

ОТЗЫВ

дополнительного члена ДС.ТПУ.03 Панина Сергея Викторовича на диссертационную работу Горончко Владимира Александровича «Оптические, электрические, механические свойства и радиационная стойкость полипропилена, модифицированного наночастицами оксидных соединений», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена высокой востребованностью новых функциональных полимерных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Представляет научный интерес и практическую значимость создание полимерных композиционных материалов, обладающих стойкостью к воздействию ионизирующего излучения. Диссертационная работа Горончко В.А. посвящена исследованию оптических, электрических и механических свойств полипропилена (ПП) в исходном состоянии, после наполнения наночастицами оксидных соединений (ZrO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , TiO_2 , ZnO), также после облучения потоком электронов с энергией 30 кэВ.

Научная новизна. Автором диссертационной работы получен ряд новых научных результатов. Наиболее важными из них являются следующие:

- Выполнено разложение на элементарные составляющие интегральной полосы поглощения в УФ и видимой областях спектра, образующейся после облучения ПП потоком электронов с энергией 30 кэВ, идентифицирована природа каждой элементарной составляющей, установлена линейная зависимость энергетического положения элементарных полос поглощения от массы свободных радикалов в полипропилене.

- Исследованы спектры диффузного отражения и интегральный коэффициент поглощения солнечного излучения полимерных нанокомпозитов (ПНК) на основе ПП, наполненных оксидными нанопорошками до и после облучения потоком электронов.

- Определены оптимальные концентрации наночастиц в объёме ПП для увеличения радиационной стойкости, выявлено влияние размера и удельной поверхности наночастиц на радиационную стойкость полимерных нанокомпозитов.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Результаты работы получены с применением современных взаимодополняющих экспериментальных методов исследования композиционных материалов. Положения и выводы не противоречат известным работам других авторов. Результаты диссертационной работы обсуждались на достаточном количестве международных и всероссийских конференциях, а

количество и качество публикаций соответствуют требованиям диссертационного совета.

Научная и практическая значимость полученных автором результатов работы заключается в том, что экспериментально определены оптимальные содержания оксидных нанопорошков в объеме полипропиленовой матрицы, позволяющие существенно повысить стойкостью к действию ионизирующих излучений. Результаты исследований могут быть использованы при разработке материалов для космической и ядерной техники, медицины, авиапромышленности, нефтедобывающей отрасли и других областей промышленности.

По теме диссертации опубликовано 25 работ, 11 из них – статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК и цитируемых Scopus и Web of Science. По материалам работы получен 1 патент на изобретение, 2 акта о внедрении. Часть результатов диссертационной работы получены при выполнении научного проекта «Исследование радиационной стойкости, оптических и механических свойств полипропилена, модифицированного наночастицами оксидных соединений», грант РФФИ №20-32-90096 (2020-2022).

Анализ содержания работы. Соответствие требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют установленным требованиям. Диссертационная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует паспорту специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния (технические науки), а именно п.1. Экспериментальное изучение физической природы и свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и, в том числе, материалов световодов как в твердом (кристаллы, поликристаллы), так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления; п.3. Экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ; п.4. Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.

Диссертационная работа содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы из 186 наименований, одного приложения. Работа изложена на 126 страницах, иллюстрируется 49 рисунками, 11 таблицами.

Во введении представлено обоснование актуальности темы диссертационной работы, сформулирована цель исследования и определены задачи для ее достижения, описаны научная новизна и практическая значимость, сформулированы положения, которые соискатель выносит на защиту.

Первая глава содержит анализ характеристик наполнителей и полимеров, используемых в настоящее время в мире; описаны основные свойства полипропилена и нанопорошков, методики их получения. Обсуждаются методы получения полимерных композиционных материалов. Рассматриваются механизмы воздействия ионизирующих излучений на полимерные и композиционные материалы на их основе; анализируется влияние введения наночастиц на электропроводность и механические свойства полимеров. Глава завершается формулировкой задач исследования.

Во второй главе выбран способ наполнения полипропилена наночастицами оксидных соединений для проведения экспериментальных исследований. Описаны приборы и методики для исследования радиационной стойкости, отражательной способности, электропроводности и механической прочности исследуемых образцов.

В третьей главе выполнен анализ структуры нанопорошков. Исследованы спектры диффузного отражения ПП до и после введения наночастиц, а также их изменение после облучения потоком электронов с энергией 30 кэВ, флюенсом от $1 \cdot 10^{16}$ до $3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Выполнено разложение полос поглощения, образующихся после облучения, в УФ, видимой и ближней ИК областях на элементарные составляющие с интерпретацией природы каждой элементарной полосы. Рассмотрено смещение края оптического поглощения после модифицирования. В ИК области исследованы спектры пропускания ПП до и после наполнения и облучения. Определены типы и оптимальные концентрации наночастиц для повышения радиационной стойкости ПП-нанокмпозитов, обсуждаются механизмы увеличения радиационной стойкости.

В четвертой главе проанализированы результаты измерений поверхностного сопротивления исследуемых образцов до и после облучения электронами с энергией 30 кэВ, флюенсом $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Проведены механические испытания исследуемых полимерных нанокмпозитов на основе ПП, наполненных наночастицами ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , TiO_2 и ZnO .

В заключении приведены основные выводы.

Личный вклад автора. В диссертационной работе представлены результаты, полученные лично автором, либо при его непосредственном участии. В совместных работах автору принадлежит определяющая роль в проведении экспериментальных исследований и обработке полученных результатов.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации.

1. Формулировку 1-го пункта научной новизны следует считать не совсем удачной, поскольку сам факт использования наночастиц, тем более известных в литературе, вряд ли гарантирует безоговорочную приоритетность научного исследования и его результатов.

2. На стр. 7 диссертации автор утверждает, что «на изменение спектров диффузного отражения, модифицированного ПП оказывают влияние размер и удельная поверхность наночастиц, собственные и примесные точечные дефекты, хемосорбированные газы и ОН группы». Фактически, перечислены все возможные причины, хотя часть из них в работе в явном виде не исследовалась.
3. При обсуждении аспектов практического применения результатов диссертации указано, что «результаты работы используются предприятиями АО «НИКИ» и ООО «Томсккабель» при разработке изоляции кабелей нефтепогружных насосов (акты о внедрении представлены в приложении к диссертации)». В работе проанализированы, преимущественно, вопросы модификации функциональных свойств, а именно различно типа облучений. Не совсем очевидна связь этих данных с использованием ПП нанокompозитов в кабелях нефтепогружных насосов.
4. На стр. 94 диссертации указано, что «нанопорошки SiO_2 и Al_2O_3 являются диэлектриками с низкой электропроводностью, для них характерен квантовый размерный эффект. Он проявляется в появлении дискретных электронных уровней, связанных с ограничением длины свободного пробега электронов, что приводит к уменьшению электропроводности». Однако исследования, подтверждающие это в явном виде, в работе не проводились.
5. На стр. 96 диссертации указано: «За счёт высокой удельной поверхности наночастицы имеют большую поверхность контакта с полимером, вследствие чего образуется прочная адгезионная связь». Однако в работе не приведены какие-либо результаты, позволяющие судить о величине адгезии.
6. На стр. 97 диссертации указано, что «для образцов $\text{ПП} + n\text{ZrO}_2$ и для отдельных концентраций для образцов с другими типами наночастиц наблюдается снижение предела текучести и прочности на растяжение, что может быть обусловлено неравномерным распределением наночастиц в объёме ПП и образованием агломератов микронного диапазона из наночастиц». К сожалению, в работе полностью отсутствуют данные электронной микроскопии, позволившие пролить свет на эту проблему.

Указанные замечания не касаются сути основных выводов и защищаемых положений, а также не снижают научной и практической значимости и актуальности диссертационной работы Горончко В.А.

Заключение

По актуальности темы, научной и практической значимости полученных результатов, объёму предоставленного материала и его новизне, диссертационная работа Горончко Владимира Александровича «Оптические, электрические, механические свойства и радиационная стойкость полипропилена, модифицированного наночастицами оксидных соединений» отвечает требованиям,

предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п. 2.1 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а Горончко Владимир Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Я, Панин Сергей Викторович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дополнительный член ДС.ТПУ.03,
профессор РАН, доктор технических наук по
специальности 01.02.04 - механика
деформируемого твердого тела, профессор
отделения материаловедения ИШНПТ
Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет»

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина,
дом 30,

Тел.: 8(3822) 564114, E-mail: svp71@tpu.ru

(подпись)

Панин Сергей
Викторович

Дата «07» ноября 2023 г.

ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет»

Адрес: Россия, 634050, г. Томск, проспект
Ленина, дом 30,

Тел: 8 (3822) 60-63-33, 8 (3822) 60-64-44,

E-mail: tpu@tpu.ru, Сайт: <https://tpu.ru>

Подпись Панина Сергея Викторовича
заверяю

Ученый секретарь Национального
исследовательского Томского
политехнического университета

Кулинич
Екатерина
Александровна