

ТУСУР

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

ОКПО 02069326, ОГРН 1027000867068,
ИНН 7021000043, КПП 701701001

пр. Ленина, 40, г. Томск, 634050

тел: (382 2) 510-530
факс: (382 2) 513-262, 526-365
e-mail: office@tusur.ru
[https:// www.tusur.ru](https://www.tusur.ru)

№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НРИ ТУСУР

н. наук, доцент

А.Г. Лоцилов

«07» 06 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Диссертация «Оптические, электрические, механические свойства и радиационная стойкость полипропилена, модифицированного наночастицами оксидных соединений» по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния выполнена в ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», в лаборатории радиационного и космического материаловедения.

В период подготовки диссертации соискатель Горончко Владимир Александрович 08.08.1994 года рождения работал в ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» в должности научного сотрудника лаборатории радиационного и космического материаловедения.

В 2022 г. окончил аспирантуру в ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по направлению 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», специальность 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 г. ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель – Михайлов Михаил Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», заведующий лабораторией радиационного и космического материаловедения.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы. Полимерные нанокомпозиты (ПНК) являются перспективными материалами для использования в условиях космического пространства благодаря высоким эксплуатационным характеристикам, небольшому весу, дешевизне и лёгкости в обработке. Под действием ионизирующих излучений (гамма, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, потоки электронов, протонов, нейтронов и др.) в полимерных материалах происходит разрыв химических связей, образуются радиационные дефекты, уменьшается коэффициент диффузного отражения (ρ),

увеличивается интегральный коэффициент поглощения солнечного излучения (a_s), изменяются электрические, механические и другие свойства. Основное требование, определяющее сроки эксплуатации ПНК в условиях действия излучений – способность долговременно сохранять исходные характеристики.

Несмотря на значительный прогресс в области синтеза и исследования свойств ПНК, существует ряд вопросов по данной тематике: мало изучены процессы радикалообразования и не описана природа радикалов, образующихся в процессе воздействия ионизирующего излучения на полипропилен (ПП); большая часть исследований оптических свойств и радиационной стойкости ПНК проводится с выносом исследуемых образцов в атмосферу, что искажает истинную картину процессов образования и накопления дефектов.

Целью работы является исследование оптических, электрических и механических свойств полипропилена в исходном состоянии и после модифицирования наночастицами оксидных соединений (ZrO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , TiO_2 , ZnO) для получения радиационностойких нанокомпозитов.

Научная новизна выполненной работы заключается в следующем:

1. В работе использовано 6 типов нанонаполнителей, отличающихся типом кристаллической решётки, размером наночастиц (от 10 до 70 нм), удельной поверхностью (от 20 до 220 м²/г), электрическими свойствами (диэлектрики и полупроводники).

2. Впервые 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.

3. Впервые установлена линейная зависимость энергетического положения элементарных полос поглощения от массы свободных радикалов в полипропилене.

4. Установлено влияние модифицирования ПП полупроводниковыми наночастицами TiO_2 и ZnO на изменение ширины запрещённой зоны до значения, соответствующего наполнителю при концентрации 1 масс. %.

5. Исследованы спектры диффузного отражения и интегральный коэффициент поглощения солнечного излучения ПНК, изготовленных на основе ПП, модифицированного оксидными нанопорошками до и после облучения электронами.

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

Достоверность научных результатов подтверждается систематическим характером исследований, большим объёмом экспериментальных данных, применением современных методик научных исследований, воспроизводимостью результатов экспериментов, отсутствием противоречий с экспериментальными данными других работ.

Теоретическая и практическая значимость исследования работы состоит в том, что экспериментально определены оптимальные типы оксидных нанопорошков и их концентрация в объёме полипропилена, позволяющие получать материалы с существенно увеличенной 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. Результаты работы используются предприятиями АО «НИКИ» и ООО «Томсккабель» при разработке изоляции кабелей нефтепогружных насосов. 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 на 2020-2022 годы.

Личное участие автора. В диссертационной работе представлены результаты, полученные непосредственно автором, либо при его участии. В совместных работах автор принимал определяющую роль в проведении экспериментов, обработке

экспериментальных данных и их визуализации. Постановка задач исследований, анализ и интерпретация экспериментальных данных, формулировка основных положений и выводов проводилась совместно с научным руководителем, доктором физико-математических наук, профессором М.М. Михайловым. В проведении ряда экспериментов принимали участие: инженер лаб. РКМ Е.В. Комаров, старший научный сотрудник лаб. РКМ А.Н. Лапин.

Ценность научных работ соискателя и полнота изложения материалов в опубликованных работах. Экспериментально определены оптимальные типы оксидных нанопорошков и их концентрация в объёме полипропилена, позволяющие получать материалы с существенно увеличенной стойкостью к действию ионизирующих излучений. Идентифицирована природа полосы поглощения в УФ и видимой области спектра полипропилена, образующаяся после воздействия ускоренных электронов. Установлена линейная зависимость энергетического положения элементарных полос поглощения в УФ и видимой области от массы свободных радикалов в полипропилене.

Опубликованные работы в полной степени отражают содержание диссертационного исследования. По материалам диссертации опубликовано 25 работ, из них в рецензируемых научных изданиях (перечень ВАК РФ) – 7 статей, 5 из которых имеют переводную версию (Q3 WoS и SCOPUS); 2 статьи (Q1 WoS и SCOPUS), 2 статьи (Q2 WoS и SCOPUS), 13 тезисов докладов в материалах Международных и Всероссийских конференций, 1 патент на изобретение.

Работы, входящие в перечень ВАК или индексируемые в базах данных WoS и SCOPUS:

1. Михайлов М.М. Оптические свойства и радиационная стойкость жидкого стекла Li_2SiO_3 , модифицированного наночастицами SiO_2 / М.М. Михайлов, А.Н. Лапин, С.А. Юрьев, **В.А. Горончко** // Известия вузов. Физика. – 2023. – Т. 66, № 1(782). – С. 143-144.

2. Mikhailov, M.M. Investigation of the nature of polypropylene absorption bands before and after electron irradiation / M.M. Mikhailov, **V.A. Goronchko** // Polymer Degradation and Stability. – 2022. – V. 202. – 2022.

3. Михайлов, М.М. Оптические свойства и радиационная стойкость полипропилена, модифицированного наночастицами MgO / М.М. Михайлов, **В.А. Горончко** // Космические аппараты и технологии. – 2022. – Т. 6. – № 2.

4. Михайлов, М.М. Изменение электропроводности полипропилена, модифицированного наночастицами оксидных соединений / М.М. Михайлов, **В.А. Горончко** // Поверхность. Рентгеновские синхротронные и нейтронные исследования. – 2022. – № 6. – С. 29-33.

Переводная версия

Mikhailov, M.M. Changes in the Electrical Conductivity of Polypropylene Modified with Nanoparticles of Oxide Compounds / M.M. Mikhailov, **V.A. Goronchko** // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2022. – V. 16 – № 3. – P. 29-33.

5. Mikhailov M.M. Radiation stability of optical properties of Wollastonite powder with SiO_2 nanoparticle addition / M.M. Mikhailov, S.A. Yuryev, A.N. Lapin, **V.A. Goronchko** // Optical Materials. – 2022. – Vol. 129. – P. 112478.

6. Михайлов М.М. Оптические свойства порошков ZnO , модифицированных наночастицами ZnO / М.М. Михайлов, А.Н. Лапин, С.А. Юрьев, **В.А. Горончко** // Известия вузов. Физика. – 2022. – Т. 65, № 8(777). – С. 3-9.

Переводная версия

Mikhailov M.M. Optical Properties of ZnO Powders Modified with ZnO Nanoparticles / M.M. Mikhailov, A.N. Lapin, S.A. Yuryev, **V.A. Goronchko** // Russian Physics Journal. – 2022. – V. 65. – P. 1239–1245.

7. Михайлов М.М. Исследование фотостойкости порошков волластонита, модифицированных наночастицами диоксида кремния / М.М. Михайлов, С.А. Юрьев, А.Н. Лапин, **В.А. Горончко** // Известия вузов. Физика. – 2022. – Т. 65, № 9(778). – С. 141-142.

Переводная версия

Mikhailov M.M. Photoresistance of Wollastonite Powders Modified with Silicon Dioxide Nanoparticles / M.M. Mikhailov, S.A. Yuryev, A.N. Lapin, **V.A. Goronchko** // Russian Physics Journal. – 2023. – V. 65. – P. 1575–1576.

8. Михайлов М.М. Исследование влияния последовательного облучения электронами и квантами солнечного спектра на оптические свойства порошка сульфата бария, модифицированного наночастицами / М.М. Михайлов, С.А. Юрьев, А.Н. Лапин, **В.А. Горончко** // Химическая технология. – 2022. – Т. 23, № 11. – С. 478-484.

9. Михайлов, М.М. Исследование оптических свойств и радиационной стойкости полипропилена, модифицированного наночастицами Al_2O_3 / М.М. Михайлов, **В.А. Горончко**, С.М. Лебедев // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2021. – № 7. – С. 14-18.

Переводная версия

Mikhailov, M.M. Studying the Radiation Stability of the Optical Properties of Polypropylene Modified with Al_2O_3 / M.M. Mikhailov, **V.A. Goronchko**, S.M. Lebedev // Nanoparticles. J. Surf. Investig. – 2021. – V.15. – №4. – P. 655–659.

10. Mikhailov M.M. Optical properties degradation of wollastonite powders under the electron irradiation in vacuum / M.M. Mikhailov, S.A. Yuryev, A.N. Lapin E.Yu. Koroleva, **V.A. Goronchko** // Optical Materials. – 2021. – V. 119. – P. 111342.

11. Mikhailov, M.M. Investigation of radiation stability of optical properties of polypropylene modified with ZrO_2 nanoparticles / M.M. Mikhailov, S.M. Lebedev, A.N. Sokolovskiy, **V.A. Goronchko** // Polymer Composites. – 2019. – V.40. – P. 3050-3055.

Диссертация «Оптические, электрические, механические свойства и радиационная стойкость полипропилена, модифицированного наночастицами оксидных соединений» Горончко В.А. рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Заключение принято на заседании лаборатории радиационного и космического материаловедения.

Присутствовало на заседании 6 чел. Результаты голосования: «за» – 6 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № б/н от «06» июня 2023 г.

Председатель заседания
Михайлов М.М., д.ф.-м.н.,
профессор, зав. лаб. РКМ



подпись

Секретарь заседания
Юрьев С.А., к.т.н.,
с.н.с. лаб. РКМ



подпись