**Содиков Фирузджон Ходиходжаевич. Структура и физические свойства растворов фуллеренов и фуллереннаполненных полимерных матриц: диссертация ... кандидата Физико-математических наук: 01.04.07 / Содиков Фирузджон Ходиходжаевич;[Место защиты: Таджикский национальный университет], 2018**

**Министерство образования и науки Республики Таджикистан**

**Таджикский Национальный Университет**

**На правах рукописи**

**Содиков Фирузджон Ходиходжаевич**

**СТРУКТУРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ФУЛЛЕРЕНОВ**

**И ФУЛЛЕРЕННАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ**

**Специальность: 01.04.07- физика конденсированного состояния**

**Диссертация на соискание учёной степени**

**кандидата физико-математических наук**

**Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Табаров С.Х.;**

**Научный консультант:доктор физико-мате-матических наук, профессор Туйчиев Ш.**

**Душанбе - 2017**

**Введение 5**

**Глава 1. Литературный обзор. Структура и свойства наноугле- родсодерсодержащих систем**

**1.1. Введение 11**

**1.2. Фуллерены-новые углеродные вещества 12**

**1.3. Фуллерены в растворах 17**

**1.4. Фуллерены-потенциальные модификаторы полимеров 30**

**1.5. Термодинамические свойства растворов фуллеренов 35**

**1.6. Постановка задачи исследования 38**

**Глава 2. Методы и объекты исследования**

**2.1. Введение 40**

**2.2. Главные принципы рентгеноструктурного анализа 40**

**2.3. Экспериментальные основы рентгенографии жидкостей и**

**аморфных тел 41**

**2.4. Некоторые методические вопросы рассеяния рентгеновских**

**42**

**лучей**

**2.5. Рассеяния рентгеновских лучей под малыми углами и его инфор-**

**44**

**мативность**

**2.6. Аппаратура для рентгеновского исследования растворов**

**фуллеренов и полимерных нанокомпозитов 46**

**2.7. Методика определения физических параметров растворов**

**фуллеренов 47**

**2.8. Объекты исследования и методика приготовления образцов раст-**

**52**

**воров фуллеренов 52**

**2.9. Объекты исследования и методика приготовления образцов**

**плёнок полимерных нанокомпазитов 55**

**Глава 3. Исследование структуры и физических свойств**

**57**

**растворов фуллеренов**

**57**

**58**

**61**

**69**

**73**

**75**

**79**

**82**

**85**

**88**

**92**

**98**

**98**

**108**

**111**

**Температурная и концентрационная зависимость вязкости**

**растворов фуллерена С60**

**Структура растворов фуллеренов С60 и C70**

**Концентрационные изменения температуры кипения растворов**

**фуллерена С60 в ароматических растворителях**

**Влияние концентрации фуллерена С60 на температуру плав¬ления его растворов в бензоле и пара-ксилоле**

**Влияние структурной изомерии и симметрии молекул на температуру кипения растворителей и растворов фуллерена С^ Концентрационная зависимость плотности растворов фуллерена**

**С70 в ароматических растворителях**

**Свойства растворов фуллерена С6о в бромбензоле**

**Роль молекулярной симметрии в образовании ассоциатов в**

**растворах С60**

**Оптическая плотность растворов фуллеренов С60 и С70 в четы-реххлористом углероде**

**Концентрационные зависимости коэффициента поверхностного**

**натяжения растворов фуллеренов С60 и С70**

**Глава 4. Влияние малых добавок фуллеренов на структуру, ме-ханические и физические свойства полимеров**

**Введение**

**Влияние фуллерена С60 на структуру, механические и тепловые свойства пленок из полиэтилена**

**Влияние природы растворителя на структуру, механические и тепловые свойства фуллеренсодержащих плёнок полиэтилена**

**низкой плоности**

**Влияние фуллерена С60 на структуру и механические свойства тонких пленок из полиметакрилата и полистирола**

**4.5. Влияние фуллерена С6о на кинетику термодеструкции поли-**

**123**

**метилметакрилата и полистирола**

**4.6. О двухстадийной концентрационной зависимости физических**

**132**

**свойств фуллеренсодержащих конденсированных систем 132**

**Общие выводы 139**

**Литература 141**

Общие выводы

* Предложен механизм концентрационных изменений надмолекулярной

структуры растворов фуллерена в исследованных ароматических раство­рителях. При увеличении концентрации фуллерена идет два конкурирующих процесса: 1- рост концентрации флуктуаций электронной плотности,

обусловленный тем, что фуллерен генерирует дополнительные устойчивые флуктуации пониженной электронной плотности; 2- подавление тепловых флуктуаций плотности в общем объеме растворителя. При очень малых концентрациях (~0,001%) преобладает первый процесс, возникают рассеивающие центры в виде молекул фуллерена, окруженных лиофобной оболочкой пониженной плотности. При последующем увеличении концентрации превалирует второй процесс; вокруг лиофобных оболочек диаметром 2,5 - 3,0 нм возникают лиофильные оболочки повышенной плотности, размер которых растет с ростом концентрации фуллерена и достигает ~25 нм, характеризуя дальнодействие фуллерена в исследованных ароматических растворителях.

* Проведён анализ структурной изомерии и симметрии широкого круга ароматических растворителей и их роли в температурных границах фазовых переходов в растворах фуллеренов. Установлено, что структурная изомерия мало влияет на температуру кипения растворителей: она для разных изомеров варьирует в пределах нескольких градусов, а иногда в точности совпадает.
* При растворении фуллеренов на начальных этапах вокруг молекул фуллеренов образуются области с нулевой плотностью. Соответствующий свободный объем объясняет падение плотности растворов и ряд аномальных изменений их физических свойств. Большой радиус воздействия фуллеренов на различные вещества вполне согласуется с предположением о физическом вакууме в фуллереновых полостях.
* Исследования свойств композитов из аморфных и аморфно-кристал­лических полимеров ПЭНП, ПЭВП, ПММА и ПС с фуллереном С60 показа­ли, что наблюдаются концентрационные зависимости механических показа­телей наноуглеродсодержащих полимеров: при малых содержаниях С60 наблюдается повышение, а при больших концентрациях - снижение проч­ностных и деформационных свойств композитов.
* Методами рентгенографии показано, что молекулы фуллерена С60 в аморфно-кристаллических полимерных композитах, главным образом, со- средатачиваются в межламеллярном и межсферолитном аморфном про­странстве; они не входят в кристаллические решётки матрицы, но изменяют физическое состояние аморфных областей.
* Установлено, что природа растворителя и технология получения по­лимеров существенно влияет на механические свойства композитов; из рас­творов композитов в хороших растворителях получаются пленки с лучшими механическими показателями.
* Установлен двухстадийный характер концентрационных зависимостей физичесих свойств фуллеренсодержащих конденсированных систем-раство­ров фуллеренов и фуллереннаполненных полимерных композитов.