

В диссертационный совет 24.2.385.01,
созданный на базе ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая
Морская, д. 18

ОТЗЫВ

на автореферат Семенухи Оксаны Викторовны «Разработка и исследование тензочувствительных композитов на основе полидиметилсилоксана, модифицированного углеродными наноструктурами», предоставленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

Диссертация Семенухи О.В. представляет собой комплексное и оригинальное исследование, посвященное созданию тензочувствительных композитов, модифицированных углеродными наноструктурами и применяемых в качестве сенсоров систем для мониторинга состояния конструкций в различных областях.

Диссертация Семенухи О.В. представляет важность для развития современных технологий для создания тензочувствительных композитов, модифицированных углеродными наноструктурами и применяемых в качестве сенсоров систем для мониторинга состояния конструкций в электротехнической и транспортной областях.

Создание высокотехнологичной продукции на основе новых материалов является приоритетом, указанным в Стратегии научнотехнологического развития Российской Федерации. В первую очередь такая продукция

востребована в аэрокосмических, транспортных, электротехнических и медицинских видах техники, где существует множество трансформируемых конструкций и элементов. Для определения геометрических характеристик и мониторинга состояния трансформируемых конструкций используют сенсорные системы с тензочувствительными материалами. Традиционные тензорезисторы для мониторинга, которые изготавливаются из металлической фольги и полупроводников различного типа, из-за ограниченной способности к растяжению могут регистрировать только малые деформации (~5%). Одним из эффективных материалов для изготовления ПКМ является полидиметилсилоксан (ПДМС), который обеспечивает им высокую эластичность, инертность к агрессивным воздействиям окружающей среды и работоспособность в широком диапазоне температур. Модификация ПДМС электропроводящими углеродными наноструктурами обеспечивает появление функционального свойства полимерных композитов – тензочувствительности – вследствие формирования проводящих структур внутри полимерной матрицы.

Научная новизна заключается в том, что:

1. Выявлены и количественно описаны взаимосвязи между способами диспергирования углеродных наноструктур в ПДМС и изменением электропроводности композитов. Установлено, что применение двухстадийного способа диспергирования для изготовления композита на основе ПДМС, модифицированного углеродными наноструктурами, обеспечивает увеличение электропроводности материала в 7 раз.

2. Установлены закономерности влияния исходных (ОУНТ, МУНТ, Matrix) и гибридных углеродных наноструктур (графен/ОУНТ, графен/МУНТ) на электропроводящие свойства композита, полученного двухстадийным способом.

3. Установлены закономерности влияния углеродных наноструктур различного типа на электропроводящие, реологические, механические, тензочувствительные свойства композита на основе ПДМС.

Теоретическая значимость работы состоит в расширении знаний о влиянии способов диспергирования углеродных наноструктур в полимере на электропроводящие свойства ПКМ на основе ПДМС; в расширении знаний о взаимосвязи структуры углеродных наполнителей и тензочувствительных свойств разработанного ПКМ на основе ПДМС и углеродных наноструктур в режимах изгибающих напряжений и циклической деформации «нагружение-разгрузка».

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в том, что впервые разработан гибкий наноконпозиционный материал на основе ПДМС с улучшенным значением коэффициента тензочувствительности для эксплуатации при различных режимах нагружения.

Разработанный двухстадийный способ диспергирования углеродных наноструктур перспективен для использования при создании композитов на основе полимерных матриц с аналогичными реологическими свойствами.

В результате физической модификации получены гибридные углеродные наноструктуры для изготовления электропроводящих и тензочувствительных композитов.

Разработанные методики определения коэффициента тензочувствительности в режимах циклической деформации «нагружение-разгрузка» при больших упругих деформациях и изгибающих напряжениях расширяют возможности оценки функциональных свойств композитов при их эксплуатации.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке технологических процессов изготовления композитов на основе

ПДМС, модифицированных углеродными наноструктурами, с требуемыми функциональными свойствами.

Техническая новизна подтверждена патентом Российской Федерации № и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Представлено описание разработанного метода определения тензорезистивных свойств композита и собрана установка для фиксации изгиба вокруг цилиндрического стержня на основе прибора «Константа-ИЦ» (Россия) и цифрового мультиметра HANTEK 365 (КНР).

Использование вышеперечисленных методов исследования позволяет в полном объёме характеризовать структуру и свойства нанокompозитов.

Личный вклад автора

В диссертации все исследования получены автором лично или при его непосредственном руководстве и участии. Цели и задачи работы определены совместно с научным руководителем. Автору принадлежит ключевая роль в выборе методов исследования, описании и интерпретации представленных результатов, формулировке выводов. Результаты, представленные в диссертации, докладывались автором лично.

Достоверность результатов работы обеспечена применением современных методов анализа и стандартизованных методик измерения механических свойств материала. При выполнении диссертационной работы использовано аналитическое оборудование ресурсного центра коллективного пользования «Космические аппараты и системы».

Публикации. По результатам исследований опубликованы 29 печатных научных работ, в т. ч. 3 – в изданиях из перечня ВАК, 2 – в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus, 2 – патента РФ на изобретение, 1 – свидетельство на программу для ЭВМ.

Положения исследования, выносимые на защиту, и выводы диссертации обоснованы, согласованы, логически следуют из полученных результатов

экспериментальных исследований не противоречат современным научным представлениям в области технологии переработки полимеров.

Диссертация написана логично, научным языком. Автореферат и основные публикации полностью отражают содержание и основные положения диссертационного исследования. В то же время, при анализе диссертации возникает ряд вопросов и технических замечаний.

По автореферату имеется следующее замечание:

Углеродные нанотрубки получают, как правило, с использованием металлосодержащих, в частности, железосодержащих катализаторов. Содержание металлов может быть довольно значительным. В этой связи представляется оценить влияние металлосодержащих примесей на электропроводящие и тензочувствительные свойства композитов с МУНТ и ОУНТ

Заключение

Диссертационная работа Семенухи Оксаны Викторовны «Разработка и исследование тензочувствительных композитов на основе полидиметилсилоксана, модифицированного углеродными наноструктурами» выполнена на высоком научном уровне, а полученные результаты свидетельствуют о личном вкладе автора в выбранное направление научных исследований.

Диссертационная работа по актуальности, научной новизне, объему и обоснованности научных результатов отвечает всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями), является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические разработки по получению тензочувствительных

нанокompозитов, создающие основу технологического суверенитета страны и имеющие существенное значение для развития полимерного материаловедения Российской Федерации.. Автор диссертации, Семенуха Оксана Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

*Я, Каблов Виктор Федорович , даю согласие на включение моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Доктор технических наук, Профессор, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, Профессор кафедры «Химическая технология полимеров и промышленная экология» ВПИ (филиал) ВолгГТУ	
Каблов Виктор Федорович «13» ноября 2025 г.	

Контактная информация:

Адрес: Россия, 404121, Волгоградская область, город Волжский, ул. Энгельса, д. 42А

Телефон: 89023621341

E-mail: vkablov5@gmail.com

Подпись В.Ф. Каблова заверяю:

Ученый секретарь ...

«13» ноября 2025 г.

