

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ризвановой Патимат Гаджиевны
«Влияние агрегации нанонаполнителя и межфазных областей на свойства дисперсно-наполненных полимерных композитов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06. – высокомолекулярные соединения

Исследования полимерных композитов с фуллеренами и глобулярным углеродом актуальны для развития научных основ технологий новых материалов, описания их свойств, прогнозирования поведения в различных условиях. Работа посвящена ключевой проблеме физики полимерных композитов - анализу влияния частиц наполнителя на структуру и физико-химические свойства материалов, когда агрегация частиц и характер границ «матрица – наполнитель» играют главную роль в формировании физико-химических свойств композита. Его компоненты обладают фрактальными свойствами, и требуется изучение явлений агрегации, возможностей её регулирования (подавления) в связи с межфазными взаимодействиями, что важно с научной и практической точек зрения.

Автореферат демонстрирует цели и задачи работы, достигнутые результаты в теории агрегации частиц наполнителя, межфазных взаимодействий в связи с поиском новых подходов в области разработки различных классов полимерных композитов.

Основываясь на анализе множества данных и теории деформационно-прочностных свойствах композитных материалов автор пришёл к выводу о необходимости учета фрактальной природы компонентов, агрегации модификатора, влияния этих факторов на теплофизические и механические свойства наполненного материала. В итоге выбрана и обоснована актуальная тема, цели и задачи исследований с перспективами внедрения результатов в технологии. Чтобы понять влияние структуры модификатора на конечные свойства композитов, автор анализировал поведение полимерного расплава в экструдере при умеренных, а также высоких скоростях и напряжениях сдвига, чтобы выяснить характер диспергирования частиц наполнителя при смешивании с расплавом и в режиме «срыва потока». В полученных композитах структура агрегатов частиц наполнителя была охарактеризована фрактальной размерностью D_f . Этот подход позволил аналитически описать зависимость модуля упругости материала от доли наполнителя для композитов САН/НА (стирол-акрилонитрил/наноалмазы), полученных смешиванием и в режиме «срыва потока», когда рассчитанные показатели D_f сильно различались (1.18 и 1.75 соответственно).

Автором установлено, что в первом случае образование непрерывных цепных структур наночастиц существенно снижает степень усиления композитов САН/НА ввиду

ослабления межфазных взаимодействий. Показано, что переход от локальных структур наполнителя к непрерывным привёл к снижению модуля упругости композитов, определяемого жесткостью полимерной матрицы и структурой наполнителя в ней. Значимые результаты достигнуты для материалов с аморфно-кристаллическими матрицами, когда модуль упругости зависел от характеристик кристаллических и аморфных областей, фрактальной размерности агрегатов наполнителя. Применимость найденных закономерностей показана для композиции ПП/CaCO₃ на основе полипропилена в широком концентрационном интервале. Обоснован вывод о том, что повышение степени кристалличности и замораживание молекулярной подвижности в аморфной фазе в равной мере ведут к увеличению модуля упругости композитов. Изучая дисперсно-наполненные композиты ПП/ГНУ (полипропилен/глобулярный нанокремнезём) и ПП/CaCO₃, автор показал, что межфазные области формируются как результат адсорбции и диффузии полимера на поверхности агрегатов наполнителя. Фрактальная размерность таких структур растёт (уплотнение), приближаясь по показателю матрицы, когда они теряют армирующую роль в структуре композита.

Автором найден способ определения количества адсорбированного слоя полимера на поверхности агрегата частиц наполнителя. Хорошее согласие расчётов с экспериментом позволяет прогнозировать конечные характеристики дисперсно-наполненных полимерных композитов, учитывая влияние физико-химических взаимодействий на межфазную адгезию.

На примере композитов ПП/ГНУ и ПП/CaCO₃ показано, что физические (химические) взаимодействия на границе «наполнитель-матрица» при адсорбции полимера на поверхности агрегатов сильно зависят от её структуры. Использование ПАВ усиливает межфазную адгезию. Вариация физико-химических взаимодействий и структурных характеристик позволяет регулировать адгезию, что характеризуется безразмерным параметром. У композитов ПА-6/C₆₀ параметр линейно коррелирует с доступной для контактов с матрицей удельной площадью поверхности наполнителя. Автором доказано, что главным усиливающим элементом структуры композитов служат фрактальные агрегаты наночастиц. Повышение доли частиц стимулирует агрегацию, рост размера и снижение модуля упругости агрегатов. Исходя из этого, микромеханические модели позволяют рассчитать модуль упругости композитов. На примере систем ПП/ГНУ и ПП/CaCO₃ решён ключевой вопрос выбора размера частиц наполнителя, принимая во внимание их склонность к агрегации. Показано, что оптимизация функциональных свойств композитов реализуется с помощью

малых частиц при подавлении их агрегации. При этом изучено влияние характеристик матричного полимера на эффект дисперсного наполнителя на примере композитов ПП/ГНУ и ПЭНП/ГНУ (полиэтилен низкой плотности/глобулярный наноуглерод).

По совокупности опубликованных работ, ставших основой диссертации, и содержанию автореферата следует заключить, что Ризвановой П.Г. выполнено законченное комплексное исследование по физике полимерных нанокомпозитов. Опираясь на современные фрактальные концепции физики полимеров и наноструктур, получены результаты, обладающие существенной новизной, актуальные в фундаментальном и прикладном аспектах для физики и химии полимеров, материаловедения. Результаты надёжны, выводы логически обоснованы, подтверждены экспериментами.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, хорошо оформлен, не содержит опечаток. Главные положения диссертации изложены ясным физическим языком и доказательно представлены. Замечаний по реферату нет.

Диссертационная работа «Влияние агрегации нанонаполнителя и межфазных областей на свойства дисперсно-наполненных полимерных композитов», представляет собой научно-квалификационную работу, которая по объёму, научному уровню и конкретным практическим результатам отвечает требованиям п.9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Ризванова Патимат Гаджиевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06. – высокомолекулярные соединения.

Доктор физ-мат. наук, заведующий лабораторией
ФГБУ Петербургский институт ядерной физики
им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт»



Лебедев В.Т.

Контактная информация:

E-mail: lebedev_vt@npfi.nrcki.ru

Подпись



Тел.: 8(81371)46684

Удостоверяется

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

КАДРОВ

«ЗИРОВАЕВА А.Н.»

«24» АПРЕЛЬ 2021.

