверны и при полученные их использованы методы проверенных на основе контрольных измерений. При проведения эксперимент автором неоднократно проверялось экспериментальные установки.

**Цель диссертационной работы** исследование теплофизических и термодинамических свойств равновесного состояния водных растворов пероксида водорода или этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из тонера для принтеров и манганитов лантана ( $\text{La}_y \text{Sr MnO}_{3-x}$  при  $y < x$ ) в заданных условиях: интервале температур (298-573 К), давлений (0,101-0,141 МПа), вектора индукции магнитного поля ( $0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2}$  Тл).

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

1. Провести анализ литературных источников и в процессе исследований выбрать типы эффективных теплоносителей в виде смесей водных растворов пероксида водорода или этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из тонера для принтеров и манганитов лантана ( $\text{La}_y \text{Sr MnO}_{3-x}$ , при  $y < x$ ).

2. Разработаны и созданы экспериментальные установки и соответствующие методики:

а) для измерения температуропроводности растворов и магнитных жидкостей при различных давлениях с учётом влияния магнитного поля методом лазерной вспышки;

б) для определения теплоёмкости объектов для различных давлений методом монотонного нагрева;

в) для получения термограмм электролитов в адиабатических условиях сосуда Дьюара.

3. Получить экспериментальные значения физико-химических и термодинамических свойств исследуемых объектов в интервале температур (298–673 К), давлений (0,101-0,141 МПа), вектора индукции магнитного поля ( $0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2}$  Тл) и термограммы термического разложения для различного массового содержания магнитного порошка в смесей;

4. Получить аппроксимационные зависимости, устанавливающие соотношения физико-химических и термодинамических свойств от температуры, давления, вектора индукции магнитного поля и особенностями структуры исследуемых магнитных жидкостей;

5. Исследовать кинетику процессов термохимического разложения теплоносителей системы манганитов; определить динамика и определить константы формальной кинетики реакции термического разложения системы, содержащей пероксид водорода;

6. Провести расчёт эффективности солнечного коллектора с учетом изменения теплофизических и термодинамических свойств теплоносителей под воздействием регулирующего магнитного поля.

**Объект исследования:** водные растворы пероксида водорода или этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из тонера для принтеров и манганитов лантана.

**Предмет исследования:** теплофизические и термодинамические свойства водных растворов пероксида водорода или этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из тонера для принтеров и манганитов лантана, эффективность солнечного коллектора.

**Методология исследования-** для выполнения диссертационной работы использован метод монотонного разогрева (теплопроводность и теплоемкость наноманганитов), метод регулярного теплового режима первого рода (теплофизические характеристики растворов при различных температурах и давлениях), метод адиабатического (Дьюара) для определения разложения исследуемых объектов, гидростатического взвешивание (плотность, численные методы (для термодинамических характеристик), метод наименьших квадратов (компьютерных программ Excel).

**Достоверность полученных результатов** обеспечена адекватным применением теории измерений, теории погрешности, применением стандартных поверенных приборов и устройств, воспроизводимостью полученных результатов, удовлетворительным совпадением расчетных результатов с экспериментальными данными, удовлетворительными результатами проведенной оценки погрешности измерений и тестирования выбранных численных методов.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

1. Модернизированы установки и разработаны методики, позволяющие получать и обобщать экспериментальные данные по температуропроводности, теплоемкости теплофизическим и термодинамическим свойствам жидких систем, обладающих магнитными свойствами, с учетом влияния изменения температуры (298- 673 К), давления (0,101–0,141 МПа) и вектора индукции магнитного поля ( $0,1594 \cdot 10^{-2}$ – $0,3866 \cdot 10^{-2}$  Тл).

2. На основе сосуда Дьюара создана установка, позволяющая получать термограммы разложения вещества в адиабатических условиях, и разработана методика определения кинетических констант реакции разложения на основании данных термограмм.

3. Получены экспериментальные данные дополняющие известные ранее сведения физико-химических и термодинамических величин исследуемых смесей. Результаты экспериментов обработаны в виде аппроксимационных зависимостей для термодинамических и теплофизических параметров систем, состоящих из смесей водных растворов пероксида водорода или этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком из тонера для принтеров и манганитов лантана ( $\text{La}_y \text{Sr MnO}_{3-x}$  при  $y < x$ ), учитывающие изменение давления, температуры, индукции внешнего магнитного поля и состава магнитного порошка.

4. На основе исследований реакции термического разложения водных растворов пероксида водорода с магнитным порошком получены кинетические константы реакции и определены предельные времена использования данных составов в виде рабочих тел в теплообменниках до существенной потери их теплофизических свойств.

**На защиту выносятся:**

1. Способ получения термограмм при адиабатическом изменении температур и методика определения по термограммам кинетических параметров реакции термического разложения.

2. Методы расчета и значения физико-химических, термодинамических и теплофизических параметров водных растворов пероксида водорода или этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из тонера для принтеров и манганитов лантана ( $\text{La}_y \text{Sr MnO}_{3-x}$  при  $y < x$ ) с результатами анализа процесса теплопереноса в исследуемых объектах с учетом зависимости от вектора индукции внешнего магнитного поля.

3. Аппроксимационные зависимости для физико-химических и термодинамических свойств исследуемых объектов при различных температурах, давлениях и массового содержания магнитного порошка.

4. Экспериментальные данные по времени разложения смеси водного раствора пероксида водорода с магнитными порошками и параметры кинетики реакции их термического разложения.

**Практическая значимость.**

1. Разработанные экспериментальные установки и методики определения используются в научных целях и учебных процессах;

2. Полученные экспериментальные данные по физико-химическим, термодинамическим параметрам исследуемых систем и кинетике их термического разложения рекомендуются для применения в конструкторских и научных расчетах;

3. Результаты численного исследования солнечных коллекторов могут быть использованы для анализа существующих и используемых конструкций в целях повышения их эффективности.

**Реализация и внедрение результатов работы.** Созданная аппаратура методы зависимости экспериментальные данные для измерения плотности, теплоемкости,

температуропроводности, теплопроводности электролитов и получения термограмм их термического разложения в адиабатических условиях используется в научных целях и в учебных процессах преподавателями и студентами кафедры «Теплотехника и теплотехнические оборудования» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими при выполнении диссертационных, дипломных, курсовых и лабораторных работ а также в научно-образовательном центре «Теплофизических, химических и экологических проблем в энергетике» при АлтГТУ.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на конференциях: Республиканская научно – методическая конференция «Современные проблемы физики» Посвященная памяти заслуженного учителя школ Тадж. ССР. Джабарова Г.Д., Душанбе, 2007 г.; Республиканская научно – практическая конференция. Чкаловск «ДКМТ», 2008г.; III Международная научно – практическая конференция СЭТТ – 2009, Москва – Тамбов, 2009 г; Научно – практическая конференция «Актуальные проблемы технологического образования высших, средних специальных и средних учебных заведений». Душанбе, 2009г.; Республиканская научно – практическая конференция « Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии». Душанбе, 2009г; Республиканская научно-практическая конференция, посвящённая 35 – летию кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». Душанбе, 2009 г.; XVI International conference thermodynamics, properties materials, Budapest, 2009 г. Международный научно – технический семинар «Актуальные проблемы термовлажностной обработки материалов». К 100 – летию А.В Лыкова, Воронеж, 2010 г.; 23 National and International Meeting son Inverse Problems, Michigan, USA, 2010 г.; VII школа – семинар молодых ученых и специалистов академика В.Е. Алемасова «Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении», Казань, 2010г.; VII Международная теплофизическая школа « Теплофизические исследования и измерения в энергосбережении, при контроле, управлении и улучшение качества продукции процессов и услуг», Тамбов, 2010г.; Республиканская научно-практическая конференция, посвященная 90-летию М.С. Осими « Академик М.С. Осими и развитие культур », Душанбе, 2010г.; 31 Thermal conductivity conference, 19<sup>th</sup> International thermal expansion symposium, Saguenay, Quebec, Canada, 2011.; Международная конференция «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах», Махачкала, 2010г.; Республиканская научная конференция «Проблемы современной координационной химии», посвященная 60-летию члена корреспондента АН РТ, д – ра х. н., профессора Аминджанова А.А., Душанбе, 2011г.; XIII Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ (с международным участием), Новосибирск, 2011г.; IV Международная научно – практическая конференция «Современные энергосберегающие тепловые технологии», СЭТТ, Москва, 2011г.; XIX European Conference on thermo physical properties, Thessaloniki, Greece, 2011 г.; Республиканская научно-техническая конференция «Перспективы энергетики Таджикистана», Душанбе, 2011г.; 31 Thermal conductivity conference, 2008г.; 19 International Thermal expansions symposium, Saguenay, Quebec, Canada, 2011 г.; VIII Symposium on Thermo physical properties, Boulder, Colorado, USA, 2012 г. 8-школы семинара молодых ученых специалистов Академика РАН В.Е. Алемасова, Казань, 2012г; XIV Международная конференция по термическому анализу и калориметрии в России, Санкт Петербург, 2013г; Международная научно-практическая конференция «Образование и наука: современное состояние и перспективы развития», Тамбов, 2014.

**Личный вклад автора** состоит в постановке задач исследования, в выборе методов, в подборе и разработке необходимой экспериментальной аппаратуры, в установлении основных закономерностей протекающих физико-химических процессов, в проведении экспериментальных исследований, в получении и обработке результатов экспериментов, в разработке рекомендаций для повышения энергоэффективности солнечных двухконтурных коллекторов, в формулировке основных выводов диссертационной работы.

**Публикации.** Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в 35 печатных работах, в том числе в 8 журналах из списка, рекомендованного ВАК

России, 2 патента республики Таджикистан. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет свыше 10 п.л.

**Структура и объём диссертационной работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы. Диссертация изложена на 129 страницах машинописного текста, содержит 55 рисунков 15 таблиц, 144 наименований источников литературы.

### **Краткое содержание работы**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследований, отражена практическая значимость и научная новизна полученных результатов, представлены защищаемые автором положения.

**Глава 1.** Содержит основные сведения о магнитных жидкостях и их свойстве менять свои теплофизические, термодинамические и физико-химические свойства под воздействием внешнего магнитного поля, приведён объёмный литературный обзор и описание методов исследования физико-химических и термодинамических свойств смесей водных растворов  $H_2O_2$  и этиленгликоля с магнитным наполнителем и кинетики их термического разложения.

Большое количество магнитных жидкостей являются смесями с водой или коллоидными растворами воды, которая во многом определяет их свойства. В случае применения в качестве теплоносителя водного раствора перексид водорода необходимо оценить время его термического разложения с потерей полезных теплофизических свойств.

Рассматриваются недостатки чистой перекиси водорода, в частности сравнительно высокая температура замерзания, что частично исправляется применением водных растворов, поскольку растворы перекиси водорода, будучи двухкомпонентной системой  $H_2O_2-H_2O$ , имеют не точку, а некоторую область замерзания. В зависимости от концентрации перекиси меняется не только температура замерзания, но и температура кипения и плотность. Для оценки характеристики теплообменника и при их проектировании необходимы знания по теплофизическим параметрам теплоносителя, такие как теплоёмкость, теплопроводность, температуропроводность, плотность при изменении температур и давлений. Для измерения теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности исследуемых растворов и магнитных жидкостей оптимальным для достижения поставленной цели является метод монотонного разогрева, основанный на идеях профессора Е.С. Платунова.

В заключении первой главы указывается на необходимость исследования и анализ влияния магнитных порошков (тонер от принтеров и манганитные системы) на стабильность водного раствора перексид водорода, этиленгликоль, которые предполагается использовать в качестве теплоносителя.

**Во второй главе** представляются результаты экспериментальных исследований параметров и процессов для смеси водного раствора перекиси водорода с магнитным порошком.

На основе установки измерителя теплоемкости ИТ-с-400, разработанной Платуновым Е.С. и его учениками (г. Санкт-Петербург), усовершенствована экспериментальная установка для измерения теплоемкости жидкостей в интервале температур 273–473К при различном давлении по методу монотонного разогрева. Для повышения функциональности разработано устройство – блок автоматизированной обработки данных с датчиков, что позволило регистрировать данные на ЭВМ. Кроме того конструктивными изменениями предусмотрена возможность проведения измерений в условиях повышенного давления относительно атмосферного. Для достоверности работы установки проводились контрольные измерения, в качестве эталонного образца использованы вода, n-гексан, толуол и др.

Для определения термограммы (температуры разложения) растворов разработан экспериментальный комплекс, состоящий из сосуда Дьюара, термометра, аналитических весов, чашки и секундомера. В сосуд Дьюара заливается определенное количество жидкости – воды, этиленгликоля или пероксида водорода (при  $m=const$ ), а затем добавляется определенная масса пероксида водорода и магнитного порошка. Одновременно в сосуд

Дьюара вставляется термометр или спай дифференциальной хромель–алюмелевой термопары. По показаниям термометра или термопары и секундомера строится график зависимости времени разложения от температуры раствора. Проведение экспериментов по определению кинетики термического разложения смеси водного раствора пероксид водорода с магнитным порошком, которую предполагается использовать в качестве теплоносителя, должно максимально соответствовать условиям замкнутого пространства полостей теплообменников.

Используемая в работе установка исследования влияния магнитного поля на теплофизические свойства исследуемых объектов (рисунок 1) состоит из лабораторного автотрансформатора, тонометра, реостата, амперметра, катушки, лазерной установки типа ЛГН-109, микровольт-наноамперметра типа Ф 136, термопары и ячейки. Фронтальная поверхность образца, заполняется исследуемым объектом и соединяется с тонометром, после чего устанавливается внутрь катушки, закрепленной на штативе так, чтоб ячейка была в центре катушки и не касалась ее стенок. Затем фронтальная поверхность образца подвергается облучению. После чего, подавая напряжение от 3 до 8 В лабораторным автотрансформатором, на катушке создается магнитное поле и изменяется давление от 0,101 до 0,141 МПа. С помощью реостата устанавливается ток от 0,4 до 0,97А, контролируемый амперметром. Источником облучения служит лазерная установка ЛГН-109, которая находится на расстоянии 155 мм от ячейки.



Рисунок 1 – Установка для исследования влияния магнитного поля на температуропроводность вещества методом лазерной вспышки в зависимости от давления при комнатной температуре (разработки проф. Сафарова М.М.)

Заканчивается вторая глава расчетом погрешности регистрируемых теплофизических величин на приведенных приборах, которые показали, что максимальная общая относительная погрешность при доверительной вероятности  $\alpha=0,95$  равны для теплопроводности – 3,2 %, а теплоемкости – 4,1 % и выводами о применимости указанных устройств и комплексов для измерения необходимых величин в заданных условиях.

В литературных источниках отмечены случаи сильной зависимости скорости реакции от различных добавок. В связи с этим в работе приведены результаты экспериментальных исследований для каждого случая добавления в раствор пероксид водорода с целью выяснения каталитических свойств использованного компонента. **В третьей главе** представляются результаты экспериментальных исследований теплофизических параметров и процессов для смеси водного раствора перекиси водорода с магнитным порошком. Для экспериментальных исследований магнитных жидкостей в качестве испытуемого материала выбраны значения манганитов, приведенных в таблице 1.

**Таблица 1.** Наименование экспериментальных образцов

№	Наименование образца
1	$\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,25}\text{MnO}_{3-x}$
2	$\text{La}_{0,75}\text{Sr}_{0,25}\text{MnO}_{3-x}$
3	$\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_{3-x}$
4	$\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{MnO}_{3-x}$
5	$\text{La}_{0,65}\text{Sr}_{0,35}\text{MnO}_{3-x}$

Результаты измерения теплоёмкости исследуемых магнитных жидкостей на усовершенствованной установке ИТ-с-400 представлены на рисунке 2.

Для обработки и обобщения экспериментальных данных по физико-химическим и термодинамическим свойствам растворов, порошков манганитов при различных параметрах

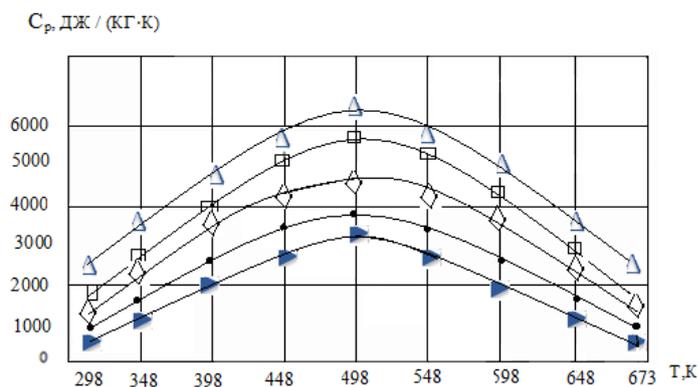


Рисунок 2 – Зависимость удельной теплоёмкости манганитов в зависимости от температуры.

1 -  $\blacktriangleright$  - Образец №1; 2 -  $\bullet$  - Образец №2;  
3 -  $\diamond$  - Образец №3; 4 -  $\square$  - Образец №4; 5 -  $\Delta$  -  
Образец №5

состояния использованы законы соответствующих состояний и на их основе его получен ряд эмпирических уравнений. Для удобства использования экспериментальных данных последние обрабатываются и обобщаются в виде функциональной зависимости относительной теплоемкости от относительной температуры при атмосферном давлении:

$$\frac{C_p}{C_p^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (1)$$

где  $C_p$  – теплоемкость испытуемого образца в зависимости от температуры;  $C_p^*$

– теплоемкость испытуемого образца при  $T_1 = 298$  К;  $T$  – температура, при которой проводится испытание.

Как видно из анализа рисунка 2, все экспериментальные данные в пределах выбранного доверительного интервала могут быть описаны следующим соотношением

$$\frac{\tilde{N}_p}{C_p^*} = \left[ 1,2 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 0,29 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 0,06 \right]. \quad (2)$$

Анализ полученных значений теплоёмкости  $C_p^*$  показал, что они являются функциями концентрации лантана (La)

$$C_p^*(n_{la}) = (-3,9 \cdot 10^3 \cdot n_{la}^2 + 3,8 \cdot 10^3 \cdot n_{la} - 0,4) \text{ Дж/(кг К)}. \quad (3)$$

Из уравнения (2) и (3) для  $T \leq 498$  К

$$C_p = \left[ -2,2 \cdot 10^3 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 + 3,4 \cdot 10^3 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 0,36 \right] \cdot C_p^*(n_{la}). \quad (4)$$

Проведенные оценки показывают, что выражения (3) и (4) позволяют с доверительной вероятностью 95% определить теплоемкость образцов с погрешностью менее 3,8%.

На рисунке 3 представлены результаты экспериментов для температуропроводности ( $a$ ) с учетом неизменности давления  $p=0,101$  МПа и исходной концентрации пероксид водорода в растворе ( $n=3\%$ ) в зависимости от изменения внешнего магнитного поля и массовой доли магнитного порошка ( $g$ ), добавленного в исходный раствор.

Проведенный анализ полученных экспериментальных зависимостей показывает, что с ростом значений массовых долей пероксид водорода, магнитного порошка, индукции магнитного поля и давления в растворе в данных диапазонах величин приводит к росту значений коэффициента температуропроводности. Причем зависимость коэффициента температуропроводности от индукции магнитного поля практически линейная. Увеличение индукции магнитного поля приводит к структурированию жидкости вдоль магнитных линий с помощью добавок магнитного порошка. И рост массовой доли порошка вполне объяснимо усиливает эту тенденцию. Анализ зависимости коэффициента температуропроводности от

давления более сложен. Даже при таких незначительных изменениях в уровне давления, видимо, происходят сложные процессы во внутренней структуре раствора, что отражается в нелинейности зависимости удельной теплоемкости, объема и, следовательно, плотности от массовых долей пероксида водорода и воды. Описанные закономерности относятся к сравнительно малым величинам индукции магнитного поля. При его увеличении для коэффициента температуропроводности достигается участок насыщения с локальным максимумом.

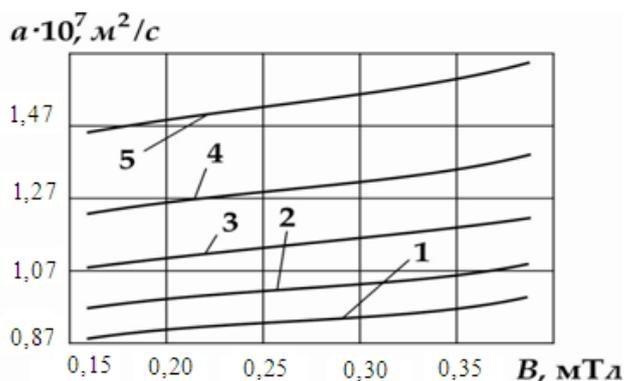


Рисунок 3 – Зависимость температуропроводности  $a$  теплоносителя от вектора индукции магнитного поля  $B$  и массовой доли магнитного порошка  $g$  при нормальных физических условиях.  
 1 -  $g=0,1\%$ ; 2 -  $g=0,15\%$ ; 3 -  $g=0,2\%$ ;  
 4 -  $g=0,25\%$ ; 5 -  $g=0,3\%$

Исследования влияния температуры на изменение теплофизических характеристик магнитных порошков показывают, что с ростом температуры теплопроводность увеличивается. Согласно этим же данным можно заключить, что теплопроводность манганитов также зависит от долей La и Sr в образцах и значение коэффициента теплопроводности снижается с ростом молярной доли La для всего диапазона исследуемых температур.

Для  $\lambda$ ,  $\lambda_I$  – теплопроводность манганитов при различных температурах  $T$  и  $T_I = 473\text{K}$  корреляционный анализ значения  $\lambda_I$  показал в большей мере зависимость от доли лантана в манганитовом порошке системы  $\text{La}_{n_{\text{La}}}\text{Sr}_{n_{\text{Sr}}}(\text{MnO}_3)_{n_{\text{MnO}_3}}$ . Тогда как в исследуемом диапазоне долей Sr, анализ не выявляет строгую линейную корреляционную зависимость. Экспериментальные значения теплопроводности системы  $\text{La}_{n_{\text{La}}}\text{Sr}_{n_{\text{Sr}}}(\text{MnO}_3)_{n_{\text{MnO}_3}}$  от доли La в условной формуле порошка при температуре  $T_I=473\text{K}$  дают

$$\lambda_I(n_{\text{La}}) = -0,16(n_{\text{La}})^2 + 7,8 \cdot 10^{-2}(n_{\text{La}}) + 0,25. \quad (5)$$

Результаты экспериментов могут быть описаны соотношением

$$\lambda = \left[ 0,88 \left( \frac{T}{T_I} \right) + 0,12 \right] \cdot \lambda_I(n_{\text{La}}), \text{ Вт/(м·К)}. \quad (6)$$

Выражения (5) и (6) позволяют рассчитать теплопроводность неисследованных манганитов системы (La,Sr,MnO) при различных температурах. Проведенные оценки показывают, что выражения (7) и (8) позволяют с доверительной вероятностью 95% определить теплоемкость образцов с погрешностью менее 3%.

Для определения коэффициента температуропроводности и теплоты, переносимой потоком, необходимы знания плотности водного раствора пероксида водорода. Определение зависимости теплофизических характеристик плотности исследуемых растворов проводилось на измерительной установке, работающей по методу гидростатического взвешивания.

Результаты обработки экспериментальных значений изменения плотности исследуемых образцов с изменением температуры описываются выражением

$$\rho = \left[ -1,5 \left( \frac{T}{T_I} \right)^2 + 3,0 \left( \frac{T}{T_I} \right) - 0,34 \right] \cdot \rho_1(n), \text{ кг/м}^3. \quad (7)$$

где  $\rho$ ,  $\rho_1$  - плотности исследуемых растворов при различных температурах  $T$  и  $T_1$  ( $T_1=333\text{K}$ ) соответственно; анализ значений  $\rho_1$  показал, что они являются функциями концентрации перексид водорода

$$\rho_1(n) = 7,2 \cdot 10^{-6} (n)^2 + 3,5(n) + 0,98. \quad (8)$$

Согласно проведенным оценкам выражение (7) с учетом (8) позволяет с доверительной вероятностью 95 % определять плотность системы (вода + перексид водорода) с погрешностью не более 0,2%.

Для анализа процессов старения изучался процесс выделения теплоты по исследованию зависимости адиабатической температуры от времени. Прямые измерения  $T_{\text{адиаб}}$  проводились классическим методом. Варьировались массовые доли перекиси водорода, воды и магнитного порошка, состоящего из  $\text{La}_{n_{\text{La}}}\text{Sr}_{n_{\text{Sr}}}(\text{MnO}_3)_{n_{\text{MnO}_3}}$  монокристаллического манганита и тонера для принтеров, обладающего согласно проведенным измерениям близкими по значению величинами коэффициента теплопроводности, плотности и удельной теплопроводности. Из анализа результатов следует, что при смешении компонентов выделяется теплота, о чем свидетельствует возрастание температуры до определенного уровня, затем стабилизируется.

Увеличение массовых долей магнитного порошка и перекиси водорода приводит к увеличению максимальной температуры. Из анализа результатов зависимости относительной температуры от относительного объема и массовой доли манганитов с увеличением последних следует, что температура исследованной системы увеличивается, экспериментальные данные ложатся вдоль линий, уравнение которых имеют, соответственно, вид

$$\frac{T}{T_1} = -8 \cdot 10^{-6} \left( \frac{V}{V_1} \right)^2 + 3,6 \cdot 10^{-3} \left( \frac{V}{V_1} \right) + 0,99, \quad (9)$$

$$\frac{T}{T_1} = 0,014 \cdot 10^{-2} \left( \frac{g}{g_1} \right)^2 - 0,82 \cdot 10^{-2} \left( \frac{g}{g_1} \right) - 0,99. \quad (10)$$

где  $V$ ,  $V_1$  – объемы исследуемых растворов при различных температурах  $T$  и  $T_1$ ; ; ( $m$  и  $m_1$  – массовая доля манганитов).

На основе экспериментальных данных изменений температур от времени старения электролитов системы перексид водорода и воды, с использованием теории Аррениуса-Эйринга была рассчитана скорость химических реакций. Установлено, что с увеличением массовой доли магнитного порошка увеличивается температура старения системы перексид водорода и воды. Оценка времени разложения водного раствора перексид водорода в смеси с магнитным порошком свидетельствует о том, что выбранный теплоноситель может эффективно использоваться в солнечных коллекторах при температурах  $60^\circ\text{C}$  в течении от 1,5 до 3 лет без существенной потери свойств

Наиболее близким описанием кинетики термического разложения перексид водорода на начальном участке является реакция второго порядка (точнее ближе ко второму:  $n=1,8 \div 2,1$ ) с энергией активации лежащей в пределах  $78 \div 87$  МДж/кмоль. В дальнейшем порядок реакции достаточно быстро снижается до нулевого (скорость реакции практически не зависит от концентрации) и при этом энергия активации повышается до значений  $120 \div 240$  МДж/кмоль. Рассчитанное по результатам обработки термограмм значение глубины разложения перексид водорода для больших времен ( $10 \div 30$  минут) было сопоставлено с результатами рентгено-флуоресцентного анализа и дифференциального термического анализа. Получено удовлетворительное совпадение.

По результатам проведенных исследований установлено, что используемый в экспериментах магнитный порошок не обладает каталитическими свойствами для реакции разложения водного раствора перексид водорода.

**В четвертой главе** приводятся результаты экспериментальных исследований параметров и процессов для смеси водного раствора этиленгликоля с магнитным порошком. В результате исследования, теплоемкости исследуемых систем (этиленгликоль + вода + магнитный порошок) и этиленгликоль без магнитного порошка зависят от доли массы порошка (для первого случая) и давления. При добавлении магнитного порошка ( $g=0,01, 0,03\dots 0,1 + 65\%$  этиленгликоля) коэффициент теплоёмкости уменьшается.

Экспериментальные данные в пределах доверительного интервала могут быть аппроксимированы соотношением

$$\frac{c_p}{c_p^*} = 0,35 \left( \frac{p}{p^*} \right)^2 - 1,7 \left( \frac{p}{p^*} \right) + 1,8. \quad (11)$$

Проведя эксперименты по измерению теплоемкости при  $P^*=0,121$  МПа, после аппроксимации полученных данных и (11), получим

$$c_p = \left[ 0,35 \left( \frac{p}{p^*} \right)^2 - 1,16 \left( \frac{p}{p^*} \right) + 1,82 \right] c_p^*. \quad (12)$$

Приведённые оценки показывают, что выражение (12) позволяет с доверительной вероятностью 95% определять теплоемкость образцов с погрешностью не более 2,7.

Результаты исследования коэффициента теплопроводности исследуемых систем этиленгликоль + вода + магнитный порошок и этиленгликоль в зависимости от массовой доли порошка и давления показывают, что с ростом давления теплопроводность увеличивается. Аппроксимируя полученные данные, получим

$$\frac{\lambda}{\lambda^*} = 0,22 \left( \frac{p}{p^*} \right)^2 + 0,93 \left( \frac{p}{p^*} \right) - 0,26. \quad (14)$$

Проведя эксперименты по измерению теплопроводности  $\lambda^*$  при  $p^*=0,121$  МПа после аппроксимации полученных данных и (14), получим

$$\lambda = \left[ 0,541 \left( \frac{p}{p^*} \right)^2 - 0,206 \left( \frac{p}{p^*} \right) - 0,870 \right] \cdot \lambda^* \quad (15)$$

Проведенные оценки показывают, что выражение (15) позволяет с доверительной вероятностью 95 % определить теплопроводность исследованных манганитов с погрешностью менее 4%.

Для измерения коэффициента температуропроводности растворов и магнитных жидкостей при различных давлениях с учётом влияния внешнего магнитного поля использовался метод лазерной вспышки. При добавлении магнитного порошка, температуропроводность увеличивается.

Для обработки коэффициента температуропроводности теплоносителя системы (этиленгликоль + вода + магнитный порошок) используются экспериментальные значения и законы соответствующих состояний

$$\frac{a}{a^*} = -1,2 \left( \frac{p}{p^*} \right)^2 + 3,0 \left( \frac{p}{p^*} \right) - 0,79. \quad (16)$$

В формулах (11) – (16) коэффициенты  $a^*$ ,  $\lambda^*$  и  $c_p^*$  соответственно: температуропроводность, теплопроводность и теплоемкость при постоянном давлении  $p^*=0,121$  МПа, являющиеся функцией доли массы магнитного порошка.

Для данного теплоносителя имеют место следующие выражения

$$a^* = -2,6 \cdot g^2 + 2,4 \cdot g + 0,75, \quad (17)$$

$$\lambda^* = 0,13 \cdot g^2 + 0,36 \cdot g + 0,25, \quad (18)$$

$$c_p^* = 0,69 \cdot 10^{-3} \cdot g^2 - 7,5 \cdot 10^{-2} \cdot g + 1,6 \cdot 10^2, \quad (19)$$

где  $g$  – массовая доля манганитов (тонера).

Проведенные оценки показывают, что выражение (16) с учетом (19) позволяет с доверительной вероятностью 95% определить температуропроводность, образцов с погрешностью 2,5%.

В главе приведены численные исследования влияния внешнего магнитного поля на эффективность плоского солнечного коллектора (ПСК) и исследование эффективности ПСК в составе солнечной водонагревательной установки (СВУ), снабженных магнитными теплоносителями, с учетом внешнего магнитного поля солнечных коллекторов и вычисление эффективности солнечного плоского коллектора с учетом физико-химических свойств теплоносителя в программе «Sunmedia», разработанной проф. Петруса Акасаполиусом (Греция).

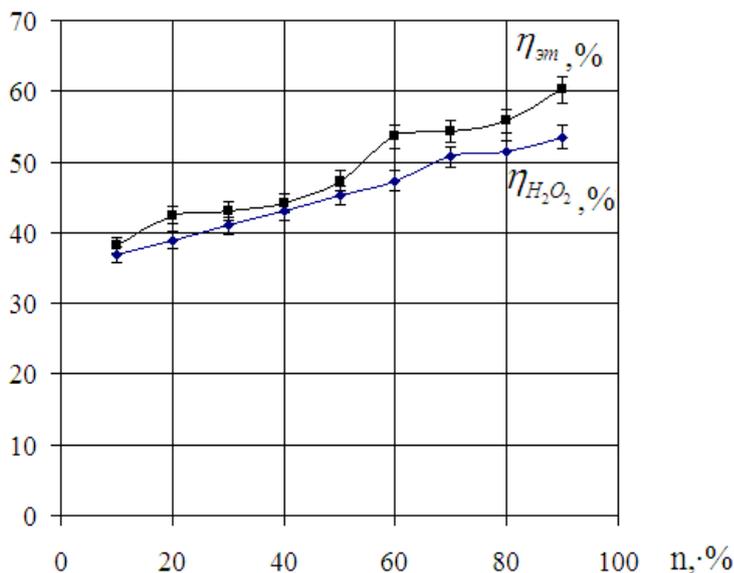


Рисунок 4 – Зависимость эффективности ПСК от концентрации  $n$  для (пероксид водорода + вода  $\eta_{H_2O_2}$ ) и (этиленгликоль + пероксид водорода  $\eta_{э\grave{г}}$ ).

Далее в главе приводится обоснование сделанных допущений и расчет КПД  $\eta$  для ПСК на основе классической задачи о теплопроводности ребра. В результате для теплоносителей системы (пероксид водорода + вода) и (этиленгликоль + пероксида водорода) в концентрациях от 10 до 90% была рассчитана эффективность коллектора (рисунок 4).

Как видно из графика, в случае с жидкостью (этиленгликоль + пероксида водорода) эффективность ПСК увеличивается с 18% (для  $n=5\%$ , на графике не отображено) до 60%.

Представленные теплоносители можно эффективно использовать в солнечных коллекторах при температурах 60°C в течении от 1,5 до 3 лет без существенной потери

свойств, что проверено дополнительно результатами длительного (1 – 5 лет) хранения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано влияние концентрации в водном растворе пероксид водорода и этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из манганитов лантана (тонера для принтеров,  $La_ySrMnO_{3-x}$ , при  $y < x$ ) в интервале температур (298-573 К), давлений (0,101-0,141 МПа), индукции магнитного поля ( $0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2}$  Тл) на изменение их физико-химических и термодинамических свойств для использования в качестве теплоносителей, приводящей к изменению эффективности солнечных двухконтурных коллекторов. *Основные научные результаты и выводы:*

1. Изучены физико-химические, термодинамические свойства и термограммы системы (этиленгликоль + вода + манганиты, пероксид водорода + вода + манганиты) в интервале температур (298-423) К, давления (0,101-0,141) МПа, индукции магнитного поля ( $0,1594 \cdot 10^{-2} - 0,3866 \cdot 10^{-2}$  Тл).

2. На основе установки измерителя теплоемкости ИТ-с-400, разработанной Платуновым Е.С. и его учениками (г. Санкт-Петербург), усовершенствована экспериментальная установка для измерения теплоемкости жидкостей в интервале температур 273– 473К при различном давлении по методу монотонного разогрева.

Разработан блок автоматизированной обработки данных с датчиков, предусмотрена возможность проведения измерений в условиях увеличения давления, выше атмосферного.

3. Впервые получены экспериментальные данные по физико-химическим, термодинамическим свойствам, изменения адиабатической температуры исследуемых образцов системы (этиленгликоль + вода + манганиты,  $(La_ySrMnO_{3-x})$ , при  $y < x$ ) и растворов пероксида водорода и воды.

4. Установлено, что добавление манганитов системы  $(La_ySrMnO_{3-x})$ , при  $y < x$  существенно влияет на изменение физико-химических и термодинамических свойств растворов пероксида водорода, этиленгликоля и воды.

5. Для расчета эффективности солнечных двухконтурных коллекторов с учетом нового поколения теплоносителя (этиленгликоль + вода, пероксид водорода + вода) использована программа для ЭВМ «Sunmedia». Рассчитан КПД солнечных двухконтурных коллекторов. Установлено, что для системы этиленгликоль + пероксида водорода эффективность ПСК увеличивается с 18% до 60%.

6. Установлено, что изменение вектора индукции магнитного поля увеличивает температуропроводность исследуемых теплоносителей, а также растворов, которые имеют некоторое количество манганитов и магнитных порошков.

#### *Перспективы дальнейшей разработки темы.*

Результаты работы возможно использовать для изучения эффективности применения различных жидкостей и суспензий в качестве теплоносителей, приводящей к изменению эффективности солнечных двухконтурных коллекторов. Полученные экспериментальные результаты физико-химических, термодинамических свойств и ряд эмпирических уравнений, позволяют рассчитывать вышеперечисленные характеристики в зависимости от температуры, давления и индукции магнитного поля для системы водных растворов пероксид водорода, этиленгликоля с мелкодисперсным магнитным порошком, состоящим из манганитов лантана (тонера для принтеров,  $La_ySrMnO_{3-x}$ , при  $y < x$ ), что упростит дальнейшие исследования возможности использования подобных систем в качестве теплоносителя.

#### **Основные положения диссертации опубликованы в работах:**

*в изданиях, рекомендованных ВАК России:*

1. **Зарипов, Дж.А.** Использование теплофизических и оптических свойств систем антифриза + графитного порошка для расчета эффективности солнечных коллекторов / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров // Измерительная техника, 2012, Ч. 55. №6, – С. 586 – 591.
2. **Зарипов, Дж. А.** Теплофизические и термодинамические свойства двухкомпонентных катализаторов принимаемых в нанотехнологии. / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, Э. Ш. Тауров. // Вестник Таджикского национального университета, Душанбе, «Сино»2011г, 3 (67). – С. 16 – 23.
3. **Зарипов, Дж. А.** Назначенные компоненты структуре использования и прогнозирование теплофизические свойств наноструктурных композиционных материалов и их растворов / Ш. А. Аминов, М. А. Зарипова, Х. А.Зоиров, Т. Р.Тиллоева, Ш. З. Нажмудинов, Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, Г. Н. Нематов, А. Ф. Тошов // Вестник Таджикского национального университета, Душанбе, «Сино»2011, №1 (65).– С.63 – 68.
4. **Зарипов, Дж. А.** Калорические свойства нанопористых систем  $(La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_{3-x})$  и их растворов и различных температурах и давлениях / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, Т. Ш. Сангов // Вестник Таджикского национального университета, Душанбе, «Сино», 2011. (5) – С. 231.
5. **Зарипов, Дж. А.** Термограммы перекиси водорода и сажи. / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров // Вестник Таджикского технического университета им. Академика М. С. Осими-2010.– С. 123 – 125.

6. **Zaripov, J. A.** The use of the thermal and optical properties of an antifreeze + graphite powder system to calculate the efficiency of solar collectors / J. A. Zaripov, M. M. Safarov, M. M. Anaqulov, Sh. M. Nazirov // Measurement Techniques, 2012, vol.55. Number 6 – P. 681 – 686.

7. **Зарипов, Дж. А.** Применение нанотрубок в медицине и исследование их теплоемкости / Дж. А. Зарипов, Г. Н. Нематов, М. М. Анакулов, Ш. М. Назиров, С. М. Сияхаков // Вестник педагогического университета, № 3 (35), 2009. – С. 134 – 136.

*в других изданиях:*

8. **Зарипов, Дж. А.** Влияние наноматериалов на изменение удельной изобарной теплоемкости теплоносителей / Дж. А. Зарипов, Х. А. Зоиров, Ш. А. Аминов, М. А. Зарипова, С. А. Тагоев, Ш. З. Нажмуудинов, Ш. М. Назиров, Дж. А. Зарипов, М. М. Анакулов, Т. Р. Тиллоева // Сборник статей 9-й международной научно – технической конференции «Материалы и технологии 21 века». Пенза, 2011.– С. 127 – 130.

9. **Зарипов, Дж. А.,** Теплоемкость нанопористых порошков системы  $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_{3-x}$  / Дж. А. Зарипов М. М. Сафаров // Тезисы докладов Республиканской научно-методической конференции «Современные проблемы физики» Посвященная памяти заслуженного учителя школ Тадж. ССР. Джаборова Г. Д., 2007 – С. 118 – 119.

10. **Зарипов, Дж. А.** Влияние влажности и температуры на изменения теплоемкости порошков и наноматериалов / Дж. А. Зарипов М. М. Сафаров, М. Д. Пирмадов, М. А. Зарипова // 3-й Международная научно-практическая конференция СЭТТ – 2009, Москва – Тамбов. – С. 32 – 41.

11 **Зарипов, Дж. А.** Применение нанотрубки в медицине и исследование их теплоемкости / М. М. Сафаров, С. М. Сияхаков, Дж. А. Зарипов, Х. А. Зоиров, Г. Н. Нематов, М. М. Анакулов, Ш. М. Назиров, А. Нематов // Материал научно – практической конференции «Актуальные проблемы технологического оборудования высших, средних специальных и средних учебных заведений», Душанбе, 2009. – С. 50 – 52.

12. **Зарипов, Дж. А.** Метод определения тепло гидродинамических характеристик пластинчатого теплообменника с холодным теплоносителем / А. Х. Бобоева, Ш. З. Нажмуудинов, М. А. Зарипова, Т. Р. Тиллоева, Х. А. Зоиров, Ш. А. Аминов, Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», Душанбе, 2009. – С. 28 – 33.

13. **Зарипов, Дж. А.** Особенности теплофизических свойств нанокompозитов на основе эпоксидных полимеров / У. Т. Ходжаева, Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, Х. С. Содиков, Г. Н. Нематов, Ш. А. Аминов, Э. Ш. Тауров // Материалы Республиканской научно – практической конференции, посвящённой 35 – летию кафедры «Технология машиностроения, металорежущие станки и инструменты», Душанбе 2009. – С. 121 – 129.

14. **Zaripov, J. A.** Thermodynamics properties binary and ternary of Systems (poly ethylene glycoly water and hydrazine) in dependence temperature and pressures / J. A. Zaripov, M. M. Safarov, Sh. Z. Najmudinov, M. A. Zaripova, M. M. Anaqulov // Conference book, 16 th International conference thermodynamics, properties materials 23 – 26 June, Budapest, 2009. – P. 234 – 235.

15. **Зарипов, Дж. А.** Термодинамический свойства влажных порошков / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. Д. Пирмадов // Труды Международного научно – технического семинара «Актуальные проблемы термовлажностной обработки материалов», Воронеж. – 2010. С. 68 – 74.

16. **Zaripov, J. A.** Influence nanotube to exchange specific heat capacity and density power oils and density water solution / M. M. Safarov, Sh. Z. Najmudinov, Sh. A. Aminov, M. A. Zaripova, D.

- A. Sharifov, J. A. Zaripov, A. N. Boboeva // Abstracts book 23<sup>th</sup> National and International Meetings on Inverse Problems / 6 – 8 June 2010, Michigan, USA. – P. №34 – 318.
17. **Зарипов, Дж. А.** Оптимизация процесса теплопереноса в солнечных коллекторах открытого типа с учетом изменения теплофизических и оптических свойств теплоносителей / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. М. Анакулов, М. А. Зарипова, Ш. М. Назиров // Материалы докладов 7 – ой школы – семинара молодых ученых и специалистов академика В. Е. Алемасова «Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении», Казань 15 – 17 сентября 2010. – С.120 – 123.
18. **Зарипов, Дж. А.** Влияние сажи и полимерных наноматериалов на изменение теплопроводности растворов этиленгликоля и диэтиленгликоля / М. А. Зарипова, Ш. З. Нажмудинов, М.М.Сафаров, М.М.Анакулов, Дж.А.Зарипов. Ш.М.Назиров// Материалы 7 Международной теплофизической школы «Теплофизические исследования и измерения в энергосбережении, при контроле, управлении и улучшение качества продукции процессов и услуг» Ч. 2, Тамбов 20 – 25 сентября 2010. – С.151 – 152.
19. **Зарипов, Дж. А.** Влияние графитного порошка на изменение теплофизических свойств антифриза / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. М. Анакулов, М. А. Зарипова, Ш. М. Назиров. // Материалы Республиканской научно – практической конференции, посвященной 90 – летию М. С. Осими «Академик М. С. Осими и развитие культуры» 20 ноября 2010 г, Душанбе. – С. 331 – 136.
20. **Zaripov, J. A.** Thermodynamics properties ternary systems (ethylene glycol + water + graphite) in dependence pressures / J.A. Zaripov, M.M. Safarov, M.M. Anaqulov // Program and Extended abstracts, of 31<sup>th</sup> Thermal conductivity conference, 19<sup>th</sup> International thermal expansion symposium, June 26-30, 2011, Saguenay, Quebec, Canada. – P.22.
21. **Зарипов, Дж. А.** Теплофизические свойства системы антифриз + графитный порошок при различных температурах и давлениях / Дж.А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. М. Анакулов, М. А. Зарипова // Сб. трудов Международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах», Махачкала, 21 – 22 ноября 2010. – С.243 – 246.
22. **Зарипов, Дж. А.** Прогнозирование и оптимизация эффективности солнечных коллекторов открытого типа с учетом теплоёмкости теплоносителя и климатических условий Республики Таджикистан / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. М. Анакулов, М. А. Зарипова // Махачкала, 21 – 22 ноября 2010 г, – С. 387 – 390.
23. **Зарипов, Дж. А.** Плотность системы (вода + пероксид водорода) в зависимости от температур при атмосферном давлении / Дж. А. Зарипов, Х. А. Зоиров, М. М. Анакулов, Ш. М. Назиров // Республиканская научная конференция «Проблемы современной координационной химии», Душанбе, 2011. – С. 51 – 53.
24. **Зарипов, Дж. А.** Расчет коэффициента влагопроводности порошков на основе никеля. / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. Д. Пирмадов, Э. Ш. Тауров // Республиканская научная конференция «Проблемы современной координационной химии», Душанбе, 2011. – С.50 – 51.
25. **Зарипов, Дж. А.** Термограммы системы лантан – стронций – манганит ( $\text{La}_{0.65}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_x$ ) пероксид водорода. / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, С. А. Тагоев, Х. А. Зоиров // Тезисы докладов 13 – ой Российской конференции по теплофизическим свойствам веществ (с международным участием), Новосибирск, 2011.– С.106 – 107.
26. **Зарипов, Дж. А.** Влияние влажности на изменение переменных свойств ненапористых материалов / М. Д. Пирмадов, М. А. Зарипова, Х. А. Зоиров, Дж. А. Зарипов, М. Ф. Курбонов, М. М. Анакулов // Материалы 4 – ой Международной научно – практической конференции «Современные энергосберегающие тепловые технологии» СЭТТ – 2011, Т.2, М. – 2011.– С. 383 – 382.
27. **Zaripov, J. A.** Enthalpy and entropy ternary systems (ethylene glycol + water + graft)/ J. A. Zaripov, H. A., M. M. Safarov, Zoirov, S. A. Tagoev, Sh. Z. Najmudinov, A. F. Toshov // Book of

- abstract, is European Conference on thermo physical properties, August 28 – September 1, 2011, Thessaloniki, Greece. – P.333.
28. **Zaripov, J.A.** Experimental investigations  $C_{p,x}$   $P - \rho - T$  properties and equations state / J.A. Zaripov, H.A., M. M. Safarov, Zoirov, S. A. Tagoev, Sh. Z. Najmudinov // Book of abstracts, 19 European Conference on Thermo physical properties, August 28 – September, 2011, Thessaloniki, Grasse. – P.286.
29. **Зарипов, Дж. А.** Математические моделированные теплообмена в системе, «Солнечных коллекторов» с учетом теплофизических свойств теплоносителей / М. М. Анакулов, М. М. Сафаров, Дж. А. Зарипов, Ш. М. Назиров, М. А. Зарипова, Ш. А. Аминов // Материалы Республиканской научно – технической конференции «Перспективы энергетики Таджикистана» Душанбе, 23 декабря 2011. – С.19 – 24.
30. **Zaripov, J. A.** Thermodynamics properties ternary systems (ethylene glycol+water+graphite) in dependence pressures / M. M. Anaqulov, M. A. Zaripova, Sh. Z. Najmidinov, J. A. Zaripov, Sh. M. Nazirov, S. A. Tagoev // Program and Extended abstracts, of 31 – th Thermal conductivity conference, 19 – th International Thermal expansions symposium, June 26 – 30, 2011, Saguenay, Quebec, Canada, p. 22.
31. **Zaripov, J. A.** Thermodynamic investigation of phase formatting process in the systems / J. A. Zaripov, M. M. Safarov, Sh. Z. Najmudinov // 30 – th Thermal conductivity conference, 18<sup>th</sup> Symposium on Thermo physical properties, Boulder, Colorado, USA, June 24 – 29, 2012. – P. 301.
32. **Зарипов, Дж. А.** Влияние манганитов системы  $(La_{1-x}Sr_{0,3}MnO_{3-x})$  на изменение теплопроводности, удельного сопротивления и адиабатической температуры перекиси водорода / Сафаров М. М., Зарипов Дж. А. // Труды XIV Международной конференции по термическому анализу и калориметрии в России, С.-Пб. 2013. – С.45 – 47.
33. **Еськов А.В.** Влияние внешнего магнитного поля на теплофизические параметры магнитных жидкостей на основе водных растворов перекиси водорода или этиленгликоля со смесью порошков манганита лантана и тонера для принтеров / Еськов А.В., Зарипов Дж.А. // Сб. науч. трудов по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. «Образование и наука: современное состояние и перспективы развития». Часть 5. Тамбов, ООО «Консалтинговая компания Юком» 2014. – С. 58-59.

#### **Свидетельство и малые патенты Республики Таджикистан**

34. **Зарипов, Дж. А.** Рассчетно – экспериментальное значение коэффициента диффузии зернистых материалов / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, М. Д. Пирмадов // Свидетельство № 0139 ТД от 09. 06. 2009. - 4 с.
35. **Зарипов, Дж. А., Сафаров М. М., Давлатшоев С. К.** Устройство для определения электрофизических свойств электролитов в зависимости от давления. / Дж. А. Зарипов, М. М. Сафаров, С. К. Давлатшоев // Малый патент РТ, № ТД 371, 2010 г, - 7 с.
36. **Зарипов, Дж. А.** Устройство для определения влияния влажности на температуропроводность зернистых материалов / М.М. Сафаров, С. К. Давлатшоев, Дж. А. Зарипов // Малый патент РТ, № ТД 228, - 8 с.