

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**Таджикский государственный педагогический университет
имени Садриддина Айни**

На правах рукописи
УДК 536.32.45.62;44



НОРОВ Зафарджон Юлдашевич

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО НАНОПОРОШКА НА ПОВЕДЕНИЕ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И
КИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности **01.04.14** –теплофизика и
теоретическая теплотехника

Душанбе – 2023

Диссертация выполнена в Таджикском государственном педагогическом университете им. Садриддина Айни на кафедре «Общая физика».

Научный руководитель: **Сафаров Махмадали Махмадиевич**,
Заслуженный деятель науки и техники
Таджикистана, академик Международной
инженерной академии (МИА), академик
Инженерной академии (ИА) РТ, доктор
технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Бердиев Асадкул Эгамович**, доктор
технических наук, доцент, Российско –
Таджикский (Славянский) университет,
зав. кафедрой «Химия и биология»

Рахимов Хуршед Абдуллоевич, кандидат
технических наук, доцент, Институт
энергетики Таджикистана (ИЭТ)
р. Кушониён

Ведущая организация: **Дангаринский государственный университет**

Защита состоится «13» февраля 2023г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-041 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими, по адресу: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10а, e-mail: d.s6d.koa.041@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими и на официальном сайте университета <http://ttu.tj>.

Автореферат разослан «11» января 2023 года

Учёный секретарь
диссертационного совета 6D.KOA-041,
кандидат технических наук, доцент

Тагоев С.А.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы. На сегодняшний день в силу развития ассортимента предлагаемой продукции, что в свою очередь связано с большими температурами и давлениями и, стало причиной создания и интенсифицирования процессов, устройств, механизмов и др., широко используемых в топливной, химической, текстильной, металлургической, машиностроительной и других отраслях.

В результате механического и теплового воздействия в радиаторах автомобильного транспорта появляются трещины. Во избежание подобных ситуаций в теплоноситель подобных систем при установленных параметрах состояния добавляют в определенном количественном соотношении нанопорошок герметика (далее герметик (ТНП)). В процессе работы двигателя часть нанопорошка растворяется, а часть его заполняют образовавшиеся трещины.

Таким образом, растворившись, нанопорошок кардинально влияет на теплофизические, электрофизические и кинетические параметры теплоносителя. Учитывая данный факт, следует обратиться к относительно точному исследованию вышеперечисленных свойств данных веществ, а именно растворов воды и нанопорошка герметика при различных параметрах состояния (температура и давлении), поскольку вносит весомый вклад в исследование свойств жидкостей и растворов, с помощью которых описывают процессы гидродинамики и теплообмена, необходимые при проектировании механизмов и устройств. Современную теорию жидкого состояния, молекулярно-кинетическую теорию газов и жидкостей также практически невозможно представить без знания значений этих величин (теплопроводность, теплоемкость, удельное электросопротивление, электропроводность, коэффициенты адсорбции, массопереноса и набухания), поскольку они способствуют более подробному и качественному описанию механизмов межмолекулярного взаимодействия, физико-химических превращений и переноса тепла.

Цель и задачи диссертационной работы: исследование теплопроводности, теплоемкости, электропроводности, коэффициентов набухания, адсорбции и массопереноса системы растворов воды (дистиллированная, водопроводная, родниковая вода месторождений Ширгина, Вранга, Зонда, Ямчуна) и термического нанопорошка (до 12г.) в интервале температур (293-413)К и давлений (0,101 - 14,52) МПа.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выбор и соответствующая разработка метода расчета тепло-, электрофизических, а также кинетических свойств изучаемой системы растворов (вода+герметик (ТНП));
- исследование процесса переноса тепла в перечисленных образцах;

- разработка и создание экспериментальной установки для исследования теплопроводности, теплоемкости, адсорбции и массопереноса при различных параметрах состояния;
- получение экспериментальных значений по теплопроводности, теплоемкости при температурах (293-573)К, удельному электросопротивлению, электропроводности при температурах (293-338) К и давлениях (0,101-14,52) МПа;
- установление взаимосвязи и зависимости перечисленных параметров растворов от изменения температуры, давления, массы температурного нанопорошка герметика (ТНП), особенностей структуры образцов, а также чистоты растворителей и получение на их основе соответствующих аппроксимационных зависимостей;

Объект исследования. Термический нанопорошок (герметик (ТНП)), дистиллированная вода, вода различных родников Таджикистана ГБАО р. Ишкошим (Ширгина, Врагна, Зонга и Ямчуна).

Отрасль исследования - работа выполнялась по научным направлениям теплофизика и теоретическая теплотехника.

Этапы исследования. Работа выполнена в период 2014 – 2022 гг.

Экспериментальная база исследования. Экспериментальная часть работы проведена на базе кафедры «Общая физика» Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Айни.

Достоверность диссертационных результатов:

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современного экспериментального оборудования с обоснованными калибровками, удовлетворительной воспроизводимостью результатов в широком диапазоне внешних условий и согласием с результатами работ других авторов.

Научная новизна исследования:

Научная новизна работы состоит в том, что впервые:

1. разработаны методы расчета тепло -, электрофизических свойств, коэффициентов адсорбции и массопереноса для исследуемых растворов;
2. разработаны экспериментальные установки для измерения теплофизических и электрофизических свойств;
3. получены экспериментальные данные по теплофизическим (при температурах от 293 до 413 К и давлениях от 0,101 до 14,52 МПа), электрофизическим (при температурах от 293 до 338К и давлении $P = 0,101$ МПа) и кинетическим свойствам исследуемых растворов (вода + до 12г. термического нанопорошка (ТНП));
4. получены аппроксимационные зависимости и корреляционные функции, устанавливающие взаимосвязь теплопроводности, теплоемкости, электропроводности от коэффициентов адсорбции, массопереноса и набухания изучаемых

образцов при различных параметрах состояния ($T = 293-413$), $P = (0,101-14,52)$ МПа.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается:

1. Теоретически обосновано прогнозирование ТФС и ЭФС исследуемых растворов на основе их молекулярных структур;
2. Создана модель структуры водных растворов, проведен анализ процесса теплопереноса, массопереноса, электропереноса, и на этой основе рассчитана теплопроводность, электропроводность, коэффициент массопереноса исследуемых растворов;
3. Разработанные экспериментальные установки для теплофизических свойств и электропроводности могут быть использованы для скоростного определения ТФС и ЭФС материалов в лабораториях;
4. Дополнен банк теплофизических, электрофизических и кинетических величин химических соединений новыми данными.

Внедрение результатов работы. Результаты исследования приняты для внедрения: в Таджикском государственном педагогическом университете им. С. Айни, и в ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан (акт о внедрении прилагается)

Методы исследования. Для выполнения диссертационной работы использован метод калориметрического определения теплопроводности, температуропроводности на измерительных установках при температуре (293-413) К и давлении (0,101 - 14,52) МПа, адсорбционных свойств при различных относительных влажностях среды, а также метод наименьших квадратов (компьютерная программа Excell) при обработке экспериментальных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методы расчета тепло - и электрофизических свойств растворов и анализ процесса тепло - и электропереноса в исследуемых объектах;
2. Аппроксимационные зависимости для расчета тепло -, электрофизических и кинетических свойств системы вода+герметик (ТНП) в широком интервале температуры и давления;
3. Новые варианты измерительных устройств и обоснование возможности их применения для исследования кинетических свойств растворов и зернистых материалов;
4. Экспериментальные данные по теплоемкости, теплопроводности $T = (293-413)$ К, $P = (0,101-14,52)$ МПа, электропроводности $T = (293-338)$ К, $P = 0,101$ МПа;
5. Расчетные данные по кинетическим свойствам исследуемых термических нанопорошков (ТНП).

Рекомендации по использованию результатов. Результаты работы могут быть использованы в Институте промышленности Министерства промышленности

и новой технологии РТ. Кроме того, они могут быть использованы в научных и учебных процессах в Таджикском государственном педагогическом университете им. Садриддина Айни. в качестве дополнительного учебного материала при чтении специальных курсов по физике конденсированного состояния, теплофизике, термодинамике и др.

Личный вклад автора состоит в формулировке цели, постановке основных задач исследования и выборе соответствующих методик и способов для их решения, установлении процессов и физических явлений в опытах по измерению теплопроводности, теплоемкости, электропроводности, коэффициенту адсорбции, массопереноса, набухания, а также соответствующей обработке и анализу этих результатов, на основе которых им были получены и сформулированы соответствующие выводы работы.

Диссертационная работа выполнена в Таджикском государственном педагогическом университете им. Садриддина Айни в лаборатории теплофизики и молекулярной физики кафедры «Общая физика».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались: на Республиканской научно-технической и международной конференции (г. Душанбе, Худжанд, Исфара 2012), 8^{ой} Международной теплофизической школе, посвящённый 60-летию профессора Сафарова М. М. – Душанбе - Тамбов, 2012; Первых Международных Лыковских научных чтениях, посвященных 105-летию академика А.В. Лыкова. “Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе “Минск, 22-23 сентября 2015; 10^{ом} Всероссийском симпозиуме с международным участием, Термодинамика и материаловедение. Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе, РАН, 7-11 сентября 2015. Санкт-Петербург; I Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы современной науки», 2015, Москва; 15 Минском Международном форуме по тепло – и массообмену. Минск (23-26 мая 2016); 10 школе-семинаре молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е. Алемасова “Проблемы тепло-массообмена и гидродинамики в энергомашиностроении”, Казань, 2016; 10 ICTP, “Thermophysical properties measurements in the quality control of substances, materials and products”, Dushanbe-Tambov, 3-8 October 2016; IARIA, 2CFP, ICQNM -2020, 15-19 November, 2020; *Ispane, Valenciya, 2020*; International Conference on Theoretical Physics and Applied Physics (TPAP-2020) November 20-22, 2020, Xiamen, China; Rostock-2020, Germany, 8-9, October 2020; Республиканской научно-практической конференции (с международным участием) «Теплоэнергетика и теплофизические свойства веществ», посвященной 30-летию Государственной независимости РТ, 65-летию ТТУ имени акад. М.С. Осими и 50 – летию МТФШ (27, 28 августа 2021 г); 12 Международной теплофизической школе «Теплофизика и информационные технологии» Тамбов, (19-21 ноября 2021 г).

Соответствие паспорту специальности. По тематике методов исследования, предложенной новым научным положением, диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Публикации результатов исследований. По результатам работы опубликовано 20, в том числе 6 научных статей, в рекомендуемых журналах ВАК при Президенте РТ, и получено 2 малых патента Республики Таджикистан и 12 материалов опубликовано в научных форумах.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на **210** страницах компьютерного текста, включает **83** таблиц, **60** рисунков и список литературы из **181** наименований библиографических ссылок и **62** страниц приложения.

Ключевые слова: теплопроводность, абсорбция, набухание, массоперенос, электропроводность, термический нанопорошок (ТНП), теплопередача.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, изложены цели и задачи, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе - обзор литературных данных по некоторым свойствам воды. Постановка задачи исследования. Основные физико-химические свойства воды при атмосферном давлении.

Вторая глава - экспериментальные установки для измерения теплопроводности и электропроводности жидкостей и растворов в зависимости от температуры, давления и кинетических свойств зернистых материалов.

В третьей главе даны характеристики образцов изучаемых веществ, результаты опытных исследований по теплопроводности, удельной изобарной теплоемкости, удельного электросопротивления и электропроводности системы водопроводная вода+герметик (термический нанопорошок (ТНП)), воды из различных родников Республики Таджикистан, дистиллированная вода+герметик (ТНП) ($m = 2,4,6,8,10,12$ г. герметика) в интервале температур (293-413) К и давления (0,101-14,52) МПа

В четвертой главе изложены способы и результаты аппроксимирования исследуемых теплофизических параметров: $\lambda = f(C_p)$; $\lambda = f(\rho)$; $\lambda = f(T,P,m)$; $C_p = f(T,P,m)$ и др., позволяющие провести расчет указанных величин.

В приложении показаны подробные таблицы и графики сравнения, вычисленные по предложенным нами эмпирическим уравнениям перечисленных теплофизических, электрофизических и кинетических свойств вода+герметик (термический нанопорошок (ТНП)), воды из различных родников Республики Таджикистан, ГБАО р - Ишкашим (Ширгина, Вранга, Зонга, Ямчуна) дистиллированная вода+герметик (ТНП) ($m = 2,4,6,8,10,12$ г. герметика) в интервале температур (293-413) К и давления (0,101-14,52) МПа.

Во второй главе приводится.

Экспериментальная установка по измерению теплопроводности растворов в зависимости от температуры по методу монотонного разогрева.

При исследовании теплопроводности образцов мы воспользовались методом монотонного разогрева, представленного профессором Е.С. Платуновым. На рисунке 1 изображено устройство, основанное на данной методике (ИТλ-400). Монотонный тепловой режим представляет собой метод приближенного анализа уравнения теплопроводности нелинейного типа. Монотонный тепловой режим предполагает плавный прогрев либо охлаждение в условиях изменения температуры в больших пределах.

Этот метод представляет собой обобщенный вариант квазистационарных методов при переменных ТФС [$\lambda=\lambda(t)$; $a=a(t)$; $c\rho=c\rho(t)$] и скоростях нагрева (охлаждения) $b=f(x,\tau)$. Эти методы хороши тем, что путем проведения одного опыта можно выявить температурную зависимость образцов (динамические методы). Предложенный метод нашел большую востребованность в измерениях теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности жидкостей, растворов, твердых тел, сыпучих материалов и др.

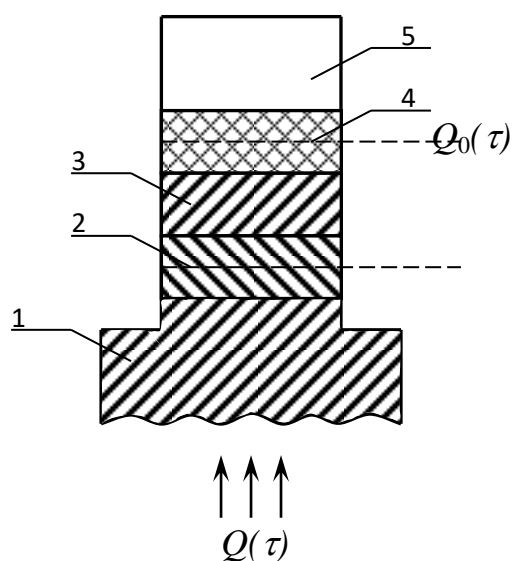


Рисунок 1. Тепловая схема метода: 1-основание; 2-пластина; 3-пластина контактная; 4-медная ячейка с исследуемым объектом; 5-стержень.

Общая относительная погрешность измерения теплопроводности материалов на установке профессора Платунова Е. С. при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ составляет 4,5 %

Экспериментальная установка для комплексного определения теплофизических свойств при различных температурах и давлениях.

Для измерения теплофизических величин (теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности) используются разные опытные устройства.

Так, теплопроводность жидкостей и газов экспериментально исследуется при помощи цилиндрического бикалориметра с применением метода регулярного теплового режима первого рода. Основными элементами прибора являются

сосуд высокого давления, цилиндрический бикалориметр, зеркальный гальванометр и электроизмерительные приборы.

Измерение ТФС веществ выполняется различными как стационарными, так и нестационарными методами. Например, теплопроводность и теплоемкость веществ в твердом состоянии исследуют с применением метода монотонного разогрева.

Данный метод был разработан и предложен со стороны профессора Платунова Е.С. и его учеников. Температуропроводность этих же материалов либо измеряют другим устройством, либо рассчитывают на основе значений плотности по формуле:

$$a = \frac{\lambda}{C_p \rho}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (1)$$

где λ -коэффициент теплопроводности веществ, Вт/(м·К); C_p -удельная изобарная теплоемкость, Дж/(кг·К); ρ -плотность веществ, кг/м³.

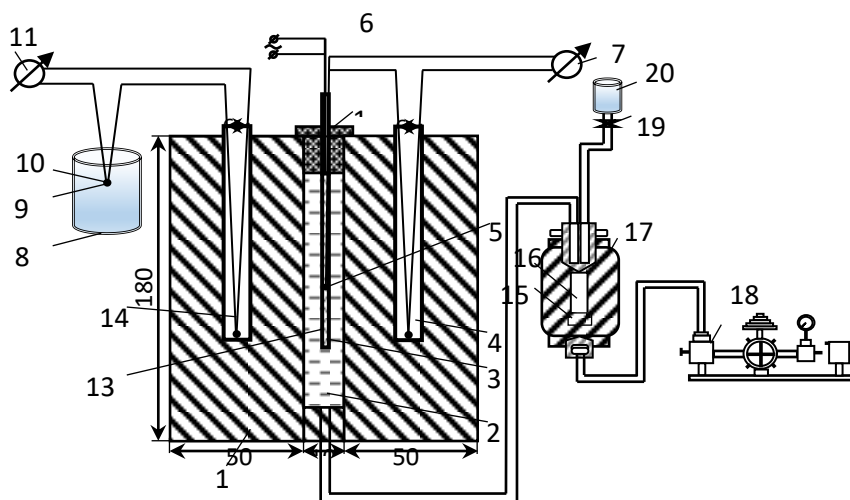


Рисунок 2. Схема установки для комплексного определения теплофизических свойств растворов и наножидкостей (Патент РТ№ТJ 100, 2007г.).

Устройство для определения электрофизических свойств магнитных жидкостей в зависимости от давления и магнитного поля (малый патент РТ №ТJ 372)

Данное изобретение представляет собой устройство, состоящее из лабораторного автотрансформатора, двух электродов и амперметров, переменного резистора, последовательно соединенной индукционной катушки с полиэтиленовой ячейкой, заполненной образцом исследования, внутри которой в свою очередь соединена с тонометром и реостатом. Установка также позволяет проводить экспериментальные исследования касательно электропроводных свойств магнитных жидкостей путем воздействия на образец магнитного поля и в условиях комнатной температуры, который измеряется амперметром.

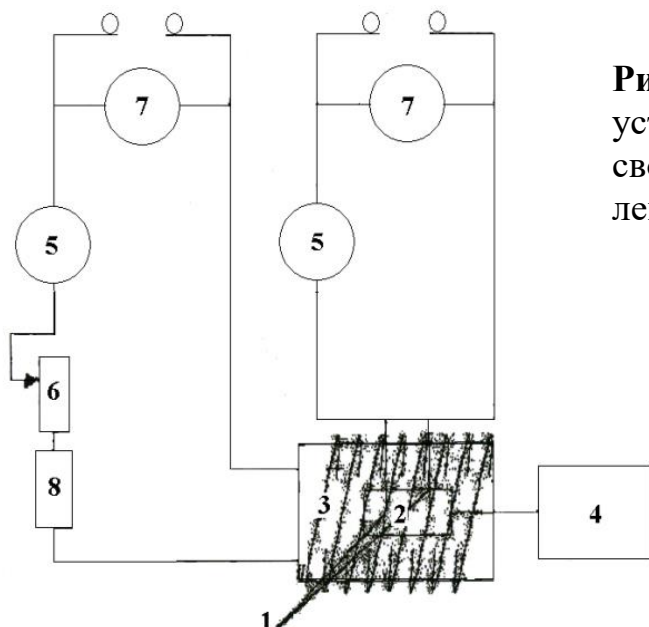


Рисунок 3. Блок-схема экспериментальной установки для измерения электрофизических свойств электролитов при атмосферном давлении.

Экспериментальная установка для определения коэффициента адсорбции и массоотдачи зернистых материалов (Малый патент РТ №ТJ 824, №ТJ 825).

Кинетические характеристики образцов нами были исследованы устройством, изображенном на рисунке 4. Предложенное устройство собрано из двух основных частей - это сосуд цилиндрический с сеткой и секундомер с электронными весами (класс точности 0,001 г). Диаметр сетки соответствует внутреннему диаметру сосуда, диаметр которого 5 см, высота 8 см. Ячейки сетки имеют площадь 1 мм² каждая. Сперва проводят взвешивание пустого сосуда, затем с водой, а взвешивание образцов производится вместе с сеткой. Последние взвешиваются после каждого промежутка времени увлажнения (30 мин.)

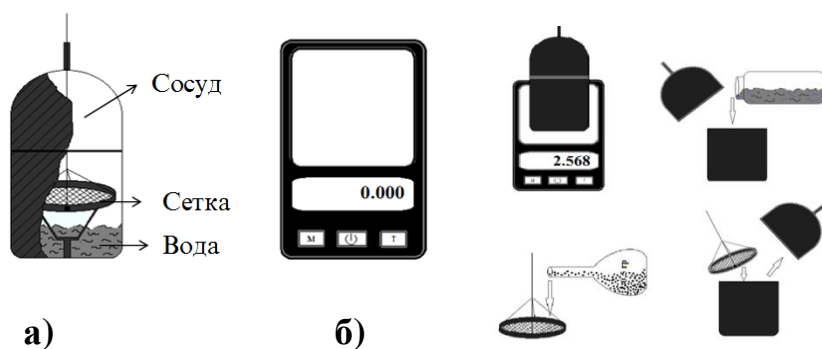


Рисунок 4. Экспериментальная установка для определения коэффициента адсорбции и массоотдачи: **а**-установка; **б**-электронные весы (малые патенты РТ № ТJ 824, 2016; №ТJ 825, 2016).

Порядок проведения эксперимента

1. В первую очередь в измерительный сосуд (а) наливаем воду 4-5 граммов.
2. Насыпаем сухой порошок в верхнюю наносетку (в). Насыщение порошка проводить 25-30 минут.
3. После 30 минут открываем крышку сосуда и измеряем массу порошка с помощью электронных весов (б). Это повторяется 30 минут, когда порошок полностью смачивается.

В третьей главе приведены результаты и характеристики образцов изучаемых веществ, результаты опытных исследований по теплопроводности, удельной изобарной теплоемкости, удельному электросопротивлению и электропроводности системы водопроводная вода+герметик (термический нанопорошок (ТНП)), воды из различных родников Республики Таджикистан, дистиллированная вода+герметик (ТНП) ($m = 2,4,6,8,10,12$ г. герметика) в интервале температур (293-413) К и давления (0,101-14,52) МПа.

Экспериментальное определение теплопроводности и электропроводности водных растворов термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от температуры при атмосферном давлении.

На устройствах экспериментального предназначения, показанных на рисунках 2, 3 были измерены теплопроводность и электропроводность растворов системы вода+термический нанопорошок (ТНП) (пентаэласт) разной концентрации (2г.,4г.,6г.,8г.,10г.,12г.) в интервале температур (293-413) К при атмосферном давлении (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние герметика (термического нанопорошка (ТНП)) на изменение теплопроводности ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(мК)) воды родника Ямчуна на линии насыщения.

Образцы Т, К	№1	№2	№3	№4	№5	№6
293	633	652	674	692	715	738
303	645	663	679	700	722	745
313	656	669	686	714	730	754
323	660	679	695	718	737	760
333	675	688	708	726	746	768
343	684	699	716	734	746	774
353	692	707	721	738	758	775
363	698	712	728	742	762	784
373	705	718	732	747	768	796
383	709	723	738	754	773	804
393	712	727	742	758	778	807
403	716	732	746	764	782	810
413	719	737	752	768	788	812

На рисунках 5, 6 и в таблицах 1 и 2 приведены результаты экспериментального определения эффективной теплопроводности растворов на основе герметика (ТНП) в интервале температур (293 – 413) К и давлений (0,101) МПа. Концентрация герметика (ТНП) в растворах изменялась в пределах от 2 до 12 гр. по массе.

Как показали результаты эксперимента, увеличение температуры способствует росту теплопроводности по линейному закону, добавка нанопорошка

(ТНП) (0 до 12 г.) также повышает эффективную теплопроводность растворов. Например, при температуре 293 К, λ возрастает до 9,68 %, при температуре 360 К до 9,91 %, а при температуре 413 К до 9,56 %, при температуре 360.

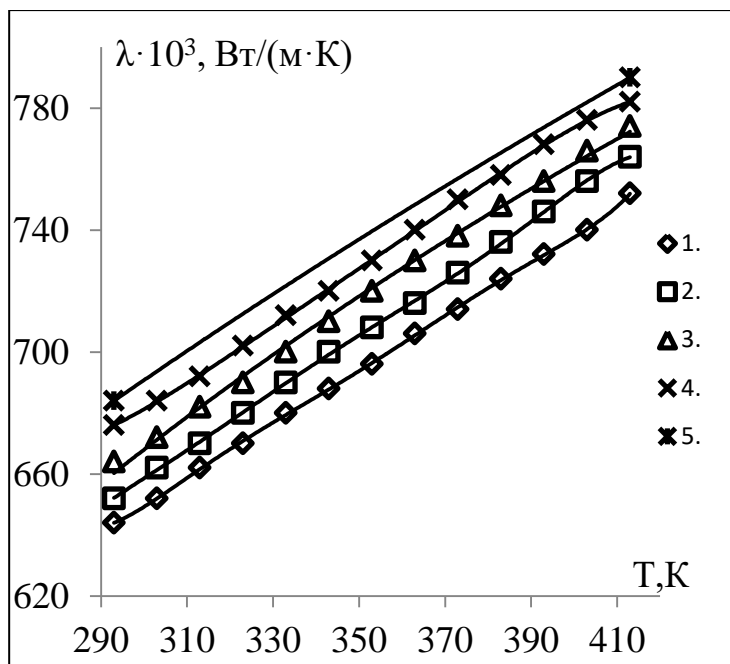


Рисунок 5. Зависимость теплопроводности растворов системы (вода родника Ширгина + ТНП) от температуры на линии насыщения.

- 1- 2 г. (ТНП)
- 2- 4 г. (ТНП)
- 3- 6 г. (ТНП)
- 4- 8 г. (ТНП)
- 5- 10 г. (ТНП)

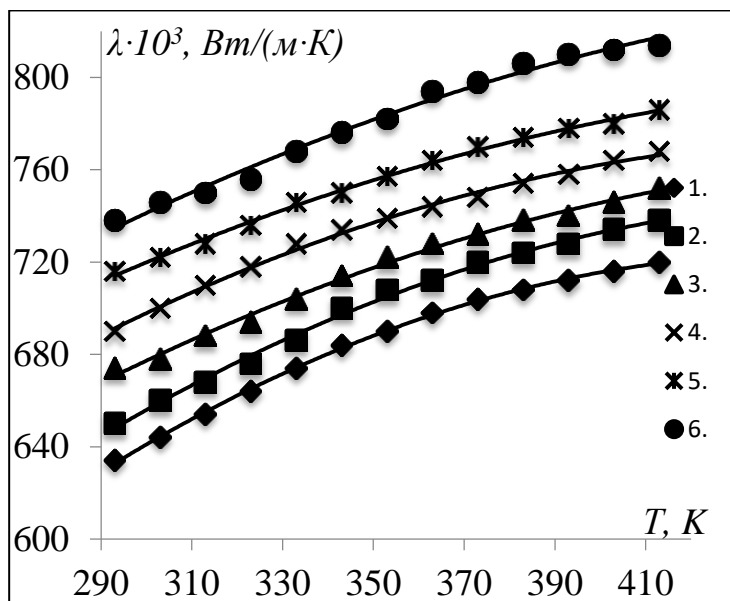


Рисунок 6. Зависимость эффективной теплопроводности растворов от массы наполнителя ТНП (герметика) воды родника Ямчуна+ТНП при различных температурах, т.е. $T = \text{const}$ ($T_1 = 293$ К; $T_2 = 333$ К; $T_3 = 393$ К; $T_4 = 413$ К) на линии насыщения.

- 1. 2 г. (ТНП)
- 2. 4 г. (ТНП)
- 3. 6 г. (ТНП)
- 4. 8 г. (ТНП)
- 5. 10 г. (ТНП)
- 6. 12 г. (ТНП)

Таблица 2 - Влияние герметика (термического нанопорошка (ТНП)) на изменение теплопроводности ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(мК)) воды родника Ширгина на линии насыщения.

Образцы Т, К	№1	№2	№3	№4	№5	№6
293	633	652	674	692	715	738
303	645	663	679	700	722	745
313	656	669	686	714	730	754
323	660	679	695	718	737	760

Образцы Т, К	№1	№2	№3	№4	№5	№6
333	675	688	708	726	746	768
343	684	699	716	734	746	774
353	692	707	721	738	758	775
363	698	712	728	742	762	784
373	705	718	732	747	768	796
383	709	723	738	754	773	804
393	712	727	742	758	778	807
403	716	732	746	764	782	810
413	719	737	752	768	788	812

Экспериментальное определение электропроводности водных растворов термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от температуры при атмосферном давлении.

Для измерения удельного сопротивления растворов системы вода и термический нанопорошок (ТНП) при различных температурах и атмосферном давлении использована экспериментальная установка, (рисунок 3, (Малый патент РТ №ТJ 372)). Результаты экспериментального исследования удельного сопротивления и электропроводности исследуемых растворов на основе воды родниковой из родников Республики Таджикистан ГБАО р. Ишкошим (Ширгин, Вранг, Зонг, Ямчун и вода река Душанбе) в зависимости от температуры приводятся в таблице 3.

Таблица 3 - Удельное электросопротивление и электропроводность системы питьевая вода + термический нанопорошок (ТНИ) в зависимости от температуры.

Т, К	293	298	303	308	313	318	323	328	333	338
Образец №1.										
χ , Ом·м	5,327	4,92	4,662	4,26	3,891	3,698	3,524	3,366	3,318	3,180
σ , См·м ⁻¹	0,188	0,199	0,215	0,222	0,257	0,270	0,284	0,297	0,301	0,314
Образец №2.										
χ , Ом·м	4,938	4,609	4,241	4,009	3,728	3,370	3,064	2,911	2,822	2,795
σ , См·м ⁻¹	0,206	0,219	0,239	0,254	0,278	0,291	0,301	0,310	0,318	0,325
Образец №3.										
χ , Ом·м	4,585	4,367	4,265	4,076	3,987	3,902	3,687	3,411	3,288	3,224
σ , См·м ⁻¹	0,218	0,229	0,234	0,245	0,251	0,256	0,272	0,295	0,305	0,316
Образец №4.										
χ , Ом·м	3,716	3,609	3,416	3,286	3,166	3,015	2,914	2,829	2,795	2,708
σ , См·м ⁻¹	0,260	0,277	0,292	0,304	0,316	0,324	0,343	0,354	0,358	0,369
Образец №5.										
χ , Ом·м	3,141	3,097	3,027	2,922	2,861	2,767	2,678	2,596	2,500	2,432

$\sigma, \text{СММ}^{-1}$	0,319	0,323	0,334	0,341	0,354	0,362	0,373	0,385	0,409	0,428
Образец №6.										
$\chi, \text{Ом}\cdot\text{м}$	2,962	2,913	2,752	2,635	2,528	2,446	2,387	2,260	2,243	2,147
$\sigma, \text{СММ}^{-1}$	0,323	0,344	0,364	0,379	0,396	0,407	0,419	0,432	0,452	0,466

В этой таблице представлены результаты экспериментального исследования удельного электросопротивления, электропроводности исследуемых растворов системы герметик (ТНП) + вода родниковых вод (родники Зонга, Вранга, Ширгина, Ямчуна) в интервале температур (293 – 338) К при атмосферном давлении ($p=0,101$) МПа. Результаты исследования показали, что с повышением температуры электросопротивление растворов уменьшается по закону прямой линии, параболы и экспоненты, а электропроводность увеличивается. Добавка термического нанопорошка приводит также к росту электропроводности.

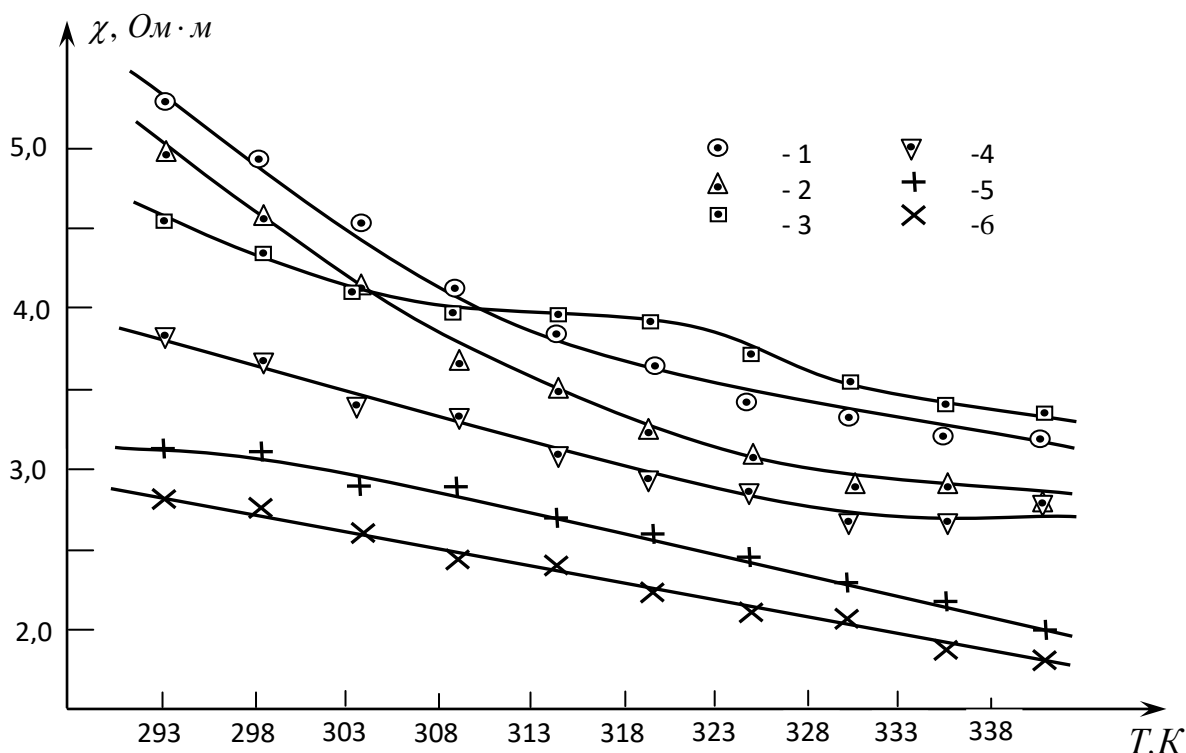


Рисунок 7. - Удельное электросопротивление системы водопроводная вода + герметик в зависимости от температуры при атмосферном давлении: Образец №1; Образец №2; Образец №3; Образец №4; Образец №5; Образец №6.

По данным, представленным в таблицах и на рисунках, выявлено уменьшение электросопротивления образцов (таблица 3 и рисунок 7) по закону прямой линии и соответствующий рост электропроводности в ходе роста температуры.

По предложенным таблицам и рисункам было установлено, что при повышении содержания герметика в дистиллированной воде на 2г. и $T=293\text{К}$ удельное электросопротивление составляет 12,2%, при $T=338\text{К}$ – 24,7%; в растворе с 12 граммами герметика при $T=293\text{К}$ удельное электросопротивление соответ-

вует 21,3% и при $T=338\text{K}$ – 0,2%; в растворе с 6 граммами герметика при повышении температуры от 293 до 338K данный параметр уменьшается на 42,2%, а электропроводность, наоборот, повышается в среднем на 44,9%. Для образца №3 (200г. дистиллированной воды + 6г. герметика), от $T=293\text{K}$ $\sigma=0,103\text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$ до $T=338\text{K}$ $\sigma=0,192\text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$ электропроводность этого и других образцов увеличивается в среднем на 86,4%. Это можно связать с тем, что при нагревании раствора растет и количество водородных связей в нем, что способствует росту электропроводности.

Экспериментальное определение кинетических свойств водных растворов термического нанопорошка (ТНП) и коэффициента адсорбции в зависимости от времени увлажнения.

Для экспериментального исследования коэффициента адсорбции исследуемых термических нанопорошков (ТНП) в зависимости от времени увлажнения нами разработана и запатентована установка, работающая методом взвешивания.

Значение коэффициента адсорбции исследуемых герметиков рассчитывалось следующим выражением: $\Gamma = \left[\frac{m - m_0}{\mu \cdot m_0} \right]$. (2) Результаты расчета коэффициента адсорбции термического нанопорошка, увлажнённого дистиллированной водой, представлены в виде таблиц ниже (таблица 4).

Значение коэффициента адсорбции исследуемых герметиков рассчитывалось следующим выражением: $\Gamma = \left[\frac{m - m_0}{\mu \cdot m_0} \right]$. (2) Результаты расчета коэффициента адсорбции термического нанопорошка, увлажнённого дистиллированной водой, представлены в виде таблиц ниже (таблица 4).

Таблица 4 - Полученные данные по коэффициенту адсорбции термического нанопорошка (ТНП), увлажненного дистиллированной водой.

№	t (ч)	Г, (моль/кг)				
		1 (гр)	2 (гр)	3 (гр)	4 (гр)	5 (гр)
1.	0,5	1,63	1,16	1,01	1,05	1,07
2.	1,0	2,42	1,95	1,49	1,42	1,38
3.	1,5	3,21	2,74	2,01	1,81	1,69
4.	2,0	4,14	3,53	2,54	2,21	2,01
5.	2,5	4,93	4,32	3,07	2,60	2,32
6.	3,0	5,72	5,11	3,60	3,00	2,64
7.	3,5	6,51	5,90	4,13	3,39	2,96
8.	4,0	7,30	6,69	4,66	3,78	3,27
9.	4,5	8,08	7,48	5,19	4,18	3,59
10.	5,0	8,87	8,27	5,72	4,58	3,90
11.	5,5	9,66	9,06	6,25	4,97	4,22
12.	6,0	10,45	9,85	6,78	5,36	4,53
13.	6,5	11,24	10,64	7,31	5,76	4,85
14.	7,0	12,03	11,43	7,84	6,16	5,16

15.	7,5	12,82	12,22	8,37	6,55	5,48
16.	8,0	13,61	13,01	8,90	6,95	5,80
17.	8,5	14,40	13,80	9,43	7,34	6,11
18.	9,0	15,19	14,59	9,96	7,73	6,43
19.	9,5	15,98	15,38	10,49	8,12	6,74
20.	10,0	16,77	16,17	11,02	8,53	7,06
21.	10,5	17,56	16,96	11,55	8,92	7,37

Как видно из таблицы, коэффициент адсорбции с повышением времени выдержки герметика в процессе увлажнения. Такая закономерность наблюдается во всех исследуемых образцах, также рост массы герметика (ТНП) приводит к уменьшению коэффициента адсорбции исследуемых образцов.

Экспериментальное определение коэффициента набухания термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от времени увлажнения родниковой водой.

Коэффициент набухания термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от времени увлажнения родниковых вод рассчитан на основе экспериментальных данных по массе сухого и влажного герметика, увлажнённого различными водами, следующим выражением:

$$\left[\gamma = \frac{m_2 - m_0}{m_\infty} \cdot 100\% \right], \quad (3)$$

Коэффициент массопереноса термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от времени увлажнения родниковой и речной водой. Для определения коэффициента массопереноса исследуемых порошков используем уравнение:

$$\left[\beta = \frac{m - m_0}{S \cdot t} \right], \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ с}) \quad (4)$$

Результаты расчета коэффициента набухания исследуемого герметика (ТНП) для различной массы (1гр.,2гр.,3гр.,4гр. и 5гр), увлажнённого водой реки Душанбе и родниковых вод.

Таблица 5. - Расчет коэффициента набухания герметика (ТНП) выражением (2) при увлажнении водой “дистиллированной”.

№	Увлажнитель питьевой водой из реки «Душанбе».				
	1 (гр)	2 (гр)	3 (гр)	4 (гр)	5 (гр)
1.	2,406	1,501	1,275	1,371	1,376
2.	3,473	2,567	1,997	1,914	1,811
3.	4,541	3,633	2,720	2,456	2,245
4.	5,608	4,698	3,442	2,998	2,680

5.	6,676	5,764	4,165	3,541	3,114
6.	7,743	6,830	4,887	4,083	3,548
7.	8,811	7,896	5,610	4,625	3,983
8.	9,878	8,961	6,333	5,168	4,417
9.	10,946	10,027	7,055	5,710	4,851
10.	12,013	11,093	7,778	6,253	5,286
11.	13,081	12,159	8,500	6,795	5,720
12.	14,148	13,224	9,223	7,337	6,154
13.	15,216	14,290	9,945	7,880	6,589

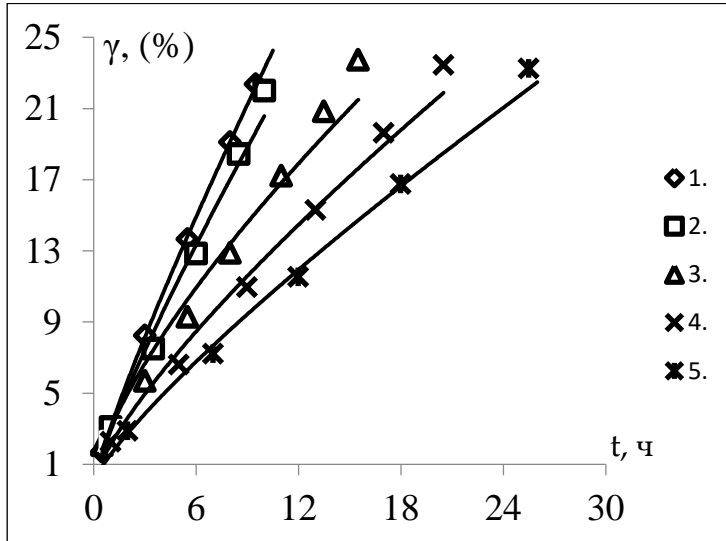


Рисунок 8. Зависимость коэффициента набухания (γ ,%) герметика (ТНП), увлажненного дистиллированной водой, в зависимости от времени увлажнения от время увлажнения.

- 1- 2 г. (ТНП)
- 2- 4 г. (ТНП)
- 3- 6 г. (ТНП)
- 4- 8 г. (ТНП)
- 5- 10 г. (ТНП)

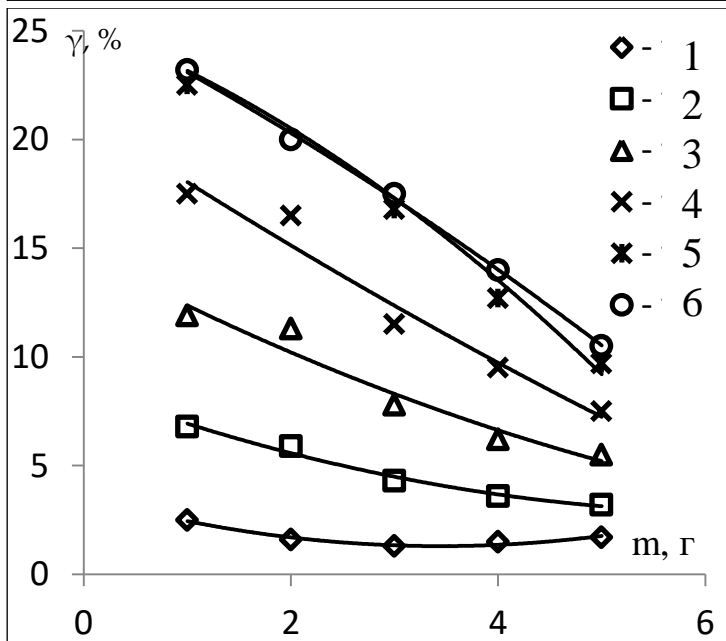


Рисунок 9. Зависимость коэффициента набухания (γ , %) герметика (ТНП), увлажненного дистиллированной водой, в зависимости от массы при различном времени увлажнения:

- 1- $t_1=0,5$ ч.; 4- $t_4=7,5$ ч;
- 2- $t_2=2,5$ ч; 5- $t_5=10$ ч;
- 3- $t_3=5$ ч; 6- $t_6=11$ ч.

Как видно из таблицы 5 и рисунков 7-8, коэффициент набухания исследуемых термических нанопорошков (ТНП) с ростом времени увлажнения растет по линейному закону. Коэффициент набухания термического нанопорошка (ТНП) зависит также от массы засыпки при его увлажнении. С увеличением массы засыпки степень набухания герметика уменьшается (рисунок 9). Например, с уве-

личением массы герметика от 0 до 5 гр. степень набухания уменьшается от 22,13% до 8,93%.

Экспериментальное определение коэффициента массопереноса термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от времени увлажнения родниковой и речной водой.

Для определения коэффициента массопереноса исследуемых порошков используем уравнение (5): где S -площадь объекта, (m^2); m -масса влажного герметика при зафиксированном времени (кг); m_0 – масса сухого герметика при нулевом времени увлажнения, (кг); t -время увлажнения, сек. Его определим с помощью объема цилиндра:

$$V = S H \Rightarrow S = V/H \quad (5)$$

Согласно представленным результатам табличного вида коэффициент массопереноса изучаемых образцов растворов с увеличением времени выдержки образца в увлажнителе меняется в сторону убывания по закону гиперболы.

На рисунок 9 видно, что с ростом коэффициента массопереноса исследуемые герметики, которые были увлажнены родниковой водой, коэффициент адсорбции уменьшается согласно закону гиперболы. Эта закономерность также проявляется и других образцах с другими увлажнителями (вода родников Вранга, Зонга и Ямчуна).

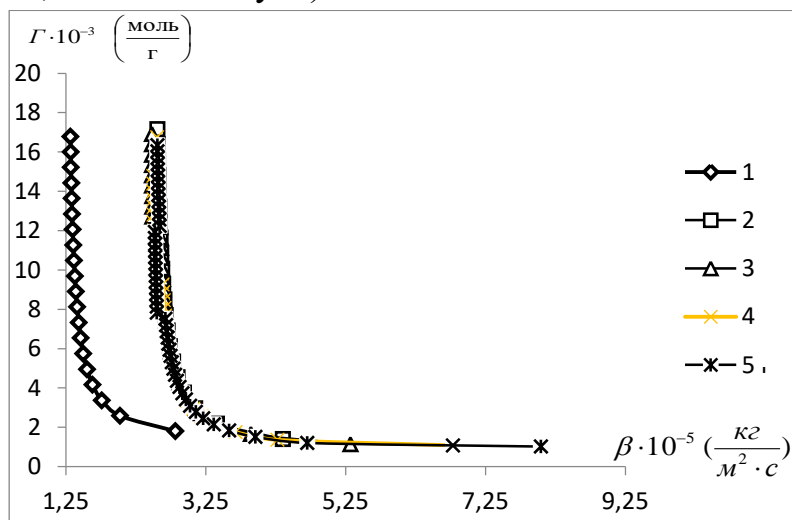


Рисунок 10. Зависимость коэффициента адсорбции от коэффициента массопереноса для системы герметика и родников вод ГБАО, «Зонга».

- 1- 2 г. (ТНП)
- 2- 4 г. (ТНП)
- 3- 6 г. (ТНП)
- 4- 8 г. (ТНП)
- 5- 10 г. (ТНП)

В четвёртой главе - Обобщение экспериментальных данных по теплофизическим и электрофизическим свойствам исследуемых растворов при атмосферном давлении.

Обобщение тепло - и электрофизических свойств результатов экспериментов в зависимости от изменения параметров состояния нами была использована методика, представленная в

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (6)$$

$$\frac{C_p}{C_p^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (7)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (8)$$

где λ, C_p, σ - теплопроводность, удельная изобарная теплоемкость, электропроводность исследуемых растворов при температурах T и T_1 : $T_1 = 353$ К.

Степень выполнимости зависимостей (6) - (8) для изучаемых растворов приведена на рисунках 11-13, где показана хорошая согласованность экспериментальных данных относительно общих кривых и прямых графиков.

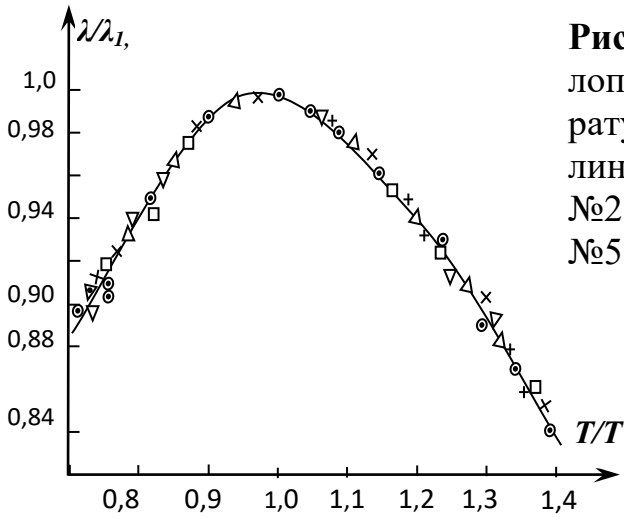


Рисунок 11 - Зависимость относительной теплопроводности (λ/λ_1) от относительной температуры (T/T_1) для исследуемых растворов на линии насыщения: 1—образец №1; 2—образец №2; 3—образец №3; 4—образец №4; 5—образец №5; 6—образец №6.

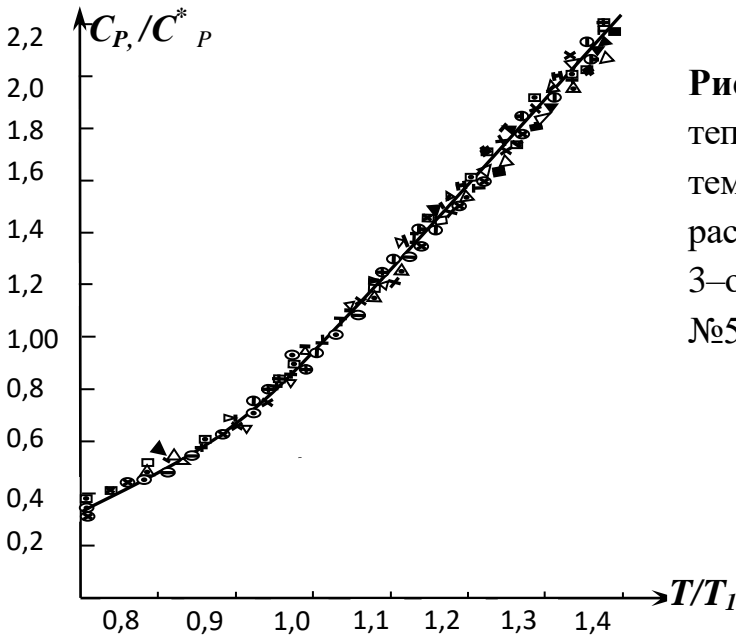


Рисунок 12. Зависимость относительной теплоемкости (C_p/C_p^*) от относительной температуры (T/T_1) для исследуемых растворов: 1—образец №1; 2—образец №2; 3—образец №3; 4—образец №4; 5—образец №5; 6—образец №6.

$$\lambda = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot \lambda_1, \quad (9)$$

$$C_p = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot C_p^*, \quad (10)$$

$$\chi = \left[Ai + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) \right] \cdot \chi_1, T_1 = 313 \text{K} \quad (11)$$

$$\sigma = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot \sigma_1. \quad (12)$$

Для водопроводной воды:

$$\chi = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot \chi_1, \quad (13)$$

$$\sigma = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right) + Bi \right] \cdot \sigma_1. \quad (14)$$

С помощью полученных выражений (9)-(14) можно с погрешностью 1,5-3,0% выявить температурную зависимость тепло- и электрофизических свойств

исследуемых растворов при атмосферном давлении и условии, что величины λ_1 , C_p^* , χ_1 и σ_1 известны.

Значение коэффициентов A_i , B_i и C_i уравнений (9)-(14) представлены в виде таблиц (таблица 7).

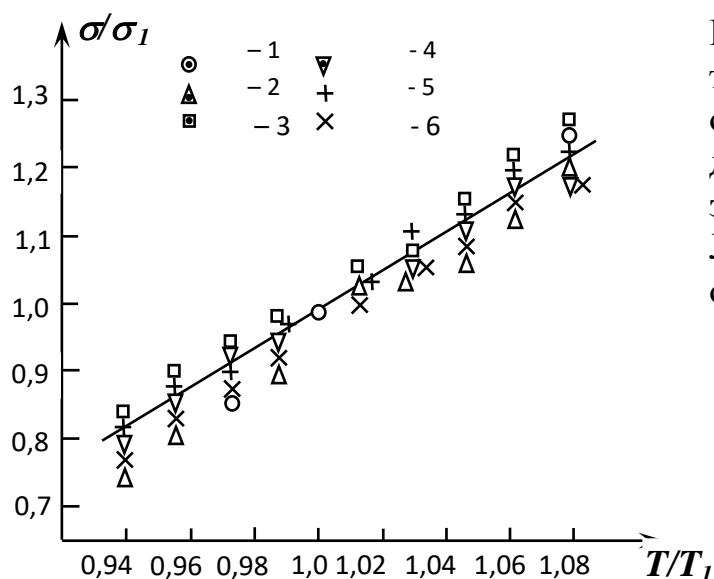


Рисунок 13. Зависимость относительной электропроводности (σ/σ_1) от относительной температуры (T/T_1) для исследуемых растворов: 1-образец №1; 2-образец №2; 3-образец №3; 4-образец №4; 5-образец №5; 6-образец №6.

Таблица 7. Значения коэффициентов A_i , B_i и C_i уравнений (9)-(14).

№№	Формула	A_i	B_i	C_i
Дистиллированная вода и родниковые воды				
1	(9)	-1,077	2,17	-0,098
2	(10)	0,6	1,48	-1,132
3	(11)	4,125	-3,125	0
4	(12)	13,32	-23,38	11,064
Водопроводная вода				
5	(13)	11,065	-26,2	16,11
6	(14)	2,92	-1,92	0

В заключения сформулированы основные выводы и полученные результаты по диссертационной работе.

В приложении приведены таблицы и графики сравнения расчетных данных с экспериментом, акты внедрения результатов работы.

Выводы

1. Изучен комплекс теплофизических (теплопроводность, теплоемкость), электрофизических (удельное сопротивление, электропроводность) и кинетических характеристик (коэффициент адсорбции, коэффициент массопереноса и набухания) неоднородных водных растворов (дистиллированная вода+герметик (ТНП), водопроводная вода+герметик (ТНП) и родниковая вода+герметик (ТНП)), [3-А,6-А,11-А,12-А,14-А,15-А,16-А,18-А, 20-А].

2. Собрана экспериментальная установка для измерения комплекса теплофизических и электрофизических свойств. Получено два малых патента Республики Таджикистан [7-А, 8-А].

3. Впервые получены экспериментальные значения теплопроводности, теплоемкости, удельного электросопротивления, электропроводности, коэффициента адсорбции, коэффициента массопереноса и коэффициента набухания системы (дистиллированная вода+герметик (ТНП), водопроводная вода+герметик (ТНП) и родниковая вода+(ТНП)) при температуре ($T=293-413\text{K}$) и давлении ($p= 0,101-14,52\text{ МПа}$), которые используются проектными организациями для инженерных расчетов, а для родниковых увлажнителей диапазон температуры составил ($T=293-413\text{K}$) и давления ($P= 0,101-14,52\text{ МПа}$). [1-А, 2-А, 3-А,4-А,5-А,6-А,8-А,10-А, 11-А, 12-А, 13-А, 14-А, 15-А, 16-А, 18-А, 19-А, 20-А].

4. Показано, что тепло - и электропроводность, электросопротивление изучаемых веществ, при заданной температуре возрастает с ростом давления, а при повышении температуры и постоянстве давления, наоборот, уменьшаются; с ростом температуры влияние давления на теплопроводность исследуемых растворов увеличивается, а с повышением давления влияние температуры на λ уменьшается [1-А,2-А,3-А,4-А,5-А,6-А,7-А,8-А,9-А,10-А,11-А,12-А,13-А,14-А,15-А,16-А,18-А,19-А,20-А].

5. Установлен рост удельной изобарной теплоемкости веществ при повышении температуры, а рост давления способствует ее уменьшению, [15-А,16-А, 19-А, 20-А].

6. Установлено аномальное изменение теплопроводности растворов во всем интервале давления, [3-А,5-А,11-А,14-А,15-А,16-А,20-А].

7. При обработке экспериментальных данных по теплофизическим, электрофизическим и кинетическим свойствам исследуемых систем, получены аппроксимационные выражения, устанавливающие взаимосвязь между этими характеристиками, [1-А,2-А,3-А,4-А,5-А,6-А,9-А,10-А,11-А,12-А,13-А,14-А,15-А,16-А,18-А,19-А,20-А].

Рекомендации к использованию полученных данных.

Как известно, оценка степени развитости промышленного сектора страны оценивается не только объемом и численностью разнообразия производимой продукции, но и ее качеством, главными из которых являются параметры электро - и теплофизики и кинетики изучаемых материалов (коэффициенты адсорбции, набухания и массопереноса).

Повышение эффективности, надежности и продуктивности технологических процессов во многом предопределяется точными и достоверными данными по теплофизическим и электрофизическим, а также и кинетическим свойствам рабочих веществ с учетом изменения влияния в зависимости от изменения температуры и давления в большом диапазоне их изменения. Применение завышен-

ных, либо заниженных от реальных данных при выполнении соответствующих проектных расчетов, механизмов, процессов и устройств становится следствием значительного снижения технико-экономических показателей и не соответствию оценкам реальных процессов.

Итоги, полученные в ходе исследований растворов (растворитель вода различных родников Республики Таджикистан - Ширгина, Вранга, Зонга и Ямчуна, дисстиллированной и питьевой воды) термического нанопорошка в условиях изменения температуры, давления рекомендуются к применению в качестве исходной информации для выполнения расчетов модельных реакторов, системы охлаждения ДВС и др.

На основе исследования при выполнении данной работы автором были разработаны и получены два малых патента РТ, также экспериментальные данные использованы при расчете ДВС и химических реакторов в Институте промышленности Министерства промышленности и новой технологии Республики Таджикистан (Акт внедрения полученных данных и патенты (ТJ №824 и ТJ № 825) прилагаются).

Предложенные установки для измерения электрофизических свойств растворов рекомендуются для соответствующих исследований в научных и учебных лабораториях кафедры физики Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемура преподавателями при выполнении диссертационных работ и студентами при выполнении дипломных, курсовых и лабораторных работ.

1. Составлены подробные таблицы тепло-, электрофизических и кинетических свойств воды в интервале температур (293-573) К, давлений (0,101-14,52) МПа и массовой концентрации термического нанопорошка, которые могут быть использованы в различных технологических процессах и теплообменных устройствах.

2. Полученные эмпирические зависимости применяются студентами, магистрами и аспирантами кафедры физики Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемура, ТГПУ им.С.Айни и Институтом промышленности Министерства промышленности и новых технологий РТ для соответствующих инженерных расчётов и моделирования в химической промышленности.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДЕССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

[1-А]. **Норов, З.Ю.** Определение коэффициента массоотдачи при исследовании полимера (пентэласта) в процессе увлажнения при различном количестве /М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Б.М.Махмадиев //Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал), Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2015, 1/6 (134)-С.63-68.

[2-А]. **Норов, З.Ю.** Определение коэффициента набухания полимера (пентэласта)./М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Ш.А.Аминов,М.Б.Махмадиев//Вестник Таджикского технического университета им. академика М.С.Осими, № 4 (32). Душанбе,-2015,-С.24-29, ISSN-2075-177X.

[3-А]. **Норов, З.Ю.** Влияние влажности на изменение теплопроводности металлических катализаторов на основе гранулированной пористой окиси алюминия. /М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Д.А.Назирмадов,С.С.Рафиев, и др.//Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал). Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2016, 1/4 (216)-С. 71 – 76.

[4-А]. **Норов, З.Ю.** Кинетические, адсорбционные свойства пентэласта и некоторых нанопорошков с различными фракциями для технологических процессов получения сплавов/М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Б.М.Махмадиев,Д.Ш. Хакимов и др.//Физика, Научный журнал, Институт физикотехнических проблем и материаловедения НАН Киргизской Республики Бишкек.2016-С.74-81.

[5-А]. **Норов, З.Ю.** Теплофизические, кинетические свойства коэффициента массоотдачи гранулированной пористой окиси алюминия с металлическими наполнителями и их компонентов./М.М.Сафаров,С.С.Абдуназаров,**З.Ю.Норов**, и др.//Физика, Научный журнал, Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН Киргизской Республики Бишкек 2016-С. 67 – 74.

[6-А]. **Норов, З.Ю.** Влияние термического нанопорошка на изменение электрофизических свойств воды при высоких параметрах состояния./**З.Ю. Норов**//Вестник Технологического университета Таджикистана. Душанбе,-2021,-С. 99-108, ISSN-2707 -8000.

Малый патент Республики Таджикистан

[7-А].**Норов, З.Ю.** Способ и устройства для определения коэффициента адсорбции ферромагнетных наночастиц в зависимости от температуры при атмосферном давлении/М.М.Сафаров,Д.С.Джураев,М.М.Холиков,**З.Ю.Норов**,С.С.Абдуназаров,Б.М.Махмадиев,Т.Р.Тиллоева и др.//Патент Республики Таджикистан, № ТЈ 824, 2016.-7с.

[8-А]. **Норов, З.Ю.** Способ и устройства для определения коэффициента адсорбции ферромагнетных наночастиц в зависимости от магнитного поля. /М.М.

Сафаров, Д.С. Джураев, М.М. Холиков, **З.Ю. Норов**, Т.Р. Тиллоева и др. // Патент Республики Таджикистан, № ТЖ 825, 2016 -5с.

Публикации в международных республиканских конференциях.

[9-А]. **Норов, З.Ю.** Определение коэффициента массоотдачи пентэласта при увлажнении водой /М.М.Сафаров, **З.Ю.Норов**, С.С.Рафиев, и др. //Материалы 10 Международной теплофизической школы, (3-8) октября 2016 г. “Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий”. Душанбе -Тамбов, 2016- С.326-334.

[10-А]. **Норов, З.Ю.** Определение коэффициента массоотдачи полимера (пентэласта) в процессе увлажнения при различном их количестве. /**З.Ю. Норов**, М.М.Сафаров, Б.М.Махмадиев и др./Материалы 10 Международной теплофизической школы, (3-8) октября 2016, “Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий”. Душанбе -Тамбов, 2016- С.355-360.

[11-А]. **Норов, З.Ю.** Теплопроводность гранулированной окиси алюминия с различной фракцией./М. М. Сафаров, С.С.Абдуназаров, А.Г.Мирзомамадов, **З.Ю. Норов**.//Первые Международные Лыковские научные чтения, посвященные 105-летию академика А. В. Лыкова. «Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе», Минск 22-23 сентября 2015-С. 477 – 482.

[12-А]. **Норов, З.Ю.** Влияние наноструктурных частиц на изменение термодинамических и адсорбционных свойств на линии увлажнения/М. М.Сафаров, М.М.Гуломов, С.С.Абдуназаров, **З.Ю.Норов**. и др.//Тезисы докладов 10-го Всероссийского симпозиума с международным участием, термодинамика и материаловедение. Физико - технический институт имени А. Ф. Иоффе, РАН, 7 – 11 сентября 2015. Санкт Петербург. - С. 42.

[13-А]. **Норов, З.Ю.** Тепло -, массоотдача катализаторов на основе пористой гранулированной окиси алюминия./М.М.Сафаров, **З.Ю.Норов**, С.С.Абдуназаров и др.//Центр научного сотрудничества «Международные научные исследования». Международная научно – практическая конференция «Проблемы и перспективы современной науки» Вып. №1, 2015, М.: - С. 57 – 63.

[14-А]. **Норов, З.Ю.** Теплопроводность, коэффициент теплоотдачи и адсорбция увлажнённых катализаторов на основе гранулированной пористой окиси алюминия./М.М.Сафаров, **З.Ю.Норов**, Дж.А.Зарипов и др.//15 Минский Международный форум по тепло - и массообмену. Минск – 23 – 26 мая 2016,- С.34 – 38.

[15-А]. **Норов, З.Ю.** Адсорбционные, теплофизические, термодинамические свойства некоторых наночастиц и их влияние на поведение теплоносителей. /М. М.Сафаров, **З.Ю. Норов**, Т.Р.Тиллоева, и др.//Материалы докладов 10 школы – семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В. Е.Алемасова

«Проблемы теплообмена и гидродинамики и энергомашиностроения» Казань, 2016, - С. 217-220.

[16-A]. Norov, Z.U. Influence of carbon nanotubes, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , nanometallic to exchange thermo physical and thermo dynamics of hydrazinehydrate (rocket fuel) in dependence temperature and pressures./М.М. Safarov, Н.А. Zoirov, Т.Р. Tilloeva, e.t.//Conference book, 10ICTP, (3-8) October 2016, «Thermophysical properties measurements in the quality control of substances, materials and products». Dushanbe – Tambov, 2016. - P. 201 – 218.

[17-A]. Норов, З.Ю. Взаимодействие полимеров с твердыми поверхностями./М.М.Сафаров, З.Ю.Норов, С.С.Рафиев, и др./Материалы 10 МТФШ, 3-8 октября 2016, Душанбе -Тамбов, 2016,-С.252-258.

[18-A]. Норов, З.Ю. Коэффициент адсорбции нанопорошка пэнтэласта при увлажнении молекулами водяного пара./М.М.Сафаров, З.Ю.Норов, Б.М.Махмадиев и др./МТФШ, 3-8 октября 2016, Душанбе -Тамбов, 2016,-С.341-348.

[19-A]. Norov, Z.U. Influence of C_{60} and C_{70} flurenes on the change of thermal active of vapors of hydrocarbon heat carriers./М.М. Safarov, Z.U.Norov, Т.Р. Tilloeva, S.S.Djumaev, e.t. /ARIA 2CFP, ICQNM-2020, 15-19 November 2020, Ispane, Valenciya, 2020, - p.75.

[20-A]. Norov, Z.U. Influence C_{70} fullernes an the chages of thermal conductivity of hydrocarbon heat carriers/М.М.Safarov, Z.U.Norov, Tilloeva M.M., N.E.Djumaev, e.t.//.Germany, 8-9 October 2020, P.-95.

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни

Бо ҳуқуқи дастнавис

ТУД 536.32.45.62;44



НОРОВ Зафарҷон Юлдошевич

**ТАЪСИРИ НАНОҲОКАИ ТЕРМИКӢ БА ХОСИЯТҲОИ
ГАРМОФИЗИКӢ, ЭЛЕКТРОФИЗИКӢ ВА КИНЕТИКИИ ОБ**

АВТОРЕФЕРАТИ

рисола барои дарёфти дараҷаи илмии номзади
илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 01.04.14 - физикаи ҳарорат ва назарияи
техникаи гармо

Душанбе – 2023

Рисола дар Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни, кафедраи «Физикаи умумӣ» иҷро гардидааст.

Роҳбари илмӣ: **Сафаров Маҳмадалӣ Маҳмадиевич**
Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон,
академики байналмилалӣ муҳандисӣ
(АБМ), академики академияи муҳандисии ҶТ
(АМ) ҶТ, доктори илмҳои техникӣ, профессор.

Муқарризони расмӣ: **Бердиев Асадкул Эгамович**, доктори илмҳои
техникӣ, дотсент, Донишгоҳи русӣ-тоҷикии
(славянӣ) мудири кафедраи «Химия ва биология»

Раҳимов Хуршед Абдуллоевич, номзади илмҳои
техникӣ, дотсенти Донишкадаи энергетикӣ
Тоҷикистон (ДЭТ) н. Кушониён

Муассисаи пешбар: **Донишгоҳи давлатии Данғара**

Ҳимояи рисола «13» феввали соли 2023 соати 16-00 дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-041 дар назди Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ бо суроғай: 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Рачабовҳо, 10а, e-mail: d.s6d.koa.041@yandex.ru баргузор мегардад.

Бо диссертатсия ва автореферати он дар китобхонаи **Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ** бо нишони 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раджабовҳо. 10а, e-mail: <http://ttu.tj> шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «11» январӣ соли 2023 фиристода шуд.

**Котиби илмӣ Шӯрои
диссертатсионии 6D.KOA-041,
номзади илмҳои техникӣ, дотсент**

Тағоев С.А

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАДҚИҚОТ

Мубрамияти мавзӯи тадқиқот. Имрӯз ба шарофати рушди навъҳои маҳсулоти пешниҳодшаванда, ки дар навбати худ бо ҳарорату фишорҳои баланд алоқаманд аст, сабаби ба вуҷуд омадан ва интенсификатсияи равандҳо, дастгоҳҳо, механизмҳо ва ғайра гардид, ки дар соҳаҳои сузишворӣ, химия, бофандагӣ, металлургӣ, мошинасозӣ ва дигар соҳаҳои саноат васеъ истифода мешаванд.

Дар натиҷаи таъсири механикӣ ва гармӣ дар радиаторҳои нақлиёти автомобилӣ тарқишҳо пайдо мешаванд. Барои роҳ надодан ба чунин ҳолатҳо, наноҳокаи герметик (минбаъд герметик (НХТ)) бо таносуби муайяни миқдорӣ ба сардкунандаи чунин системаҳо тибқи параметрҳои муқарраршудаи давлатӣ илова карда мешавад. Дар вақти кори муҳаррик як қисми наноҳока об мешавад ва як қисми он тарқишҳои пайдошударо пур мекунад.

Ҳамин тариқ, наноҳока об шуда, ба параметрҳои гармидиҳӣ, электрикӣ ва кинетикии гарми интиқолдиҳанда таъсир мерасонад. Бо назардошти ин далел, бояд ба омӯзиши нисбатан дақиқи хосиятҳои дар боло зикршудаи ин моддаҳо, яъне маҳлулҳои об ва наноҳокаи герметикӣ дар параметрҳои гуногуни ҳолат (ҳарорат ва фишор) мурочиат кард, зеро он дар омӯзиши хосиятҳои моеъҳо ва маҳлулҳои об, ки равандҳои гидродинамики ва гармигузарониро тавсиф мекунанд, дар лоиҳакашии механизмҳо ва таҷҳизотҳо саҳми назаррас дорад.

Назарияи муносири ҳолати моеъ, назарияи молекулавӣ-кинетикии газҳо ва моеъҳоро низ бидуни донишҳои арзишҳои ин миқдорҳо (гармигузаронӣ, гармиғунҷиш, муқовимати электрикӣ, электрогузаронӣ, коэффитсиенти адсорбсия, интиқоли масса ва варамкунӣ) тасаввур кардан ғайриимкон аст, зеро онҳо ба тавсифи муфассалтар ва сифати механизмҳои мутақобилаи байнимолекулаҳо, тағироти физикӣ-химиявӣ ва интиқоли гармӣ мусоидат мекунанд.

Мақсад ва вазифаҳои рисола - омӯзиши гармигузаронӣ, гармиғунҷиш, электрогузаронӣ, коэффисентҳои варамкунӣ, адсорбсия ва интиқоли массаи системаи маҳлулҳои обӣ (обҳои дистиллятсияшуда, обҳои қубурҳои оби нӯшокӣ, оби чашма аз чашмаҳои (Ширгин, Вранг, Зонг ва Ямчун) ва наноҳокаи термикӣ (то 12г.) дар ҳудудҳои ҳарорати (293-413) К ва фишори (0,101-14,52) МПа.

Барои ноил шудан ба ин ҳадаф вазифаҳои зерин ҳал карда шудаанд:

- интиҳоб ва коркарди мувофиқи усули ҳисобкунии хосиятҳои гармофизикӣ, электрикӣ ва кинетикии системаи маҳлулҳои омӯзишӣ (об + герметик (НХТ));
- омӯзиши раванди интиқоли гармӣ дар намунаҳои номбаршуда;
- кор карда баромадан ва сохтани дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои омӯхтани қобилияти гармигузаронӣ, гармиғунҷиш, электрогузаронӣ, адсорбсия ва интиқоли масса дар параметрҳои гуногуни ҳолат;

- ба даст овардани қиматҳои таҷрибавӣ барои гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш дар ҳарорат (293-573) К, муқовимати ҳоси электрикӣ, электрогузаронӣ дар ҳарорати (293-338) К ва фишори (0,101-14,52) МПа;

- муқаррар намудани робита ва вобастагии параметрҳои номбаршудаи маҳлулҳо аз тағйирёбии ҳарорат, фишор, массаи наноҳокаи термикӣ (НХТ), хусусиятҳои сохтории намунаҳо, инчунин тозагии маҳлулҳо ва дар асоси онҳо ба даст овардани вобастагии аппроксиматсионӣ;

Объекти тадқиқотӣ. Наноҳокаҳои термикӣ (герметик (НХТ)), оби тозашуда, оби чашмаҳои гуногуни Тоҷикистон, ВМКБ н. Ишкошим (Ширгин, Вранг, Зонд ва Ямчун).

Соҳаи тадқиқот: рисолаи номзади аз рӯи самти илмии физикаи ҳарорат ва назарияи техникаи гармо иҷро карда шудааст.

Марҳилаҳои тадқиқот - кор дар давраи солҳои 2014 - 2022 анҷом дода шуд аст.

Пойгоҳи асосӣ ва озмоишии тадқиқот. Қисми таҷрибавии кор дар заминаи кафедраи «Физикаи умумӣ»-и Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ анҷом дода шуд.

Эътимоднокии натиҷаҳои рисола:

Эътимоднокии натиҷаҳои бадастомада бо истифодаи таҷҳизоти муосири таҷрибавӣ бо дараҷабандӣ тақрори қаноатбахши натиҷаҳо дар доираи васеи шароитҳои беруна ва мувофиқат бо натиҷаҳои кори дигар муаллифон тасдиқ карда мешавад.

Навгониҳои илмии тадқиқот: Навгониҳои илмии рисола дар он аст, ки бори аввал:

1. Усулҳои ҳисоб кардани ҳосиятҳои физикаи гармо ва электрогузаронӣ, адсорбсия ва коэффисиентҳои интиқоли масса барои маҳлулҳои омӯхташуда таҳия карда шудаанд;

2. Дастигоҳҳои таҷрибавӣ барои ченкунии ҳосиятҳои физикаи гармо ва электрофизикӣ таҳия карда шуданд;

3. Оид ба ҳосиятҳои гармофизикӣ (дар ҳарорати аз 293 то 413 К ва фишор аз 0,101 то 14,52 МПа), электрофизикӣ (дар ҳарорати аз 293 то 338 К ва фишор $P = 0,101$ МПа) ва кинетикии маҳлулҳои омӯхташуда (об + то 12 г наноҳокаи термикӣ) маълумотҳои таҷрибавӣ гирифта шудаанд;

4. Вобастагии аппроксиматсионӣ ва функсияҳои коррелятсионӣ ба даст оварда шудаанд, ки робитаи байни гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш, электрогузарониро аз рӯи коэффисиентҳои адсорбсия, массгузаронӣ ва варамкунии намунаҳои таҳқиқшаванда дар параметрҳои гуногуни ҳолат ($T = 293-413$) К, $P = (0,101-14,52)$ МПа муқаррар мекунанд.

Аҳамияти назариявӣ ва амалии кор дар он аст:

1. Пешгӯии хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикӣ маводҳои тадқиқшударо дар асоси сохти молекулавии онҳо аз ҷиҳати назариявӣ асоснок кард;
2. Модели сохтори маҳлулҳои обӣ таҳия карда шуд, таҳлили раванди интиқоли гармӣ, массагузаронӣ, электрогузаронӣ ва дар ин асос гармигузаронӣ, коэффитсиенти массагузаронии маводҳои тадқиқшавандаҳо гузаронида шуд, ҳалли ин масъалаҳо ҳисоб карда шудаанд;
3. Таҷриботҳои таҷрибавии таҳияшуда барои омӯзиши хосиятҳои гармофизикӣ ва электрогузаронӣ метавонанд дар лабораторияҳои мухталиф истифода шаванд;
4. Бонки маълумотҳо оид ба хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва кинетикии пайвастагиҳои химиявӣ бо маълумоти нав пурра карда шудаанд.

Истифодабарии натиҷаҳои кор: Натиҷаҳои тадқиқот барои татбиқи амалӣ қабул карда шудааст: дар Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ ва МДИ “Пажӯҳишгоҳи илмӣ-тадқиқотии саноат” - и Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода бурда мешаванд. (Санадҳои татбиқи натиҷаҳои замима гардидааст).

Усулҳои тадқиқот. Барои иҷрои рисола, усули муайян кардани гармигузаронӣ, калориметрӣ дар дастгоҳҳои ченкунӣ дар ҳароратҳои (293-413) К ва фишорҳои (0,101-14,52) МПа, хосиятҳои адсорбсия дар намнокҳои гуногуни нисбии муҳити атроф, инчунин усули хурдтарини квадратҳо (барномаи компютери Excell) ҳангоми коркарди маълумоти таҷрибавӣ, истифода шуданд.

Натиҷаҳои асосие, ки ба химоя пешниҳод карда мешаванд:

1. Усулҳои ҳисоб кардани хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикии маҳлулҳо ва таҳлили раванди интиқоли гармӣ ва электрӣ дар маводҳои тадқиқшаванда;
2. Вобастагии аппроксиматсионӣ - барои ҳисоб кардани хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва кинетикии системаи герметик ва об (НХТ) дар ҳудудҳои вақте ҳарорат ва фишор;
3. Вариантҳои нави дастгоҳҳои ченкунӣ ва асосноккунии имконияти истифодаи онҳо барои омӯзиши хосиятҳои кинетикии маҳлулҳо ва масолеҳи донагӣ;
4. Маълумоти таҷрибавӣ ба даст овардашуда гармиғунҷоиши хос, гармигузаронӣ $T = (293-413) \text{ К}$, $P = (0.101-14.52) \text{ МПа}$, электрогузаронӣ $T = (293-338) \text{ К}$, $P = 0,101 \text{ МПа}$, пешниҳод гардидааст.
5. Натиҷаҳои ҳисобшуда оиди хосиятҳои кинетикии наноҳокаҳои дар ҳароратҳои тадқиқшуда (НХТ).

Тавсияи истифодаи натиҷаҳо. Натиҷаҳои рисола дар Институти саноати Вазорати саноат ва технологияи наватарини ҶТ, имкони истифода шудан доранд. Ғайр аз он дар равандҳои илмӣ ва таълимӣ дар Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ ба сифати маводи таълимии иловагӣ барои хониши курсҳои махсус аз рӯи «Физикаи гармо» метавонанд, истифода шаванд.

Саҳми шахсии муаллиф ҳангоми мурабтаб сохтани мақсад, вазифаҳои асосии тадқиқот ва интиҳоби усулҳои мувофиқи ҳалли онҳо, муқаррар намудани равандро ва ҳодисаҳои физикӣ дар таҷрибаҳо оид ба ҷен кардани гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш, электрогузаронӣ, коэффисиенти адсорбсия, интиқоли масса, ва-рамшавӣ, инчунин коркард ва таҳлили мувофиқи ин натиҷаҳо, ки дар асоси онҳо ҳулосаҳои дахлдори кор ба даст оварда ва таҳия кардааст.

Рисола дар Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни дар лабораторияи «Физикаи гармо ва физикаи молекулави»-и кафедраи «Физикаи умумӣ» иҷро карда шудааст.

Баррасии натиҷаҳои кор. Натиҷаҳои асосии рисола муҳокима карда шудаанд: дар конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ, техникӣ ва байналмилалӣ (Душанбе, Хучанд, Исфара 2012), Мактаби 8-уми байналмилалӣ гармофизикӣ бахшида ба 60-солагии профессор М.М.Сафаров. - Душанбе - Тамбов, 2012; Аввалин хонишҳои байналмилалӣ илмӣ Ликов, бахшида ба 105-солагии академик А.В. Ликов. "Масъалаҳои актуалии хушкунӣ ва коркарди гармӣ ва рутубатии маводҳо дар соҳаҳои гуногуни саноат ва маҷмааи кишоварзӣ" Минск, 22-23 сентябри соли 2015; Симпозиуми 10-уми умумирусиягӣ бо иштироки хориҷиён, Термодинамика ва маводшиносӣ Институти физикӣ-техникии Иоффе, Академияи илмҳои Русия, 7-11 сентябри соли 2015, Санкт-Петербург; Тадқиқоти байналмилалӣ илмӣ " конференсияи I байналмилалӣ илмӣ-амалӣ", «Проблемаҳо ва дурнамои илми муосир», 2015, Москва; 15-умин Форуми байналмилалӣ Минск оид ба гармигузаронӣ ва массагузаронӣ. Минск-23-26 майи 2016; 10 Мактаб-семинари олимони мутахассисони ҷавони академик В.Е. Алемасов «Масъалаҳои гармигузаронӣ ва массагузаронӣ ва гидродинамика ва мошинсозӣ», Қазон, 2016; 10 ИСТР, "Ҷенкунии хосиятҳои гармофизикӣ дар назорати сифати моддаҳо, мавод ва маснуот", Душанбе - Тамбов, 3-8 октябри 2016; IARIA, 2CFP, ICQNM -2020, 15-19 ноябри соли 2020; Испания, Валенсия, 2020; конференсияи байналмилалӣ оид ба физикаи назариявӣ ва физикаи амалӣ (TRAP-2020) 20-22 ноябри соли 2020, Сямэн, Хитой; Росток-2020, Олмон, 8-9, октябри 2020. Конференсияи Ҷумҳуриявии илмию амалӣ (бо иштироки байналмилалӣ) «Энергетикаи гармӣ ва хосиятҳои термофизикии моддаҳо» бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тотористон, 65-солагии ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ ва 50-солагии МБТФ (27, 28 августи 2021); 12 Мактаби байналмилалӣ гармофизики "Физикаи ҳарорат ва технологияҳои иттилоотӣ" Тамбов, (19-21 ноябр, 2021).

Риояи шиносномаи ихтисос. Дар мавзӯи усулҳои тадқиқот, муқаррароти нави илмӣ пешниҳодшуда, рисола ба шиносномаи ихтисоси кормандони илмӣ 01.04.14 - «Физикаи ҳарорат ва асосҳои назарияи техникаи гармо» мувофиқ аст.

Ҷопи натиҷаҳои тадқиқот. Дар асоси натиҷаҳои ба даст овардашудаи рисола 20 маводи илмӣ ба таърифи расонида шудааст, ки аз онҳо 6 мақолаи илмӣ дар

мачалаҳои КОА назди Президенти ҚТ таҳияшуда, 12 адад маводҳо дар конференсияҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ чоп гардидаанд, ҳамчун 2 патенти ҚТ гирифта шудааст.

Соҳтор ва ҳаҷми рисола. Рисола аз муқаддима, чор боб ва замима иборат аст, ки дар он натиҷаҳои асосии кор, хулосаҳо, руйхати адабиётҳо 181 номгӯй ва замимаҳо мавҷуданд. Рисола дар 210 саҳифаи матни компютерӣ буда аз ҷумла 83 ҷадвал, 60 расм ва 62 саҳифа замимаҳо пешниҳод гардидааст.

Вожаҳои калидӣ: гармигузаронӣ, коэффисиенти адсорбсия ва варамшавӣ, массагузаронӣ, электрогузаронӣ, наноҳокаи термикӣ (НХТ), гармиғунҷоиши хос.

МУХТАВОИ АСОСИИ РИСОЛА

Дар *муқаддима* тавсифи рисола, мақсад ва вазифаҳои тадқиқот, аҳамияти амалии рисола оварда шудааст.

Дар боби аввал баррасии маълумоти адабиётҳо дар бораи баъзе хосиятҳои об. Изҳороти мушкilotи тадқиқотӣ. Хусусиятҳои асосии физикӣ ва химиявӣ об дар фишори атмосферӣ.

Боби дуюм ба тавсифи дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои тадқиқи гармигузаронӣ ва электрогузаронии моеъҳо ва маҳлулҳо вобаста аз ҳарорат, фишор ва хосиятҳои кинетикии маводҳои донагӣ мебошад.

Дар боби сеюм характеристикаҳои намунаҳои таҳқиқшуда, натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хоси изобарӣ, муковимати хос ва электрогузаронии оби нӯшокӣ об + герметик (наноҳокаи термикӣ (НХТ)), обҳои гуногуни чашмаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, оби дисстилятсия шуда + герметик (НХТ) ($m = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ г. герметик) ҳарорати (293-413) К ва фишори (0.101-14,52) МПа.

Дар боби чорум вобастагҳои эмпирикӣ, ки алоқамандии ҳудуди зерин $\lambda = f(C_p)$; $\lambda = f(\rho)$; $\lambda = f(T, P, m)$; $C_p = f(T, P, m)$ ва ғайраҳо оварда шудаанд. Бо истифода аз ин муодилаҳо, хосиятҳои электрофизикӣ ва гармофизикии маҳлулҳои тадқиқшаванда дар доираи васеи ҳарорат ва фишор ҳисоб карда шудаанд.

Дар замима ҷадвали муфассали муқоисаи ҳисобкуниҳо бо ёрии формулаҳои муаллиф ҳосилкарда, хосиятҳои гармигузаронӣ, электрогузаронӣ ва кинетикӣ об+герметик (наноҳокаи термикӣ (НХТ)), об аз чашмаҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон, оби дисстилятсияшуда об+герметик (НХТ) ($m = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ г. герметик) дар ҳудуди ҳарорати (293-413) К ва фишори (0,101-14,52) МПа бо натиҷаҳои таҷриба дарҷ гардидааст ва ҳамчунин санадҳои татбиқи натиҷаҳо оварда шудааст.

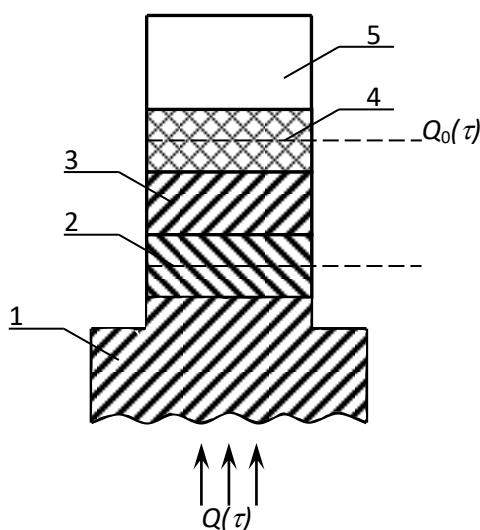
Дар боби дуюм. Дастгоҳи таҷрибавӣ барои чен кардани гармигузаронии маҳлулҳо вобаста ба ҳарорат бо усули гармкунии монотонӣ.

Барои чен кардани гармигузаронии маҳлулҳо ва материалҳои усули монотонӣ аз ҷониби профессор Е.С. Платунов пешниҳод гардидааст, истифода бурда шудааст.

Дар расми 1 дастгоҳ дар асоси ин техника нишон дода шудааст (ИТλ-400). Усулҳои речаи гармии монатонӣ ба қонунҳои тақрибии муодилаи ғайрихаттии гармигузаронӣ асос ёфтааст. Дар ин ҳолат, речаи гармии монатонӣ (хунуккуни) ҳисм дар доираи васеи ҳенкунии ҳарорат бо майдони тағирёбии суръат, дар дохили намуна дарк карда мешавад.

Ин усулҳо маҷмӯи усулҳои квазистатсионарӣ дар мавриди тағйирёбии хосиятҳои гармофизикӣ [$\lambda=\lambda(t)$; $a=a(t)$; $cp=cp(t)$] ва суръати гармӣ (хунуккунӣ) $b=f(x,t)$ мебошанд. Онҳо имкон медиҳанд, ки аз як таҷриба ба даст овардани во-бастагии ҳароратии хосиятҳои татқиқшаванда ва он методҳоро, методҳои динамикӣ меноманд.

Усули пешниҳодшуда барои ҳен кардани гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос ва ҳароратгузаронии моеъҳо, маҳлулҳо, ҳисмҳои саҳт, хоқаҳо ва ғайра талаботи зиёд пайдо кардааст.



Расми 1. Блок-схемаи дастгоҳ: 1 – асос; 2 – пластин; 3 – пластинаи тамос; 4 – ячейкаи мисин бо объекти омӯзишӣ; 5 – лӯла.

Ҳатогии ҳенкунии гармигузаронии маводҳо мувофиқи дастгоҳи профессор Платунов Е.С. дар ҳудуди эътимодноки ба 0,95 баробар будан 4,5% ташкил медиҳад.

Дастгоҳи таҷрибавӣ барои муайян кардани хосиятҳои гармофизикӣ комплекси дар ҳарорат ва фишорҳои гуногун.

Барои ҳен кардани бузургиҳои гармофизикӣ (гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш ва ҳароратгузаронӣ) дастгоҳҳои гуногуни таҷрибавӣ истифода бурда мешаванд.

Ҳамин тавр, гармигузаронии моеъҳо ва газҳо ба таври таҷрибавӣ бо ёрии бикалориметри силиндрӣ бо усули режими гармии мунтазами навъи яқум омӯхта мешавад.

Элементҳои асосии дастгоҳ инҳо мебошанд: зарфи фишороваранда, бикалориметри силиндрӣ, галванометри оинавӣ ва асбобҳои ҳенкунии электрӣ.

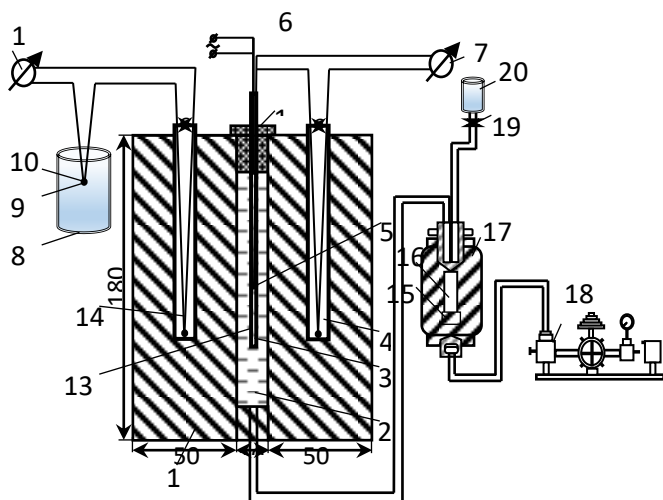
Ҳен кардани хосиятҳои гармофизикии моддаҳо бо усулҳои гуногун - ҳам статсионарӣ ва ҳам ғайрестатсионарӣ амалӣ карда мешавад. Масалан, бо усули

гармкунии монотонӣ қобилияти гармигузаронӣ ва қобилияти гармиғунҷоиши ҳоси моддаҳо дар ҳолати саҳт таҳқиқ карда мешаванд.

Ин усулро профессор Е. С. Платунов ва шогирдонаш таҳия ва пешниҳод кардааст. Ҳароратгузаронӣ ин маводҳо ё тавассути дастгоҳи дигар чен карда мешавад ё дар асоси натиҷаҳои зичӣ бо формулаи:

$$a = \frac{\lambda}{C_p \rho}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (1)$$

ҳисоб карда мешавад, ки дар ин ҷо λ - коэффисиенти гармигузаронии модда, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; C_p - гармиғунҷоиши ҳоси изобарӣ, $\text{Ҷ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; ρ - зичии модаҳо, $\text{кг}/\text{м}^3$.

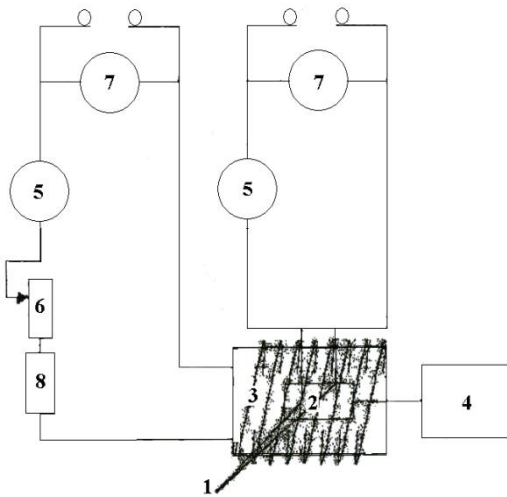


Расми 2. Нақшаи дастгоҳ барои чен кардани хосиятҳои гармофизикии маҳлулҳо ва наномоеъҳо (Патент ҶТ № ТҶ 100, 2007).

Дастгоҳи таҷрибавӣ барои муайян кардани хосиятҳои электрофизикии моеъҳои магнитӣ вобаста аз фишор ва майдони магнитӣ (Патенти хурди ҶТ № ТҶ 372)

Кашфиёти мазкур таҷҳизотеро менамояд, ки аз трансформатори худкори лабораторӣ, ду электрод ва амперметрҳо, муқовимати тағйирёбанда, ғалтаки индуксионии силсила пайваستا, ки дар дохили он намунаи санҷишӣ пур карда шудааст, ки дар навбати худ ба тонометр ва реостат пайваस्त карда шудааст, иборат мебошад.

Таҷҳизот инчунин имкон медиҳад, ки татқиқи таҷрибавии хосиятҳои электрогузаронии моеъҳои магнитӣ тавассути ҷойгир кардани намуна дар майдони магнитӣ ва дар ҳарорати хона анҷом дода шавад, ки бо амперметр чен карда мешавад.

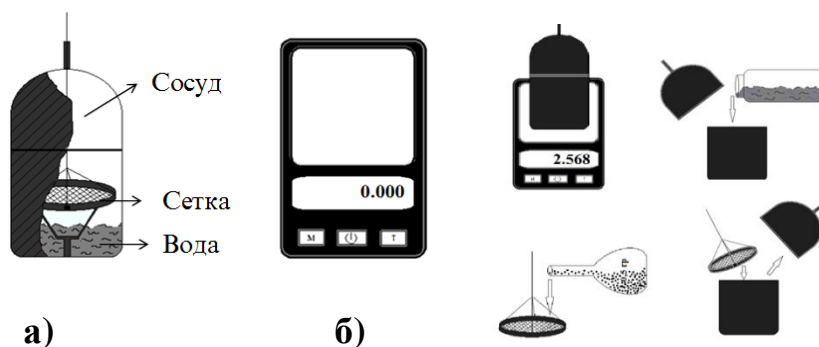


Расми 3. Дастгоҳ барои чен кардани хосиятҳои электрофизикии электролитҳо дар фишори атмосферӣ.

Тачҳизоти тачрибавӣ барои муайян кардани коэффисиенти адсорбсия ва интиқоли массаи маводи заррагӣ (Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № TJ 824, No TJ 825).

Барои омӯзиши хосиятҳои кинетикаи намунаҳо мо дастгоҳеро таҳия кардем (расми 4), ки аз ду қисм иборат аст: 1) зарфи цилиндрий ва тӯр (сетка); 2) сониясанҷ ва тарозуи электронӣ, ки саҳеҳии ченкуниаш 0,001 гр аст.

Диаметри зарф тақрибан 5 см, баландӣ 8 см, диаметри тӯр (сетка) ба диаметри дарунии зарф баробар аст ва масоҳати ҳар як сӯрохи тӯр 1 мм² мебошад. Аввалан, вазни зарф бо истифода аз тарозу муайян карда мешавад. Баъд ба зарф об рехта, баркашида вазни онро муайян менамоем. Намунаҳои санҷишӣ бо тӯр (сетка) якҷоя чен карда мешаванд. Сипас дар зарф доначаҳои тадқиқшаванда рехта мешавад ва вақти намнокшавӣ бо сониясанҷ чен карда мешавад. Тачриба ҳар 30 дақиқа тақрор карда мешавад.



Расми 4. Дастгоҳи тачрибавӣ барои муайян кардани коэффисиенти адсорбсия ва коэффисиенти массаивазкунӣ: **а** – дастгоҳ; **б** - тарозӯи электронӣ (патентҳои хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон №824, 2016; № 825, 2016).

Тартиби гузарондаи тачриба.

1. Пеш аз ҳама, ба зарфи ченкунӣ (а) 4 - 5 грамм об рехта мешавад.
2. Хокаи хушк ба болои наносеткаи (в) гузошта мешад. Намноккунии хока бояд дар тӯли 25 - 30 дақиқа гузаронида мешавад.
3. Пас аз 30 дақиқа, сарпӯши зарфро кушода ва массаи хока бо ёрии тарозӯи электронӣ (б) чен карда мешавад.

Ин пас аз фосилаи 30 дақиқа ҳангоми пурра намнок кардани хока, такрор карда мешавад. Барои ҳисоб кардани коэффитсиентҳои адсорбсия ва массагузаронӣ нанохокаи термикӣ (НХТ) тадқиқшуда барои саноати автомобилсозӣ аз маълумоте, ки аз таҷрибаҳо ба даст оварда мешаванд, шакли зерин доранд (Патентҳои хурди ҚТ рақамҳои № ТҶ 824, 2016; № ТҶ 825,2016).

Дар боби сеюм натиҷаҳо ва хосиятҳои намунаҳои моддаҳои омӯхташуда, натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ оид ба гармигузаронӣ, гармии хоси изобарӣ, муқовимати хоси электрӣ ва электрогузаронии системаҳои оби тозашуда оби + герметик (нанохокаи термикӣ (НХТ)), пешниҳод карда шудаанд. Аз чашмаҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон, оби соф + герметик (НХТ) ($m = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ г герметик) дар ҳудудҳои ҳарорат (293-413) К ва фишор (0,101-14,52) МПа.

Муайянкунии таҷрибавии гармигузаронӣ, электрогузаронии маҳлулҳои оби нанохокаи термикӣ (НХТ) вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ.

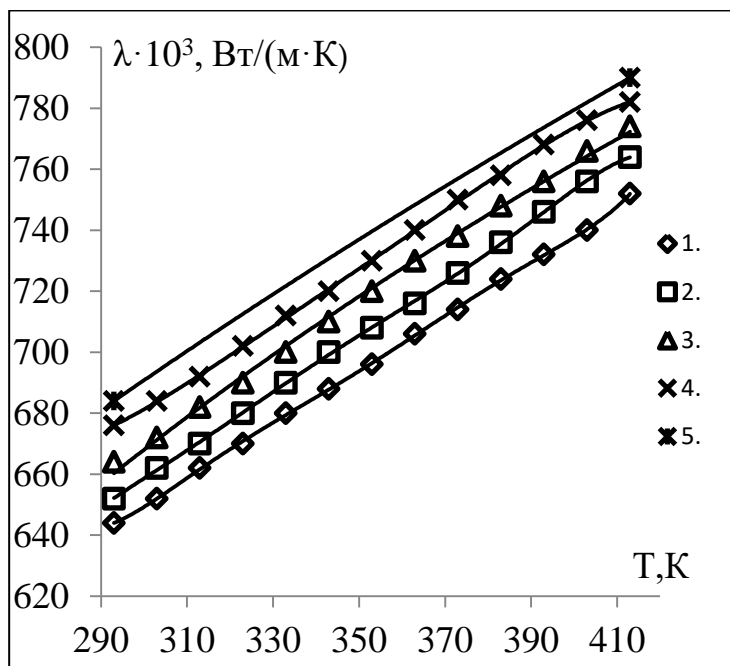
Дар таҳзироти барои санҷиш таъиншуда, ки дар расмҳои 2 ва 3 нишон дода шудаанд гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои системаи об + нанохокаи термикӣ (НХТ) (пентаэласт) концентратсияи гуногун (2г.,4г.,6г.,8г.,10г.,12 г.) дар ҳудуди ҳарорати (293-413) К ва фишори атмосферӣ (чадвали 1) таҷқиқ карда шудааст.

Чадвали 1 - Таъсири (нанохокаи термикӣ (НХТ)) ба тағйирёбии гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(мК)) оби чашмаи Ямчун н. Ишкошим дар хати сершавӣ.

намунаҳо Т, К	№1	№2	№3	№4	№5	№6
293	633	652	674	692	715	738
303	645	663	679	700	722	745
313	656	669	686	714	730	754
323	660	679	695	718	737	760
333	675	688	708	726	746	768
343	684	699	716	734	746	774
353	692	707	721	738	758	775
363	698	712	728	742	762	784
373	705	718	732	747	768	796
383	709	723	738	754	773	804
393	712	727	742	758	778	807
403	716	732	746	764	782	810
413	719	737	752	768	788	812

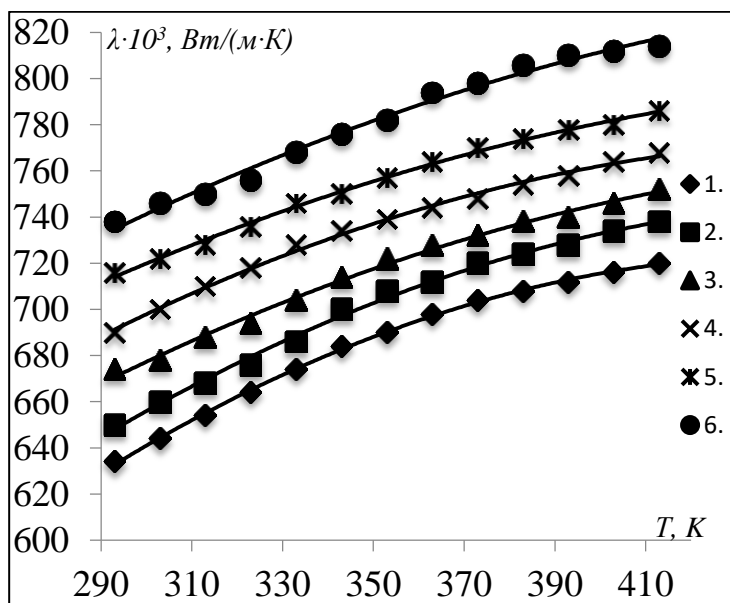
Дар расмҳои 5 – 6 ва ҷадвалҳои 2 ва 3 натиҷаи муайянкунии таҷрибавии гармигузаронии моеъҳо дар асоси герметик (НХТ) дар ҳудудди ҳа-рорати (293 – 413) К ва фишори (0,101) МПа нишон дода шудаанд.

Концентратсияи нанохокаи термикӣ (НХТ) дар маҳлулҳо аз 2 то 12 г. фарк мекард. аз рӯи вазн. Тавре ки натиҷаҳои таҷриба нишон доданд, бо баланд шудани ҳарорат он аз рӯи қонуни хаттӣ ба зиёд шудани гармигузаронӣ мусоидат мекунад, илова намудани нанохока (НХТ) (0 то 12 г) инчунин гармигузаронии самараноки маҳлулҳоро зиёд мекунад. Масалан, дар ҳарорати 293 К, λ то 9,68% зиёд мешавад.



Расми 5. Вобастагии гармигузаронии моеъҳои система (оби чашмаи Ширгина+ТНП) аз ҳарорат дар хатти сершавӣ.

- 1- 2 г. (НХТ)
- 2- 4 г. (НХТ)
- 3- 6 г. (НХТ)
- 4- 8 г. (НХТ)
- 5- 10 г. (НХТ)



Расми 6. Вобастагии гармигузаронии самараноки моеъҳо аз вазни нанохокаи термикӣ НХТ (герметик) оби чашмаи Ямчуна+НХТ дар ҳароратҳои гуногун, яъне $T = \text{const}$ ($T_1=293$ К; $T_2=333$ К; $T_3=393$ К; $T_4=413$ К) дар хати сершавӣ.

- 1. 2 г. (НХТ)
- 2. 4 г. (НХТ)
- 3. 6 г. (НХТ)
- 4. 8 г. (НХТ)
- 5. 10 г. (НХТ)
- 6. 12 г. (НХТ)

Чадвали 2 - Таъсири герметик (нанохокаи термикӣ (НХТ)), ба тағйирёбии гармигузаронии ($\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)) оби чашмаи Ширгин (н. Ишқошим) дар хати сершавӣ.

Намунаҳо Т, К	№1	№2	№3	№4	№5	№6
293	633	652	674	692	715	738
303	645	663	679	700	722	745
313	656	669	686	714	730	754
323	660	679	695	718	737	760
333	675	688	708	726	746	768
343	684	699	716	734	746	774
353	692	707	721	738	758	775
363	698	712	728	742	762	784
373	705	718	732	747	768	796
383	709	723	738	754	773	804
393	712	727	742	758	778	807
403	716	732	746	764	782	810
413	719	737	752	768	788	812

Таҷрибавӣ муайян кардани электрогузаронии маҳлулҳои оби нанохокаи термикӣ (НХТ) вобаста аз ҳарорат ва фишори атмосферӣ.

Барои чен кардани муқовимати маҳлулҳои системаи об ва нанохокаи термикӣ (НХТ) дар ҳароратҳои гуногун ва фишори атмосфера дастгоҳи таҷрибавӣ истифода шуд (Расми 3, Патенти хурди РТ № ТҶ 372).

Натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавӣ муқовимат ва гузаронандагии электрии маҳлулҳои тадқиқшуда дар асоси оби чашмаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ВМКБ н. Ишқошим (Ширгин, Вранг, Зонг, Ямчун ва оби дарёи Душанбе) вобаста ба ҳарорат дар чадвали 3 оварда шудааст.

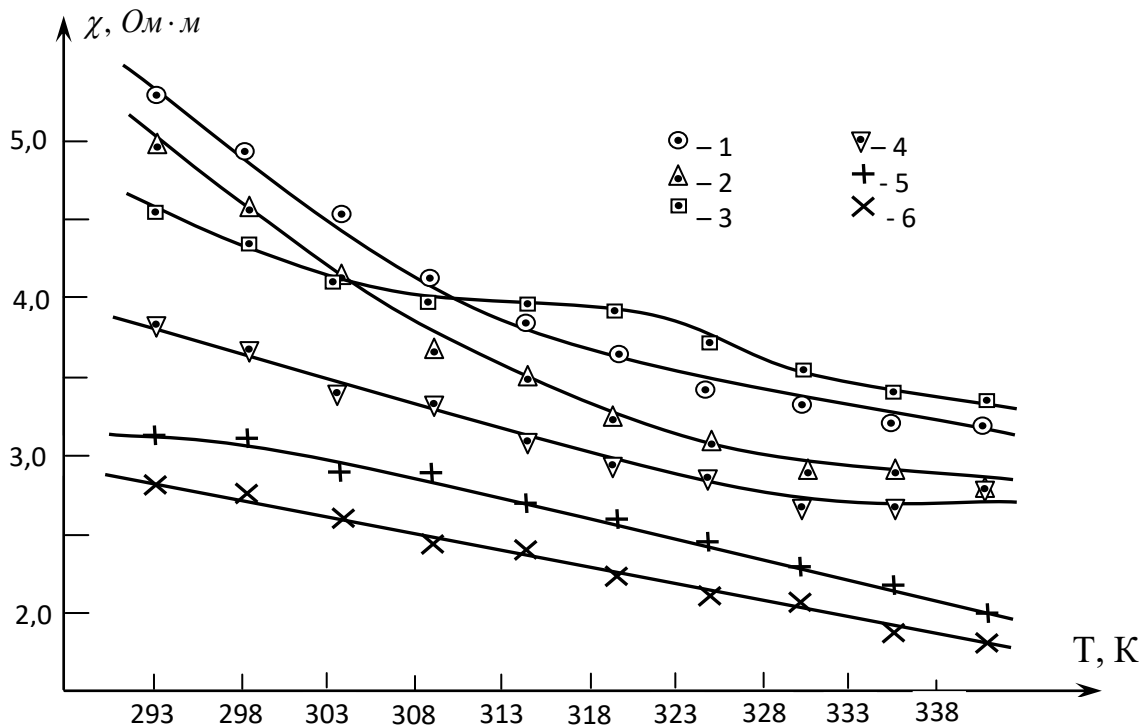
Чадвали 3. - Муқовимати хос ва электрогузаронии системаи оби нушоқӣ + нанохокаи термикӣ (НХТ) вобаста аз ҳарорат.

Т, К	293	298	303	308	313	318	323	328	333	338
Намунаи №1.										
χ , Ом·м	5,327	4,92	4,662	4,26	3,891	3,698	3,524	3,366	3,318	3,180
σ , См·м ⁻¹	0,188	0,199	0,215	0,222	0,257	0,270	0,284	0,297	0,301	0,314
Намунаи №2.										
χ , Ом·м	4,938	4,609	4,241	4,009	3,728	3,370	3,064	2,911	2,822	2,795
σ , См·м ⁻¹	0,206	0,219	0,239	0,254	0,278	0,291	0,301	0,310	0,318	0,325
Намунаи №3.										

χ , Ом·м	4,585	4,367	4,265	4,076	3,987	3,902	3,687	3,411	3,288	3,224
σ , См·м ⁻¹	0,218	0,229	0,234	0,245	0,251	0,256	0,272	0,295	0,305	0,316
Намунаи №4.										
χ , Ом·м	3,716	3,609	3,416	3,286	3,166	3,015	2,914	2,829	2,795	2,708
σ , См·м ⁻¹	0,260	0,277	0,292	0,304	0,316	0,324	0,343	0,354	0,358	0,369
Намунаи №5.										
χ , Ом·м	3,141	3,097	3,027	2,922	2,861	2,767	2,678	2,596	2,500	2,432
σ , См·м ⁻¹	0,319	0,323	0,334	0,341	0,354	0,362	0,373	0,385	0,409	0,428
Намунаи №6.										
χ , Ом·м	2,962	2,913	2,752	2,635	2,528	2,446	2,387	2,260	2,243	2,147
σ , См·м ⁻¹	0,323	0,344	0,364	0,379	0,396	0,407	0,419	0,432	0,452	0,466

Дар ин чадвал натиҷаи тадқиқоти муқовимати хос ва электрогузаронии моеъҳои тадқиқшавандаи системаи герметик (НХТ) + оби чашмаҳо (чашмаҳои Зонг, Вранг, Ширгин, Ямчун) да ҳудуди ҳарорати (293-338) К ва фишори атмосферӣ ($p = 0,101$) МПа нишон дода шудааст.

Натиҷаи тадқиқот нишон дод, ки бо зиёд шудани ҳарорат муқовимати электрии маҳлулҳо бо қонуни хати рости парабола ва экспонентҳо кам шуда, вале электргузаронии онҳо меафзояд.



Расми 7. Муқовимати хоси системаи оби обкашак + герметик вобаста аз ҳарорат ва фишори атмосферӣ: Намунаи №1; Намунаи №2; Намунаи №3; Намунаи №4; Намунаи №5; Намунаи №6.

Мувофиқи маълумотҳои дар ҷадвали расмҳои овардашуда кам шудани муқовимати хоси намунаҳо (ҷадвали 3 ва расми б) аз руи қонуни хати рост ва мутаносибан зиёд шудани барқгузаронӣ бо афзоиши ҳарорат ошкор карда шуд.

Тибқи ҷадвалҳо ва расмҳои пешниҳодшуда маълум шуд, ки бо зиёд шудани миқдори герметик дар оби тоза ба миқдори 2 г. ва $T = 293\text{K}$, муқовимати хос 12,2% ташкил медиҳад, дар $T = 338\text{K}$ - 24,7%; дар маҳлули дорои 12 грамм герметик ҳангоми $T=293\text{K}$ муқовимати электрикӣ ба 21,3% ва дар $T=338\text{K}$ 0,2% мешавад; дар маҳлули дорои 6 грамм герметик, ҳангоми аз 293 то 338 К зиёд шудани ҳарорат ин бузургӣ 42,2 фоиз кам шуда, электрогузаронӣ, баръакс, ба ҳисоби миёна 44,9 фоиз меафзояд. Барои намунаи №3 (200 г оби тоза + 6 г герметик), аз $T = 293\text{K} = 0,103 \text{ См.м}^{-1}$ то $T = 338\text{K} = 0,192 \text{ См.м}^{-1}$, электрогузаронии ин ва дигар намунаҳо ба ҳисоби миёна 86,4% меафзояд. Инро метавон ба он алоқа намуд, ки ҳангоми гарм кардани маҳлул шумораи пайвандҳои гидрогенӣ дар он низ зиёд мешавад, ки ин ба баланд шудани электрогузаронӣ мусоидат мекунад.

Таҷрибавӣ муайян кардани хосиятҳои кинетикии маҳлулҳои обии нанохокаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақти намнокшавӣ ва коэффисиенти адсорбсияи маҳлулҳои обии нанохокаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақт.

Барои омӯзиши таҷрибавии коэффисиенти адсорбсияи нанохокаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақти мо таҷҳизотҳоеро, ки бо усули боркашкунӣ кор мекунад, таҳия намудам.

Қимати коэффисиенти адсорбсияи герметикҳои омӯхташуда бо ифодаи зерин ҳисоб карда шуд:

$$\Gamma = \left[\frac{m - m_0}{\mu \cdot m_0} \right], \left(\frac{\text{МОЛ}}{\text{КГ}} \right) \quad (2)$$

Натиҷаҳои ҳисоб кардани коэффисиенти адсорбсияи нанохокаҳои термикӣ, ки бо оби тоза намнок карда шудаанд, дар ҷадвали зерин оварда шудаанд

Ҷадвали 4 - Коэффисиенти адсорбсияи нанохокаи термикӣ (НХТ), ки бо оби тозашуда намнок карда шудааст.

№	t (ч)	$\Gamma, \left(\frac{\text{МОЛ}}{\text{КГ}} \right)$				
		1 (гр)	2 (гр)	3 (гр)	4 (гр)	5 (гр)
1.	0,5	1,63	1,16	1,01	1,05	1,07
2.	1,0	2,42	1,95	1,49	1,42	1,38
3.	1,5	3,21	2,74	2,01	1,81	1,69
4.	2,0	4,14	3,53	2,54	2,21	2,01

5.	2,5	4,93	4,32	3,07	2,60	2,32
6.	3,0	5,72	5,11	3,60	3,00	2,64
7.	3,5	6,51	5,90	4,13	3,39	2,96
8.	4,0	7,30	6,69	4,66	3,78	3,27
9.	4,5	8,08	7,48	5,19	4,18	3,59
10.	5,0	8,87	8,27	5,72	4,58	3,90
11.	5,5	9,66	9,06	6,25	4,97	4,22
12.	6,0	10,45	9,85	6,78	5,36	4,53
13.	6,5	11,24	10,64	7,31	5,76	4,85
14.	7,0	12,03	11,43	7,84	6,16	5,16
15.	7,5	12,82	12,22	8,37	6,55	5,48
16.	8,0	13,61	13,01	8,90	6,95	5,80
17.	8,5	14,40	13,80	9,43	7,34	6,11
18.	9,0	15,19	14,59	9,96	7,73	6,43
19.	9,5	15,98	15,38	10,49	8,12	6,74
20.	10,0	16,77	16,17	11,02	8,53	7,06
21.	10,5	17,56	16,96	11,55	8,92	7,37

Тавре ки аз чадвал дида мешавад, коэффисиенти адсорбсия бо зиёд шудани мўҳлати нигоҳдории герметик дар раванди намнокшавӣ зиёд мешавад. Ин қонуният дар ҳамаи намунаҳои тадқиқшуда мушоҳида мешавад, инчунин афзоиши массаи герметик (НХТ) боиси паст шудани коэффисиенти адсорбсияи намунаҳои тадқиқшаванда мегардад.

Таҷрибавӣ муайян намудани коэффисиенти варамкунии нанохокаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақти намнокшавӣ бо оби чашмаҳо.

Коэффисиенти варамкунии нанохокаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақти намнок шудани обҳои чашма дар асоси маълумотҳои таҷрибавӣ оид ба массаи герметикҳои хушк ва намнок, бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$\left[\gamma = \frac{m_z - m_0}{m_\infty} \cdot 100\% \right], \quad (3)$$

Коэффисиенти массаивазкунии нанохокаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақти намнокшавӣ бо оби чашма ва дарё. Барои муайян кардани коэффисиенти массаивазкунии хокаҳои тадқиқшуда, мо муодилаи зеринро истифода мебарем.

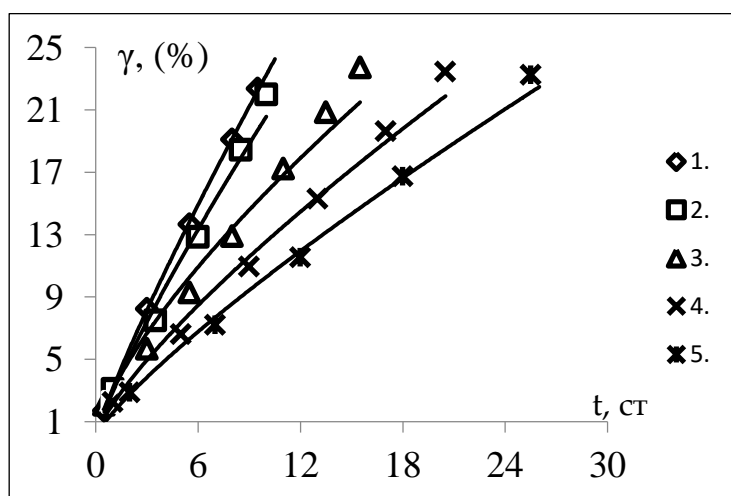
$$\left[\beta = \frac{m - m_0}{S \cdot t} \right], \text{кг}/(\text{м}^2 \text{ с}) \quad (4)$$

Натиҷаи ҳисоб кардани коэффисиенти варамкунии герметикҳои тадқиқшаванда (НХТ) барои массаҳои гуногун (1г, 2г, 3г, 4г ва 5г) оби дарёи Душанбе ва

оби чашмаҳо дар (чадвали 5). Вақти намнокшавии герметик нишон дода шудааст, 0-30 сонияро дар бар мегирад.

Чадвали 5 - Ҳисоб кардани коэффисиенти варамкунии герметик (НХТ) аз рӯи ифодаи (3) бо оби дарёи Душанбе намнок кардашуда.

№	Оби нӯшокии дарёи «Душанбе».				
	1 (гр)	2 (гр)	3 (гр)	4 (гр)	5 (гр)
1.	2,406	1,501	1,275	1,371	1,376
2.	3,473	2,567	1,997	1,914	1,811
3.	4,541	3,633	2,720	2,456	2,245
4.	5,608	4,698	3,442	2,998	2,680
5.	6,676	5,764	4,165	3,541	3,114
6.	7,743	6,830	4,887	4,083	3,548
7.	8,811	7,896	5,610	4,625	3,983
8.	9,878	8,961	6,333	5,168	4,417
9.	10,946	10,027	7,055	5,710	4,851
10.	12,013	11,093	7,778	6,253	5,286
11.	13,081	12,159	8,500	6,795	5,720
12.	14,148	13,224	9,223	7,337	6,154
13.	15,216	14,290	9,945	7,880	6,589
14.	16,283	15,356	10,668	8,422	7,023
15.	17,351	16,421	11,390	8,965	7,457
16.	18,418	17,487	12,113	9,507	7,892
17.	19,486	18,553	12,836	10,049	8,326
18.	20,553	19,619	13,558	10,592	8,761
19.	21,621	20,684	14,281	11,134	9,195
20.	22,688	21,750	15,003	11,676	9,629
21.	23,756	22,816	15,726	12,219	10,064

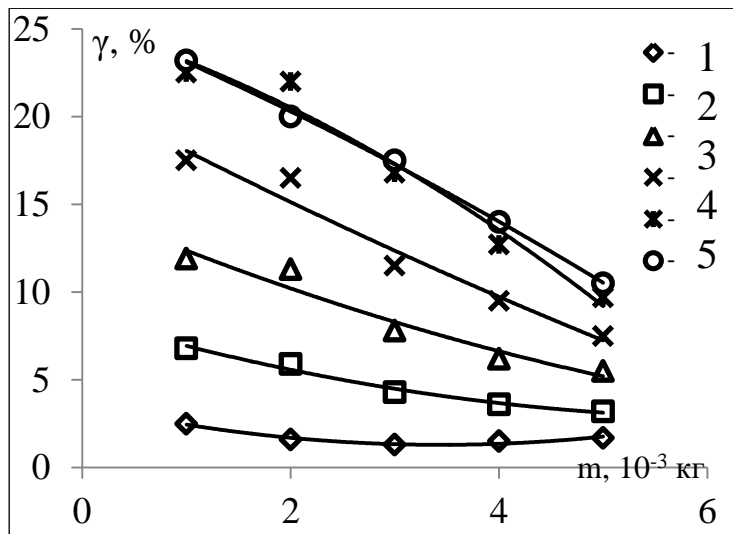


Расми 8. Вобастагии байни коэффисиенти варамкунии (γ ,%) герметик (НХТ), ки бо оби тоза намнок карда шудааст, аз вақти намноккунӣ.

- 1- 2 г. (НХТ)
- 2- 4 г. (НХТ)
- 3- 6 г. (НХТ)
- 4- 8 г. (НХТ)
- 5- 10 г. (НХТ)

Тавре ки аз чадвали 5 ва расмҳои 8-9 дида мешавад, коэффисиенти варамкунии нанохокаҳои термикии тадқиқшуда (НХТ) бо зиёд шудани мўҳлати нам-

нокӣ ба таври хаттӣ зиёд мешавад. Коэффициенти варамкунии нанохоқаҳои термикӣ (НХТ) инчунин аз массаи пуркунӣ ҳангоми намноккунии он вобаста аст. Бо зиёд шудани массаи пуркунӣ, дараҷаи варамкунии герметик паст мешавад расми 9. Масалан, бо зиёд шудани массаи герметик аз 0 то 5 гр. дараҷаи варамкунӣ аз 22,1 фоиз то 8,9 фоиз паст мешавад.



Расми 9. Вобастагии коэффисиенти варамкунии герметик (НХТ) (γ , %), ки бо оби тоза намнок карда шудааст, аз вазн дар вақтҳои гуногун.

- 1- $t_1=0,5$ с.;
- 2- $t_5=2,5$ с.;
- 3- $t_{10}=5,0$ с.;
- 4- $t_{15}=7,5$ с.;
- 5- $t_{20}=10,0$ с.;
- 6- $t_{22}=11,0$ с.

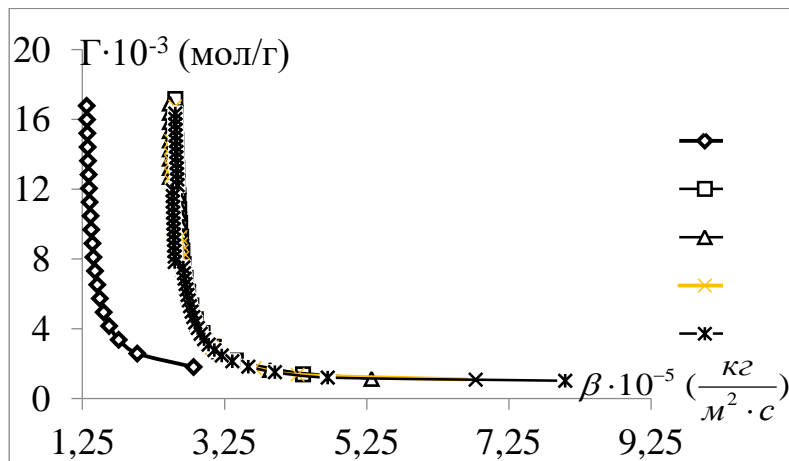
Таҷрибавӣ муайян кардани коэффисиенти мубодилаи массаи нанохоқаҳои термикӣ (НХТ) вобаста ба вақти намнокшавӣ бо оби чашмаҳо ва дарё.

Барои муайян кардани коэффисиенти мубодилаи массаи хоқаҳои тадқиқшаванда муодилаи (3) – ро истифода мебарем.

$$V = S H \Rightarrow S = V/H \quad (5)$$

Аз рӯи натиҷаҳои дар шакли ҷадвал овардашуда, коэффисиенти мубодилаи масса намунаҳои маҳлулҳои омӯхташуда бо зиёд шудани вақти таъсири намие дар маводи тадқиқотӣ қонуни гипербола ба самти поён тағйир меёбад.

Дар графикаи 10 нишон дода шудааст, ки бо зиёд шудани коэффисиенти массагузаронии герметикҳои тадқиқшуда, ки бо оби чашма намнок карда шудаанд, мувофиқи қонуни гипербола кам мешавад. Ин қонуният дар дигар намунаҳо бо (об аз чашмаҳои Вранг, Зонг ва Ямчун) низ зоҳир мешавад.



Расми 10. Вобастагии коэффисиенти адсорбсия аз коэффисиенти мубодилаи масса ба рои системаи герметик ва оби чашмаи Зонг н. Ишкошим.

- 1- 2 г. (НХТ)
- 2- 4 г. (НХТ)
- 3- 6 г. (НХТ)
- 4- 8 г. (НХТ)
- 5- 10 г. (НХТ)

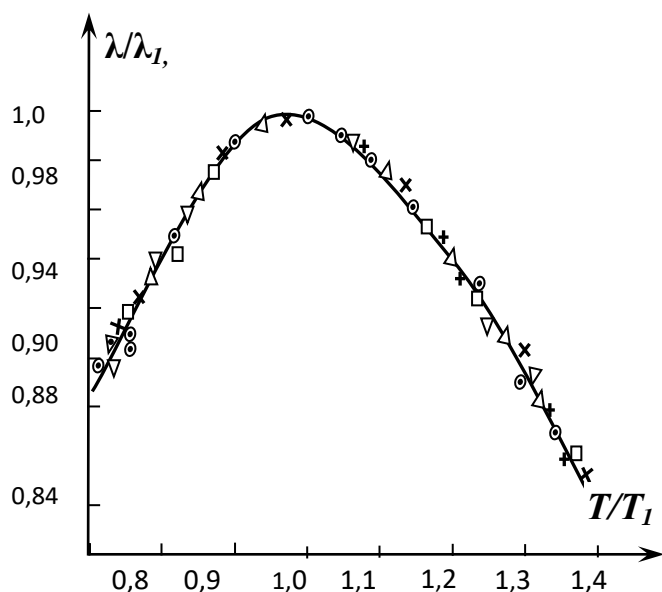
Дар боби чорум чамъбасти маълумоти таҷрибавӣ оид ба хосиятҳои гармофизики ва электрофизикии маҳлулҳои тадқиқшуда дар фишори атмосфера нишон дода шудааст.

Барои ҳосил намудани муодилаҳо хосиятҳои гармофизики ва электрии натиҷаҳои таҷрибаҳо вобаста ба тағирёбии параметрҳои ҳолат, мо ифодаҳои дар поён овардаро истифода намудем.

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (5) \quad \frac{C_p}{C_p^*} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (6) \quad \frac{\sigma}{\sigma_1} = f\left(\frac{T}{T_1}\right), \quad (7)$$

ки дар он λ, C_p, σ - гармигузарони, гармигунҷоиши хоси изобарӣ, электрогузарони маҳлулҳои тадқиқшуда дар ҳарорати T ва $T_1: T_1 = 353 \text{ K}$.

Дараҷаи имконпазирии вобастагии (5) - (7) барои ҳалли омӯхташуда дар графикҳои 10-12 нишон дода шудааст, ки мувофиқати хуби маълумотҳои таҷрибавӣ нисбат ба қачҳои умумӣ ва графикҳои мустақимро нишон медиҳад.



Расми 11. Вобастагии гармигузарони нисбӣ (λ/λ_1) аз ҳарорати нисбӣ (T/T_1) барои маҳлулҳои тадқиқшаванда дар ҳамаи сершавӣ: 1—намунаи №1; 2—намунаи №2; 3—намунаи №3; 4—намунаи №4; 5—намунаи №5; 6—намунаи №6.

$$\lambda = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot \lambda_1, \quad (8)$$

$$C_p = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot C_p^*, \quad (9)$$

$$\chi = \left[Ai + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) \right] \cdot \chi_1, T_1 = 313 \text{ K} \quad (10)$$

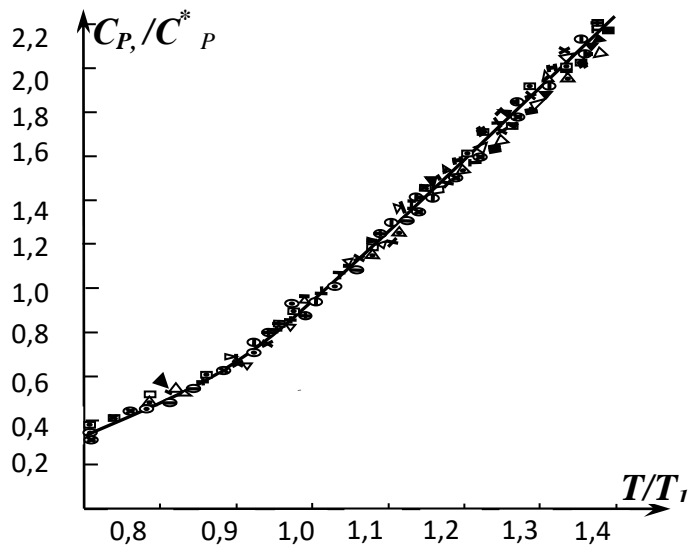
$$\sigma = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot \sigma_1. \quad (11)$$

Барои оби дарёи Душанбе:

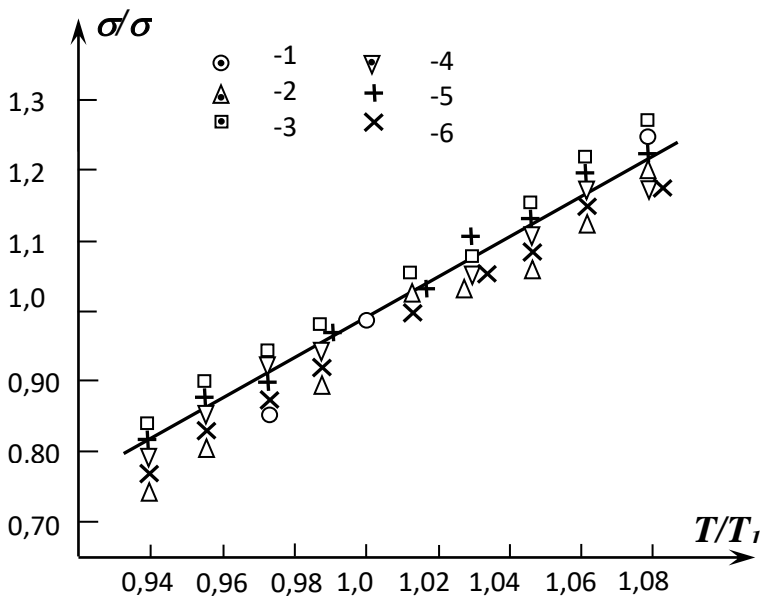
$$\chi = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 + Bi \left(\frac{T}{T_1} \right) + Ci \right] \cdot \chi_1, \quad (12)$$

$$\sigma = \left[Ai \left(\frac{T}{T_1} \right) + Bi \right] \cdot \sigma_1. \quad (13)$$

Бо ёрии муодилаҳои боло (8) - (13) бо нисбияти 1,5-3,0% вобастагии ҳарорати хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикии маҳлулҳои тадқиқшавандаро бо фишори атмосферӣ ва шароите, ки бузургҳои λ_1, C_p^*, χ_1 ва σ_1 , муайян кардан мумкин аст.



Расми 12. Вобастагии гармиғунҷоиши хоси нисбӣ (C_P/C_P^*) аз ҳарорати нисбӣ (T/T_1) барои маҳлулҳои тадқиқшаванда: 1-намунаи №1; 2-намунаи №2; 3-намунаи №3; 4-намунаи №4; 5-намунаи №5; 6-намунаи №6.



Расми 13. Вобастагии электрогузаронии нисбӣ (σ/σ_1) аз ҳарорати нисбӣ (T/T_1) барои маҳлулҳои тадқиқшаванда: 1-намунаи №1; 2-намунаи №2; 3-намунаи №3; 4-намунаи №4; 5-намунаи №5; 6-намунаи №6.

Барои оби тозакардашуда ва оби чашмаҳо: Қиматҳои коэффициентҳои A_i , B_i ва C_i муодилаҳои (8)-(13) дар намуни ҷадвал оварда шудаанд (ҷадвали 7).

Ҷадвали 7. Қиматҳои коэффициентҳои A_i , B_i ва C_i муодилаҳои (8)-(13).

№№	Муодила	A_i	B_i	C_i
Оби тозакардашуда ва оби чашмаҳо				
1	(9)	-1,077	2,17	-0,098
2	(10)	0,600	1,48	-1,132
3	(11)	4,125	-3,125	0
4	(12)	13,32	-23,38	11,064
Оби шабакаи оби шаҳри				
5	(13)	11,065	-26,2	16,11
6	(14)	2,9200	-1,92	0

Дар чамъбаст, хулосаҳои асосӣ ва натиҷаҳои, ки барои иҷрои рисола ба даст оварда шудаанд, баён гардидааст.

Дар замима якчанд қадвал ва графикҳои муқоисавии маълумоти ҳисобшуда ва он, ки дар асоси таҷриба муайян шудаанд, инчунин санадҳои татбиқи натиҷаҳои рисола овардашудааст.

Хулосаҳо

1. Маҷмӯи характеристикаҳои гармофизикӣ (гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос), электрофизикӣ (муқовимати хос, электрогузаронӣ) ва кинетикӣ (коэффисиенти адсорбсия, интиқоли масса ва варамшавӣ) маҳлулҳои оби якхела (оби тозашуда+герметик (НХТ), оби тоза+герметик (НХТ) ва оби чашма+герметик (НХТ)), [3-М,6-М,11-М,12-М,14-М,15-М,16-М,18-М,20-М].

2. Барои ҳен кардани комплекси хосиятҳои гармофизики ва электрофизикӣ дастгоҳҳои таҷрибавӣ васл карда шуданд. Ду патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистонро гирифтааст [7-М,8-М].

3. Бори аввал қиматҳои таҷрибавии гармигузаронӣ, гармиғунҷоиш, муқовимати хос, электрогузаронӣ, коэффисиенти адсорбсия, коэффисиенти массогузaronӣ ва коэффисиенти варамкунии система (оби тозашуда+герметик (НХТ), оби тоза+герметик (НХТ) ва оби чашма+(НХТ)) дар ҳарорати ($T = 293-413\text{K}$) ва фишор ($p=0,101-14,52\text{ МПа}$), ки аз қониби ташкилотҳои лоиҳакашӣ барои ҳисобҳои муҳандисӣ истифода мешаванд ва барои намноккуниҳо дар оби чашма, дар доираи ҳарорати ($T=293-413\text{K}$) ва фишор ($P=0,101-14,52\text{ МПа}$) аст, [1-М, 2-М,3-М,4-М,5-М,6-М, 8-М,10-М,11-М,12-М,13-М,14-М,15-М,16-М,18-М,19-М,20-М].

4. Нишон дода шудааст, ки қобилияти гармӣ ва электрогузаронӣ, муқовимати электрики моддаҳои тадқиқшуда дар ҳарорати додашуда мунтазам зиёд шудани фишор меафзояд ва баръакс, дар мунтазам баланд шудани ҳарорат ва дар фишори доимӣ кам мешавад; бо баланд шудани ҳарорат таъсири фишор ба гармигузаронии маҳлулҳои тадқиқшуда меафзояд ва бо зиёд шудани фишор таъсири ҳарорат ба λ кам мешавад, [1-М,2-М,3-М,4-М,5-М,6-М,7-М,8-М,9-М,10-М,11-М,12-М, 13-М,14-М,15 - М,16-М,18-М,19-М,20-М].

5. Афзоиши гармиғунҷоиши хоси изобарии моддаҳо бо баланд шудани ҳарорат муқаррар карда шудааст ва афзоиши фишор ба паст шудани он мусоидат мекунад, [15-М,16-М,19-М,20-М].

6. Дар тамоми диапазони фишор тағйирёбии аномалии қобилияти гармигузаронии маҳлулҳо муқаррар карда шудааст, [3-М,5-М,11-М,14-М,15-М,16-М,20-М].

7. Ҳангоми коркарди маълумоти таҷрибавӣ оид ба хосиятҳои гармофизикӣ, электрикӣ ва кинетикии системаҳои тадқиқшаванда ифодаҳои аппроксиматсионӣ ба даст оварда шуданд, ки вобастагии байни ин хусусиятҳоро муқаррар мекунанд, [1-М,2-М,3-М,4-М,5-М,6-М,9-М,10-М,11-М,12-М,13-М,14-М,15-М,16-М, 18 -М,19-М,20-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи маълумотҳои гирифташуда.

Чи тавре ки маълум аст, ба дараҷаи тараққиёти сектори саноати мамлакат на танҳо аз руи ҳаҷму миқдори ҳелҳои маҳсулоти истеҳсолшаванда, балки аз руи сифати он баҳо дода мешавад, ки дар асоси онҳо параметрҳои электротехникӣ, физикаи гармо ва кинетикаи материалҳои тадқиқшаванда (коэффисиентҳои адсорбсия, варамшавӣ ва интиқоли масса), низ барои ҳисоб намудани моделҳои муҳандиси васеъ истифода бурда мешаванд.

Баланд бардоштани самаранокӣ, эътимоднокӣ ва маҳсулнокии равандҳои технологӣ асосан бо маълумоти дақиқ ва боэътимод дар бораи гармофизикӣ ва электрофизикӣ, инчунин хосиятҳои кинетикии моддаҳои корӣ бо назардошти тағирёбии ҳарорат ва фишор дар доираи васеъ, муайян карда мешаванд. Ҳангоми иҷрои ҳисобҳои лоиҳавӣ, механизмҳо, просесҳо ва дастгоҳҳои дахлдор истифода бурдани маълумотҳои аз ҳад зиёд ё кам баҳо додашуда натиҷаи хеле паст шудани нишондодҳои техникӣ-иқтисодӣ ва номувофиқ будани баҳои равандҳои воқеӣ мегардад.

Натиҷаҳои дар рафти омӯзиши маҳлулҳо (обҳои ҳалкунанда аз чашмаҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон - Ширгин, Вранг, Зонг ва Ямчун, оби тозашуда ва нӯшокӣ) ба даст овардашуда дар ҳудудҳои ҳарорат ва фишор барои истифода тавсия карда мешаванд. Маълумоти ибтидоӣ барои иҷрои ҳисобкуниҳои реакторҳои модели, системаҳои хунуккунии муҳаррикҳо ва ғайраҳо.

Дар асоси тадқиқотҳои дар ин кор муаллиф ду патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистонро таҳия ва гирифтааст, маълумотҳои таҷрибавӣ дар ҳисобкунии муҳаррикҳои дарунсӯзӣ ва реакторҳои химиевӣ Институти саноати ва технология нави Вазорати саноат ва технологияи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода шудаанд (Санади татбиқи маълумотҳо ва патентҳои бадастомада (ТҶ № 824 ва ТҶ № 825 замима гардидааст).

Дастгоҳҳои пешниҳодшуда барои ченкунии хосиятҳои электрофизики ва гармофизикии маҳлулҳо барои тадқиқот дар озмоишгоҳҳои илмию таълимии кафедраи физикаи умумии ДДОТ ба номи С. Айнӣ ва кафедраи физикаи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шотемур аз тарафи муҳаққиқон дар иҷрои рисолаҳо ва донишҷӯён дар иҷрои корҳои дипломӣ, курсӣ ва лабораторӣ.

1. Ҷадвалҳои муфассали хосиятҳои гармофизикӣ, электрикӣ ва кинетикии об дар ҳудуди ҳарорат (293-573) К, фишорҳо (0,101-14,52) МПа ва консентратсияи массаи наноҳокаи термикӣ, ки дар равандҳои гуногуни технологӣ ва дастгоҳҳои мубодилаи гармӣ истифода мешаванд.

2. Вобастагии муодилаҳои бадастомадаро донишҷӯён, магистрон ва аспирантҳои кафедраи физикаи умумии ДДОТ ба номи С.Айни, Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш.Шотемур ва Институти саноати Вазорати саноати ва технология нави ҚТ барои ҳисобҳои муҳандисӣ ва моделсозӣ дар саноати химия тадбиқи худро ефтаанд.

РҶҶҲАТИ КОРҶОИ НАШРШУДА ДАР МАВЗУИ РИСОЛА
Мақолаҳо дар маҷаллаҳои илмие, ки аз ҷониби ҚОА-и назди
Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шудаанд:

[1-М]. **Норов,З.Ю.** Определение коэффициента массоотдачи при исследовании полимера (пентэласт) в процессе увлажнения при различном количестве/М. М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Б.М.Махмадиев//Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал), Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2015, 1/6 (134)-С.63-68.

[2-М]. **Норов,З.Ю.** Определение коэффициент набухания полимера (пентэласт)./М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Ш.А.Аминов,М.Б.Махмадиев//ВестникТаджикского технического университета им. академика М.С.Осими, № 4 (32). Душанбе,-2015,-С.24-29, ISSN-2075-177X.

[3-М]. **Норов,З.Ю.** Влияние влажности на изменение теплопроводности металлических катализаторов на основе гранулированной пористой окиси алюминия. /М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Д.А.Назирмадов,С.С.Рафиев, и др.//Вестник Таджикского национального университета, (научный журнал). Серия естественных наук, Душанбе, Сино, 2016, 1/4 (216)-С. 71 – 76.

[4-М]. **Норов,З.Ю.** Кинетические, адсорбционные свойства пентэласта и некоторых нанопорошков с различными фракциями для технологических процессов получения сплавов/М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**,Б.М.Махмадиев,Д.Ш.Хакимов и др.//Физика, Научный журнал, Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН Киргизской Республики.2016-С.74-81.

[5-М]. **Норов,З.Ю.** Теплофизические, кинетические свойства, коэффициента массоотдачи гранулированной пористой окиси алюминия с металлическими наполнителями и их компонентов./М.М.Сафаров,С.С.Абдуназаров,**З.Ю. Норов**, и др.// Физика, Научный журнал, Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН Киргизской Республики Бишкек 2016-С. 67 – 74.

[6-М]. **Норов,З.Ю.** Влияние термического нанопорошка на изменение электрофизических свойств воды при высоких параметрах состояния./**З.Ю.Норов** //Вестник Технологического Университета Таджикистана. Душанбе,-2021,-С.99-109, ISSN-2707-8000.

Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон.

[7-М]. **Норов,З.Ю.** Способ и устройства для определения коэффициента адсорбции ферромагнетных наночастиц в зависимости от температуры при атмосферном давлении. /М.М.Сафаров, Д.С. Джураев, М.М. Холиков, **З.Ю.Норов**,С.С. Абдуназаров,Б.М.Махмадиев,Т.Р.Тиллоева и др.//Патент Республики Таджикистан, № ТҶ 824, 2016.-7с.

[8-М]. **Норов,З.Ю.** Способ и устройства для определения коэффициента адсорбции ферромагнетных наночастиц в зависимости от магнитного поля. /М. М.Сафаров,Д.С.Джураев,М.М.Холиков,**З.Ю.Норов**, Т.Р.Тиллоева и др.//Патент Республики Таджикистан, № ТҶ 825, 2016 -5с.

Наширҳо дар конференсияҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ.

[9-М]. **Норов,З.Ю.** Определение коэффициента массоотдачи пентэласта при увлажнении водой /М.М.Сафаров,**З.Ю.Норов**, С.С.Рафиев, и др. //Материалы 10 Международная теплофизическая школа, (3-8) октября 2016 г.,“Теплофизичес-

кие исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий”. Душанбе -Тамбов, 2016- С.326-334.

[10-М]. Норов,З.Ю. Определение коэффициента массоотдачи полимера (пентэласт) в процессе увлажнения при различном их количестве./**З.Ю. Норов, М.М.Сафаров,Б.М.Махмадиев** и др. /Материалы 10 Международная теплофизическая школа, (3-8) октября 2016, “Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий”. Душанбе -Тамбов, 2016- С.355-360.

[11-М]. Норов, З.Ю. Теплопроводность гранулированной окиси алюминия с различной фракцией./**М.М. Сафаров,С.С.Абдуназаров, А.Г. Мирзомамадов, З.Ю. Норов.**//Первые Международные Лыковский научные чтения. Посвященной 105-летию академика А. В. Лыкова. «Актуальные проблемы сушки и термо-влажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе», Минск 22 – 23 сентября 2015-С. 477 – 482.

[12-М]. Норов, З.Ю. Влияние наноструктурных частиц на изменение термодинамических и адсорбционных свойств на линии увлажнения/**М. М.Сафаров, М.М.Гуломов, С.С.Абдуназаров, З. Ю.Норов.** и др. //Тезисы докладов 10-го Всероссийского симпозиума с международным участием, Термодинамика и материаловедение. Физико - технический институт имени А. Ф. Иоффе, РАН, 7 – 11 сентября 2015. Санкт Петербург. - С. 42.

[13-М]. Норов,З.Ю. Тепло -, массоотдача катализаторов на основе пористой гранулированной окиси алюминия./**М.М.Сафаров,З.Ю.Норов, С.С.Абдуназаров** и др.//Центр научного сотрудничества «Международные научные исследования». Международная научно – практическая конференция «Проблемы и перспективы современной науки» Вып. №1, 2015, М.: - С. 57 – 63.

[14-М]. Норов,З.Ю. Теплопроводность, коэффициент теплоотдачи и адсорбция увлажнённых катализаторов на основе гранулированной пористой окиси алюминия./**М.М.Сафаров,З.Ю.Норов,Дж.А.Зарипов** и др.//15 Минский Международный форум по тепло - и массообмену. Минск-23-26 мая 2016,- С.34 – 38.

[15-М]. Норов,З.Ю. Адсорбционные, теплофизические, термодинамические свойства некоторых наночастиц и их влияние на поведение теплоносителей. /**М. М.Сафаров,З.Ю.Норов,Т.Р.Тиллоева,** и др.//Материалы докладов 10 школа – семинар молодых ученых и специалистов академика РАН В. Е.Алемасова «Проблемы тепломассаобмена и гидродинамики и энергомашиностроения» Казань, 2016, - С. 217-220.

[16-М]. Norov,Z.U. Influence of carbon nanotubes, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , nanometallic to exchange thermo physical and thermo dynamics of hydrazinehydrate (rocket fuel) in dependence temperature and pressures./**М.М. Safarov, Н.А.Zoirov, Т.Р. Tilloeva, e.t.** //Conference book, 10ICTP, (3 – 8) October 2016, «Thermophysical properties measurements in the quality control of substances, materials and products». Dushanbe – Tambov, 2016. - P. 201 – 218.

[17-М]. Норов,З.Ю. Взаимодействия полимеров с твердыми поверхностями. /**М.М.Сафаров, З.Ю.Норов,С.С.Рафиев,** и др./Материалы 10 МТФШ, 3-8 октября 2016, Душанбе -Тамбов, 2016,-С.252-258.

[18-М]. **Норов, З.Ю.** Коэффициент адсорбция нанопорошка пэнтэласта при увлажнении молекулами водяного пара. /М.М.Сафаров, **З.Ю. Норов**, Б.М.Махмадиев и др. //МТФШ, 3-8 октября 2016, Душанбе -Тамбов, 2016,-С.341-348.

[19-М]. **Norov, Z.U.** Influence of C₆₀ and C₇₀ fullerenes on the change of thermal active of vapors of hydrocarbon heat carriers.//М.М. Safarov, **Z.U.Norov**, T.R.Tilloeva, S.S.Djumaev, e.t. /ARIA 2CFP, ICQNM-2020, 15-19 November 2020, Ispañe, Valenciya, 2020, - p.75.

[20-М]. **Norov, Z.U.** Influence C₇₀ fullerenes an the chages of thermal conductivity of hydrocarbon heat carriers /М.М.Safarov, Z.U.Norov, Tilloeva M.M., N.E. Djumaev , e.t.//.Germany, 8-9 October 2020, P.-95.

АННОТАЦИЯ

на автореферат диссертации Норова Зафара Юлдашевича «Влияние термического нанопорошка на поведение теплофизические, электрофизические и кинетические свойства воды», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Ключевые слова: теплопроводность, абсорбция и набухание, массоперенос, электропроводность, термические нанопорошок (ТНП), теплопередача.

Целью исследования: исследование теплопроводности, теплоемкости, электропроводности, коэффициенты набухания, адсорбции и массопереноса системы воды (дистиллированная, и водопроводная, и родниковая воды Ширгина, Вранга, Зонга, Ямчуна) и термического нанопорошка (до 12г.) в интервале температур (293-413) К и давлении (0,101-14,52) МПа.

Объект исследования: Вода дистиллированная, родниковая (Ширгина, Ямчуна, Вранга, Зонга) и некоторых модельных образцов пэнтэласта и термические нанопорошка.

Предмет исследования: Теплопроводность и электропроводность водных растворов термического нанопорошка (ТНП) в зависимости от температуры при различных давлении (0,101-14,52) МПа, и кинетических свойств (коэффициенты адсорбции, набухания и массапереноса при комнатной температуры и атмосферной давлении).

Новизна полученных результатов: Научная новизна работы состоит в том, что впервые

1. Разработаны методы расчета тепло - и электрофизических свойств и коэффициентов адсорбции и массопереноса для исследуемых растворов;

2. Разработаны экспериментальные установки для измерения теплофизических и электрофизических свойств;

3. Получены экспериментальные данные по теплофизическим, электрофизическим и кинетическим свойствам исследуемых растворов (до 12г.) термического нанопорошка (ТНП) с интервалом температур (293-413) К и давлений (0,101-14,52) МПа и электрофизических свойств (293-338) К и $P = 0,101$ МПа;

4. Получены аппроксимационные зависимости, и корреляционные функции - установлена зависимость теплопроводности, теплоемкости, электропроводности от коэффициента адсорбции, массопереноса и набухания исследуемых объектов в широком интервале параметров состояния ($T = 293-413$) К, $P = (0,101-14,52)$ МПа.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в:

1. Теоретически обосновано прогнозирование ТФС и ЭФС исследуемых растворов на основе их молекулярных структур;
2. Создана модель структуры водных растворов, проведен анализ процесса теплопереноса, массопереноса, электропереноса, и на этой основе рассчитана теплопроводность, электропроводность, коэффициент массопереноса исследуемых растворов;
3. Разработанные экспериментальные установки для измерения теплопроводности свойств и электропроводности могут быть использованы для скоростного определения ТФС и ЭФС материалов в лабораториях;
4. Дополнен банк теплофизических, электрофизических и кинетические величин химических соединений новыми данными.

Внедрение результатов работы:

1. Результаты проведенных исследований по теплофизическим, электрофизическим и кинетическим свойствам водных растворов системы (вода + термического нанопорошка (ТНП)) внедрены в Институте промышленности Министерство промышленности и новой технологии РТ, при расчетах технологических процессов, а экспериментальные данные используются как справочные;
2. Полученные аппроксимационные зависимости по теплопроводности, теплоемкости, коэффициенты адсорбции и массопереноса, электропроводности используются для инженерных расчетов в Институте промышленности Республики Таджикистан (прилагается акт о внедрении результатов исследования);
3. Составлены подробные таблицы ТФС свойств технических важных растворов в широком интервале температур (293-413) К и давлений (0,101-14,52) МПа, которые могут быть использованы проектными организациями в различных технологических процессах;
4. Созданная аппаратура для измерения электрофизических свойств растворов используется в научных и учебных лабораториях кафедры «Общая физика» Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни преподавателями при выполнении диссертационных работ и студентами при выполнении дипломных, курсовых и лабораторных работ.

Область применения: машиностроение, энергоэффективность, электротехника, нанотехнология и в учебном процесс.

ШАРҲИ МУХТАСАР

ба автореферати диссертатсияи номзодии Норов Зафар Юлдошевич дар мавзӯи «Таъсири нанохокаи термикӣ ба рафтори хосиятҳои теплофизикӣ, электрофизикӣ ва кинетикии об» барои дарёфти дараҷаи илмии номзоди илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 01.04.14-физикаи гармо ва назарияи техникаи гармо.

Вожаҳои калидӣ: гармигузаронӣ, коэффисиенти адсорбсия ва варамшавӣ, интиқоли масса, электргузаронӣ, нанохокаи термикӣ (НХТ), гармиғунҷоиши хос.

Мақсади таҳқиқот: таҳқиқоти гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос, электргузаронӣ, варамшавӣ коэффисиенти адсорбсия ва масса интақолкунӣ системаи обҳо (тозашуда ва чашмаҳои «Ширгин», «Вранг», «Зонг», «Ямчун») ва нанохокаи термикӣ (НХТ) то (12 г) дар интервали ҳарорати (293-413) К ва фишори (0,101-14,52) МПа.

Маводҳои таҳқиқотӣ: хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва баъзе намунаҳои моделии пэнтэласт.

Мавзӯи таҳқиқотӣ: гармигузаронӣ ва электрогузаронии маҳлулҳои обии бо наноҳокаи термикӣ (НХТ) вобаста ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ.

Навгониҳои илмии бадаст омада: Навоварии илмии кор дар он аст, ки бори аввал:

1. Усулҳои таҳияшудаи ҳисоб кардани хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва коэффитсиентҳои адсорбсия ва интиқоли масса барои маводҳои таҳқиқшуда;

2. Дастгоҳҳои таҷрибавӣ барои чен кардани хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикӣ таҳия карда шуданд;

3. Маълумоти таҷрибавӣ дар бораи хосиятҳои термофизикӣ, электрофизикӣ ва кинетикии маҳлулҳои таҳқиқшуда ба даст оварда шуданд (то 12 г.) наноҳокаи термикӣ (НХТ) бо диапазони ҳарорати (293-413) К ва фишорҳо (0,101-14,52) МПа ва хосиятҳои электрофизикӣ дар (293-338) К ва $P = 0,101$ МПа;

4. Вобастагиҳои наздикшавӣ ва функсияҳои коррелятсионӣ - вобастагии гармигузаронӣ, гармиғунҷоиши хос, гузаронандагии электр аз коэффитсиенти адсорбсия, интиқоли масса ва варамагии объектҳои омӯхташаванда дар доираи васеи параметрҳои ҳолат ба даст оварда шуданд $T = (293-413)$ К, $P = (0,101-14,52)$ МПа.

Аҳамияти назариявӣ ва амалии кор:

1. Пешгӯии хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикӣ маводҳои таҳқиқшударо дар асоси сохторҳои молекулавии онҳо аз ҷиҳати назариявӣ асоснок кард;

2. Модели сохтори маҳлулҳои обӣ таҳия карда шуд, таҳлили раванди интиқоли гармӣ, интиқоли масса, интиқоли электрӣ ва дар ин асос гармигузаронӣ, гузаронандагии электрикӣ, коэффитсиенти интиқоли массаи таҳқиқшуда гузаронида шуд ҳалли масъалаҳо ҳисоб карда шуданд;

3. Таҷҳизотҳои таҷрибавии таҳияшуда барои хосиятҳои гармофизикӣ ва электргузаронӣ метавонанд барои муайян кардани хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикӣ дар лабораторияҳо истифода шаванд;

4. Бонки маълумотҳо оид ба хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва кинетикии пайвастагиҳои кимиёвӣ бо маълумоти нав пурра карда шуданд.

Татбиқи натиҷаи кор:

1. Натиҷаҳои таҳқиқоте, ки оид ба хосиятҳои гармофизикӣ, электрофизикӣ ва кинетикии маҳлулҳои обии система (об + наноҳокаи термикӣ (НХТ)) гузаронида шуданд, дар Донишқадаи саноати Вазорати саноат ва технологияи нави Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷорӣ карда шуданд, дар ҳисобкунии равандҳои технологӣ ва маълумотҳои таҷрибавӣ ҳамчун маълумотнома истифода мешаванд;

2. Вобастагиҳои аппроксиматсионии бадастомада барои гармиғунҷоиши хос, коэффитсиентҳои адсорбсия ва интиқоли масса, электргузаронӣ барои ҳисобкунии муҳандисӣ дар Донишқадаи саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода мешаванд (санадҳои татбиқшаванда замима гардидааст);

3. Ҷадвалҳои муфассали тадқиқоти теплофизикӣ оид ба хосиятҳои ҳалли муҳими техникӣ дар доираи васеи ҳароратҳо (293-413) К ва фишорҳо (0.101-14.52) МПа тартиб дода шудаанд, ки онҳоро ташкилотҳои лоиҳакашӣ дар равандҳои гуногуни технологӣ истифода бурда метавонанд;

4. Таҷҳизоти сохташуда барои чен кардани хосиятҳои электрофизикии маҳлулҳо дар лабораторияҳои илмӣ ва таълимии кафедраи «Физикаи умумӣ»-и ДДОТ ба номи Садриддин Айнӣ дар иҷрои рисолаҳо ва донишҷӯён дар иҷрои корҳои дипломӣ, курсӣ ва лабораторӣ.

Соҳаи истифодабарӣ: мошинсозӣ, самаранокии энергия, электротехника, нанотехнология ва дар раванди таълим.

SUMMARY

to the abstract of the dissertation of Norov Zafarjon Yuldashevich on "Influence of thermal nanopowder on the behavior of thermophysical, electrophysical and kinetic properties of water" for the degree of candidate of technical sciences on the specialty 01.04.14 - thermal physics and thermal engineering and the basics of the theory of thermal engineering.

Keywords: thermal conductivity, absorption and swelling, mass transfer, electrical conductivity, thermal nanopowder (TNP), heat transfer.

Objective: investigation of thermal conductivity, heat capacity, electrical conductivity, swelling, adsorption, and mass transfer coefficients of the water system (distilled, tap, and spring water of Shirgin, Wrang, Zond, and Yamchun) and thermal nanopowder (up to 12 g.) in the temperature range (293-413) K and pressure (0,101-14,52) MPa.

Objects of research: thermophysical, electrophysical, and kinetic properties of some model samples of pentelast.

Subject of research: thermal conductivity and electrical conductivity of aqueous solutions of thermal nanopowder (TNP) as a function of temperature at atmospheric pressure.

Obtain scientific innovations: The scientific novelty of the work is that for the first time

1. Methods for calculating the thermal and electrophysical properties and the coefficients of adsorption and mass transfer for the studied solutions have been developed;

2. Experimental installations for measuring thermophysical and electrophysical properties have been developed;

3. Experimental data were obtained on the thermophysical, electrophysical, and kinetic properties of the studied solutions (up to 12 g) of thermal nanopowder (TNP) with an interval of temperatures (293-573) K and pressures (0.101-14.52) MPa and electrophysical properties (293-338) K and $P = 0.101$ MPa;

4. Approximation dependences and correlation functions are obtained - the dependence of thermal conductivity, heat capacity, and electrical conductivity on the coefficient of adsorption, mass transfer, and swelling of the studied objects in a wide range of state parameters ($T = 293-413$) K, $P = (0.101-14.52)$ MPa is established.

Theoretical and practical significance:

1. The prediction of the FS and EFS of the studied solutions based on their molecular structures is theoretically justified;

2. A model of the structure of aqueous solutions was created, the process of heat transfer, mass transfer, and electric transfer was analyzed, and on this basis the thermal conductivity, electrical conductivity, and mass transfer coefficient of the studied solutions were calculated;

3. The developed experimental installations for thermophysical properties and electrical conductivity can be used for the rapid determination of TFS and EFS of materials in laboratories;

4. The bank of thermophysical, electrophysical and kinetic values of chemical compounds has been supplemented with new data.

Implementation of the results of the work:

1. The results of the research on the thermophysical, electrophysical and kinetic properties of water solutions of the system (water + thermal nanopowder) are implemented at the Institute of Industry, Ministry of Industry and New Technology of the Republic of Tatarstan, in the calculations of technological processes, and the experimental data are used as reference;

2. The obtained approximation dependences on thermal conductivity, heat capacity, adsorption and mass transfer coefficients, and electrical conductivity are used for engineering calculations at the Institute of Industry of the Republic of Tajikistan (the act on the implementation of the research results is attached);

3. Detailed tables of TFS properties of technical important solutions in a wide temperature range are compiled (293-413) K and pressures (0.101-14.52) MPa, which can be used by design organizations in various technological processes;

4. The created equipment for measuring the electrophysical properties of solutions is used in scientific and educational laboratories of the Department of Physics of the Tajik Agrarian University named after Sh. Shokhtemur by teachers when performing dissertations and students when performing diploma, course and laboratory work.

Applications: mechanical engineering, energy efficiency, electrical engineering, nanotechnology and in the educational process.