

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного Совета 6D.КОА-056 при Таджикском национальном университете по диссертации Авази Мирзо на тему «Исследование влияния фуллеренов и углеродных нанотрубок на структуру и физические свойства некоторых аморфных и кристаллических полимеров» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированных сред.

**Актуальность темы.** Одним из основных тенденций развития современного материаловедения, в частности, композиционных материалов на полимерной основе с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными свойствами является допирование полимеров наноуглеродными частицами, способствующее получению новых наноразмерных структур в матрице исходного материала с созданием углеродсодержащих нанокompозитов с «управляемыми» свойствами. Особый интерес представляют углеродсодержащие нанокompозитные материалы на основе распространенных и широко используемых полимеров, таких как полиметилметакрилат (ПММА), полистирол (ПС) и полиэтилен низкой плотности (ПЭНП). Если принять во внимание широкую область применения указанных полимеров в различных областях промышленности и техники, то актуальность исследуемой темы становится понятной.

**Диссертация выполнена** в 2015-2024 гг. в соответствии с тематикой научных исследований лаборатории Физики конденсированных сред Научно-исследовательского института имени профессора Нарзуллаева Б.Н. Таджикского национального университета в рамках тем «Исследование структуры и физических свойств нанокarбосодержащих конденсированных систем», зарегистрированных за номером № 0114TJ00358 на период 2014-2018 гг. и проекта «Структура и физические свойства нанокarбоннаполненных конденсированных систем» №0119TJ01006 в течение 2019 - 2023 гг.

Тема диссертационной работы соответствует Перечню приоритетных направлений научных и научно-технических исследований, выполняемых в течение 2015-2024 гг. в Республике Таджикистан (Согласно Постановлению Правительства РТ №765 от 04.12.2014 г.) и на период с 2021 по 2025 гг. (Согласно Постановлению Правительства РТ №503 от 26.09.2020 г.).

**Задачи диссертации** состоят в исследовании:

- морфологической структуры поверхности образцов УНКПМ на основе ПММА и ПЭНП методом атомно-силовой микроскопии;
- упругих свойств композитов ПММА и ПЭНП, наполненных наноуглеродным материалом методом бриллюэновской спектроскопии;
- теплофизических свойств наноуглероднаполненных композитов ПММА и ПЭНП методами дилатометрии и дифференциальной сканирующей калориметрии;
- спектрофотометрических и люминесцентных свойств композитов ПС и ПЭНП;

- фотоакустических свойств наноуглероднаполненных композитов ПММА и ПЭНП, компьютерном моделировании и проведении численных расчетов.

#### **Научная новизна исследования:**

- морфологические структуры поверхности композитов на основе ПММА и ПЭНП сложным образом зависят от типа допируемых углеродных наночастиц и их концентрации;

- температуропроводность нанокompозитных полимеров на основе ПЭНП и ПММА линейно уменьшается как с ростом температуры, так и с ростом концентрации;

- определена концентрационная зависимость энергии ширины запрещенной зоны ( $E_g$ ) композитов на основе ПММА и ПС. Выявлена общая тенденция уменьшения  $E_g$  с ростом концентрации наноуглеродных частиц в композите;

- методом лазерной фотоакустики (ФА) с микрофонной схемой регистрации сигнала определены ряд оптических, теплофизических и акустических характеристик образцов УНКПМ. Получены соотношения между основными ФА параметрами для каждого композита; выявлено, что соотношения между ФА параметрами переходят от случая «оптически прозрачных» (исходные полимеры) к «оптически непрозрачным» (УНКПМ);

- разработана компьютерная моделирующая программа для проведения численных ФА экспериментов, позволяющая провести анализ зависимости параметров ФА сигнала от теплофизических и оптических характеристик УНКПМ.

#### **Научная и практическая ценность исследования**

1. Одна из главных тенденций современного технологического процесса заключается в создании элементов, обладающих компактными геометрическими размерами (опто- и наноэлектроника, нанофотоника и др.). В диссертации разработана технология получения наноуглеродсодержащих композитов на основе тонких полимерных пленок, исследованы их структура и физические свойства.

2. Исследованы морфологические структуры (топография) поверхности образцов, несущие важную информацию о пространственном распределении углеродных наночастиц, их размеров, определяющие деформационные и прочностные показатели полимеров и УНКПМ разного состава.

3. Полученные результаты теплофизических, оптических, упругих и механических свойств композитов могут быть использованы для прогнозирования их свойств и работоспособности.

4. Результаты исследования могут быть использованы при чтении специальных курсов «Физика полимеров», «Физика композитных материалов» «Нанотехнологии и наноматериалы».

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты экспериментальных исследований влияния наночастиц на морфологическую структуру поверхности ПММА, ПЭНП и ПС.

2. Влияние наноуглеродных частиц на смещение частоты пиков бриллюэновского рассеяния композитов на основе ПММА и ПЭНП.

3. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности наноуглеродсодержащих ПММА, ПС и ПЭНП.

4. Оптические свойства (спектры поглощения, отражения, пропускания и люминесценции) изученных композитов в диапазоне длин волн 200-800 нм.

5. Влияние НУМ на ширину и величину энергии запрещенной зоны аморфных полимеров.

6. Разработанная компьютерная программа для проведения численных экспериментов по определению оптических и теплофизических характеристик наноуглеродсодержащих композитов методом лазерной фотоакустики.

**Апробация диссертации.** Материалы диссертационной работы были представлены и обсуждены на конференциях и симпозиумах международного, республиканского и вузовского уровня, проходивших в 2015-2022 годах.

**Личный вклад диссертанта** состоит в выборе объектов и методов исследования, обработке и анализе полученных результатов. Результаты работы были опубликованы при его непосредственном участии в виде статей и материалов конференций.

**Публикация результатов диссертации.** По результатам исследований опубликованы 26 научных работ, из них 2 статьи в индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 4- в рецензируемых журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 2- статьи в научных журанлах Казахстана, 18 тезисов и докладов в материалах международных и республиканских научных конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 110 страницах компьютерного набора, содержит 9 таблиц, 49 рисунков и состоит из введения, 3 глав, основных выводов и списка цитируемой литературы из 121 наименований.

Диссертация соответствует требованиям пунктов 31, 33 и 34 Порядка присуждения ученых степеней и ученых званий (доцента, профессора), утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года №267. В ней освещены вопросы, важные для развития науки физики конденсированного состояния в Таджикистане.

Диссертация написана автором самостоятельно и имеет внутреннее единство. Результаты и новые научные положения, представленные на защиту, представляют собой личный вклад автора диссертации. Тема и содержание исследования соответствуют паспорту специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния, согласно которому Диссертационному совету по приказу ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 19 января, 2022 года по № 27/шд предоставлено право приема диссертаций на защиту.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертация соответствует Паспорту номенклатуры специальностей ВАК при Президенте Республики Таджикистан по специальности 01.04.07 – физика конденсированных сред по следующим пунктам:

1. Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неупорядоченных органических и неорганических систем, в том числе

классических и квантовых жидкостей, стекол различной природы и дисперсионных систем.

2. Структурные, морфологические и механические свойства наноматериалов и композиционных структур на их основе. Методы исследования наноматериалов и композиционных структур. Технологические методы производства наноматериалов, композиционных конструкций, конструкций наименьших размеров, устройств и комплексных средств на их основе.

3. Разработка математических моделей и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных сред в зависимости от влияния внешних факторов; разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и изложение физических основ промышленной технологии получения веществ с определенными свойствами.

На основании пунктов 61 и 62 Типового положения о Диссертационном совете, утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267, комиссии предлагает:

При этом исследование соответствует требованиям Реестра специальностей, по которым присуждаются ученые степени в Республике Таджикистан, утвержденного решением Коллегии ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года под № 267.

В диссертационном исследовании Авази Мирзо использование материала без ссылки на автора или источник не допускается, все использованные источники оформлены ссылкой на автора или источник посредством цитирования, что является свидетельством соблюдения пунктов 31, 32 и 34 Порядка присуждения ученых степеней и ученых званий (доцент, профессор). Принимая во внимание важность и новизну исследования, теоретическую и практическую значимость диссертации, комиссия пришла к выводу, что диссертация Авази Мирзо на тему **«Исследование влияния фуллеренов и углеродных нанотрубок на структуру и физические свойства некоторых аморфных и кристаллических полимеров»**. - Душанбе. - 2024. - 110 с. является полным и законченным исследованием и соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Автореферат диссертации, статьи и тезисы докладов, опубликованные соискателем ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированных сред составляют комплексное содержание общего содержания диссертации.

На основании пунктов 61 и 62 Типового положения о Диссертационном совете, утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267, комиссии предлагает:

Кандидатскую диссертацию Авази Мирзо на тему **«Исследование влияния фуллеренов и углеродных нанотрубок на структуру и физические свойства некоторых аморфных и кристаллических полимеров»** на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированных сред принять к защите в Диссертационный совет БД.КОА-056 при Таджикском национальном университете.

2. **Официальными оппонентами** по диссертации назначить:

- Ногай Адольфа Сергеевича - доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой электроники, радиотехники и телекоммуникации Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина.

- Эгамова Мухтора Хасановича - кандидата физико-математических наук, СНС, заведующего лабораторией физики Худжандского научного центра НАНТ.

3. В качестве **ведущей организации** назначить лабораторию Химии высокомолекулярных соединений Института химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

4. Опубликовать объявление о дальнейшей защите и размещение автореферата диссертации на сайте Учреждения и Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан, одновременно дать разрешение на опубликование **автореферата диссертации** с правами на рукопись.

**Председатель комиссия:**

доктор физико-математических наук,  
профессор, член диссертационного  
совета



Абдуллаев Х.М.

**Члены комиссия:**

доктор физико-математических наук,  
профессор, член диссертационного  
совета



Махсудов Б.И.

доктор физико-математических наук,  
доцент, член диссертационного  
совета

Джураев Х.Ш.