

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Вольновой Дианы Владимировны

«Математическое и структурное моделирование электропроводящих свойств полимерных композитных нитей с углеродными наночастицами»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

Диссертационная работа Вольновой Д. В. посвященная математическому моделированию концентрационных зависимостей удельного объемного электрического сопротивления композитного материала «термопластичная матрица-углеродный наноуполнитель» от структуры выбранной основы, вида наполнителя и степени ориентационной вытяжки композита, выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» на кафедре Инженерного материаловедения и метрологии.

Пояснительная записка к диссертации состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы (151 цитируемый источник); изложена на 157 страницах, содержит 54 рисунка и 17 таблиц.

Актуальность темы диссертационного исследования

Полимерные композиционные материалы на сегодняшний день являются основными для изготовления тканей защитных костюмов специалистов спасательных и медицинских служб. Одно из обязательных требований к таким костюмам – наличие электропроводящих свойств. Однако полимерные материалы являются диэлектриками. Решить проблему можно с помощью разработки композитов, величина удельного объемного электрического сопротивления которого зависит от ряда факторов: структуры

выбранной полимерной матрицы, вида углеродного наполнителя, степени ориентационной вытяжки, а также - технологии изготовления нити. В связи с выше перечисленным встает вопрос о прогнозировании электропроводящих свойств композитного материала. Решению данной задачи может способствовать математическое моделирование процессов, протекающих в композите при добавлении в полимерную матрицу углеродного наполнителя. Вышеизложенное позволяет заключить, что представленная на отзыв работа актуальна и имеет практическое значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Автором диссертационной работы выполнен значительный объем экспериментальных исследований, результаты которых согласуются с прогнозами, полученными на основе математического моделирования. Научные положения, выводы и заключения, сформулированные в диссертации Вольновой Д. В., обоснованы и согласуются с общими положениями теории полимеров, взглядами отечественных и зарубежных специалистов.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа Вольновой Д. В. содержит значительный объем нового исследовательского материала, достоверность которого (в первом приближении) подтверждается совпадением с известными из литературы экспериментальными результатами, а само моделирование базируется на использовании современного математического аппарата, в том числе аппарата теории графов и теории вероятностей. Для решения поставленных задач использовались пакеты математических программ Statgraphics и Maple.

В результате выполнения работы получены новые научные сведения. Так математически доказано и экспериментально подтверждено, что при добавлении определенного количества наполнителя значение удельного объемного электрического сопротивления прекращает снижаться, и с дальнейшим увеличением его концентрации не изменяется, выходя на плато.

Также установлено, что мононити, изготовленные при помощи круглой фильеры, имеют два перколяционных процесса и могут быть описаны с помощью суперпозиции функции Больцмана.

Достоверность, новизна и корректность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается апробацией на международных и российских конференциях с публикацией 5 тезисов докладов.

Практическая значимость полученных результатов

Полученная в диссертационной работе математическая модель полезна предложенным перспективным подходом (на основе использования метода математического моделирования) к решению подобных задач при разработке различных полимерных композитов.

Соответствие диссертации требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Вольновой Д.В. «Математическое и структурное моделирование электропроводящих свойств полимерных композитных нитей с углеродными наночастицами» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Работа соответствует паспорту специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Автором проведены экспериментальные исследования, анализ и обработка полученных экспериментальных результатов; построена математическая модель и проверена ее адекватность с помощью аппарата теории графов и теории вероятностей. Основной объем исследований по теме диссертации выполнен автором лично.

Оценка содержания работы, ее завершенности, публикаций автора

Для достижения поставленной цели автор сформулировал 6 задач. На защиту вынесено 3 положения. По результатам диссертационной работы сформулировано 6 выводов. Их содержание свидетельствует о завершенности работы.

В первой главе даны общие сведения о полимерных матрицах, углеродных нанонаполнителях, методах изготовления композитных материалов, методах измерения удельного объемного электрического сопротивления, а также о методах моделирования перколяционного процесса, известных на сегодняшний день.

Вторая глава посвящена описанию характеристик полимерных матриц и углеродных нанонаполнителей, используемых для изготовления нитей, исследуемых в данной диссертационной работе.

В третьей главе проведено моделирование концентрационных зависимостей удельного объемного электрического сопротивления пленочных нитей на основе полипропилена, наполненного частицами технического углерода, углеродными нановолокнами и углеродными нанотрубками, от вида углеродного нанонаполнителя и степени ориентационной вытяжки. Показано, что для моделирования перколяционного процесса, в независимости от типа углеродного наполнителя, может быть использована функция Больцмана, вычислены параметры модели, проанализированы свойства, получаемые композитным материалом при использовании того или иного наполнителя.

В четвертой главе при помощи теории графов построена модель проводящего кластера, формирующегося в композитном материале при добавлении анизотропного наполнителя. С помощью аппарата математического анализа исследована построенная модель и обоснована адекватность использования функции Больцмана.

В пятой главе строится математическая модель концентрационной зависимости удельного объемного электрического сопротивления мононити состава полимер-углеродные нановолокна от выбора матрицы (аморфная или

кристаллическая) и степени ориентационной вытяжки, обоснована возможность использования суперпозиции функции Больцмана.

В целом диссертация представляет собой внутренне согласованный и завершённый труд.

Замечания и вопросы

1. Возможно ли применение разработанной модели для композитов с аналогичными наполнителями других производителей, и, тем более, с иным проводящим наполнителем?
2. Предполагается ли эффективность применения предложенной модели при разработке материалов на основе иных матриц?
3. В тексте пояснительной записки к диссертации автор неоднократно говорит о полученных или обработке «экспериментальных данных» (стр.3, стр. 5, стр. 7 и тд.), уместнее использовать термин «экспериментальные результаты»;
4. Присутствуют неточности в размерностях физических величин. Например, подпись к оси ординат на рис. 3.1.2, «молекулярная масса» на стр. 35;
5. Желательно дополнительно пояснить независимость пороговой концентрации при образовании проводящего кластера от степени ориентационной вытяжки для композита ПП-ТУ;

Высказанные замечания не влияют на общее положительное впечатление от представленной диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Вольновой Дианы Владимировны «Математическое и структурное моделирование электропроводящих свойств полимерных композитных нитей с углеродными наночастицами» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой методами математического анализа, теории графов и теории вероятностей построена математическая модель перколяционного процесса,

протекающего в композитном материале полимер-углеродный наноапполнитель, что позволит решить важную научную задачу – прогнозировать электропроводящие свойства композитного материала в зависимости от используемой матрицы, наполнителя, технологии изготовления нити и степени ориентационной вытяжки. Диссертационная работа по своему содержанию, актуальности, новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), а ее автор Вольнова Диана Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Официальный оппонент

Резник Александр Сергеевич

кандидат технических наук (05.09.02 - Электротехнические материалы и изделия)

доцент Высшей школы высоковольтной энергетики

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Контактная информация

Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, дом 29

Тел. +7(905)201-85-50

e-mail: Alexxxandr2803@mail.ru

13.11.2023

