

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе Кунцмана Игоря Владимировича
**«Углеродные нанонаполнители как модификаторы процессов термического старения
полиимидных пленочных материалов»,**
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Игорь Владимирович Кунцман поступил на работу в Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук в 2019 г. во время обучения в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ). В 2022 г., после завершения обучения в магистратуре СПбПУ, Игорь Владимирович поступил в очную аспирантуру Института высокомолекулярных соединений.

Диссертационная работа, выполненная Игорем Владимировичем, посвящена исследованию влияния различных типов углеродных нанонаполнителей – углеродных нанотрубок (УНТ) и углеродных нановолокон (УНВ) – на процессы термического старения нанокомпозитов на основе термостойких полиимидов (ПИ). При этом требовалось не только зафиксировать изменение термической стабильности исследуемых материалов, но и определить, как именно наночастицы влияют на физико-химические процессы, протекающие в ПИ в условиях старения, а также установить молекулярные механизмы, обуславливающие это влияние и происходящие изменения. Для достижения этой цели в работе рассмотрены нанокомпозиты, содержащие УНТ или УНВ в различной концентрации, на основе трех ПИ с различным количеством и положением шарнирных атомов кислорода. С использованием широкого набора экспериментальных методов для полученных нанокомпозитов были охарактеризованы изменения их свойств в процессе термического старения, определены кинетические (активационные) параметры процессов термического старения пленок, проанализированы и охарактеризованы основные особенности структуры композитов, приводящие к обнаруженным изменениям исследуемых процессов.

На основании проведенных исследований в работе было показано, что углеродные наночастицы, вводимые в ПИ, в структуре которых отсутствуют боковые метильные заместители, приводят к замедлению термического старения композиционных материалов по показателям прочности и предельной деформации в условиях высокотемпературного воздействия. Комплексное исследование процессов термического старения, выполненное, в частности, с применением методов масс-спектрометрии, диэлектрической спектроскопии, ИК-спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света, позволило установить, что для нанокомпозитов характерно увеличение энергии активации процессов термоокислительного старения по сравнению с ненаполненными ПИ, связанное со снижением сегментальной подвижности макромолекул и замедлением окисления в пленках нанокомпозитов.

Кроме того, было показано, что более высокая термическая стабильность нанокомпозитов связана с достаточно сильными межмолекулярными взаимодействиями между частицами наполнителя и полимерной матрицей. При этом наблюдается совокупность взаимосвязанных явлений: в нанокомпозитах происходит увеличение плотности укладки макромолекул полиимидов вблизи поверхности наночастиц, одновременно снижается избыточный свободный объем и повышается энергия межмолекулярных взаимодействий «полимер – наполнитель». Эти явления в совокупности

приводят к повышенной стабильности прочностных и деформационных характеристик изученных материалов в условиях термического старения.

Представленная И.В. Кунцманом диссертационная работа является законченным оригинальным исследованием, которое с практической точки зрения вносит существенный вклад в развитие представлений о влиянии углеродных наночастиц на свойства композиционных материалов на основе термостойких суперконструкционных полимеров, а также о характере и динамике изменения этих свойств в процессе термического старения материалов, а в фундаментальном плане – в представления о молекулярных механизмах, определяющих протекание процессов термического старения в полимерных нанокompозитах. В совокупности полученные в работе И.В. Кунцмана результаты представляют несомненный интерес для разработки новых полимерных нанокompозитов и прогнозирования их эксплуатационных характеристик.

По материалам диссертации опубликовано 4 статьи в рецензируемых журналах, представлено 7 докладов на всероссийских и международных конференциях.

За время работы над диссертационным исследованием И.В. Кунцман проявил себя как грамотный исследователь, способный в короткие сроки осваивать новые экспериментальные методы и применять их в своей работе. Уровень квалификации И.В. Кунцмана в полной мере позволяет ему самостоятельно формулировать цели исследований, ставить научно-исследовательские задачи, планировать и реализовывать их решение, проводить сбор и анализ данных, обобщать накопленные результаты и формулировать выводы на их основе.

Игорь Владимирович активно участвует в выполнении научно-исследовательских работ в рамках тематик филиала НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ - ИВС, грантов РНФ, проектов в рамках грантовых программ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация Игоря Владимировича Кунцмана «Углеродные нанонаполнители как модификаторы процессов термического старения полиимидных пленочных материалов» по научной новизне, теоретической и практической значимости полностью соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Научный руководитель:

исполняющий обязанности директора филиала
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ - ИВС,
заведующий лабораторией

Многомасштабного экспериментального
исследования и моделирования полимерных
композитов на основе перспективных
термопластов для промышленного применения,
кандидат физико-математических наук

(специальность 02.00.06 – высокомолекулярные соединения)



Ларин Сергей Владимирович