



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФИЦ ХФ РАН

Профессор, д.х.н. \_\_\_\_\_ Надточенко В.А.

06 марта 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова  
Российской академии наук

Диссертация «Электропроводящие полимерные композитные материалы с сегрегированной структурой на основе углеродных нанонаполнителей» выполнена в лаборатории функциональных полимерных систем и композитов (№ 1644) отдела полимеров и композиционных материалов.

В период подготовки диссертации соискатель Шиянова Ксения Алексеевна обучалась в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (2018–2022 г.). В период с 2016 по 2017 год работала в лаборатории окисления углеводов, с 2017 по 2019 год в лаборатории экотоксиметрии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, а с 2019 г. по настоящее время работает в лаборатории специальных материалов и технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук в должности научного сотрудника.

В 2018 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» по специальности «Химическая технология».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2023 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Федеральным исследовательским центром химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук.

Научный руководитель – кандидат химических наук Мельников Валерий Павлович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии

наук, лаборатория функциональных полимерных систем и композитов отдела полимеров и композиционных материалов, ведущий научный сотрудник.

**По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

Цель диссертационной работы: разработка и исследование электропроводящих полимерных композитных материалов с сегрегированной структурой, наполненных углеродными наноматериалами.

Диссертационная работа Шияновой К.А. соответствует специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения в области «целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях науки и техники».

Актуальность темы исследования:

Разработка электропроводящих полимерных композитных материалов с формированием сегрегированной структуры в настоящее время является одним из наиболее перспективных направлений исследований в области получения композитов с высокой электропроводностью. Такие материалы имеют высокий потенциал применения для производства безметаллических микроэлектронных устройств, таких как суперконденсаторы, литий ионные и литий полимерные батареи, газовые и биологические сенсоры, а также для экранов, отражающих электромагнитные помехи, для снятия электростатического электричества и в качестве конструкционных частей низкотемпературных топливных элементов.

Научная новизна работы состоит в следующем:

Впервые исследовано влияние различных полимерных матриц на электропроводность и физико-механические характеристики композитов полимер/восстановленный оксид графена (ВОГ) с сегрегированной структурой.

Впервые разработан подход к управлению составом кислородсодержащих групп на поверхности оксида графена путем использования смеси окислителей  $\text{KMnO}_4/\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в различных соотношениях.

Впервые получены зависимости электропроводности и механических характеристик полимерных композитов от соотношения компонентов наполнителя ВОГ/многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ). Показаны преимущества использования смеси ВОГ/МУНТ в качестве наполнителя для полимерных композитов с сегрегированной структурой с целью увеличения электропроводности.

Впервые синтезированы электропроводящие полимерные композиты с сегрегированной структурой с использованием в качестве наполнителя смеси ВОГ/одностенные углеродные нанотрубки (ОУНТ) с различным соотношением компонентов.

Теоретическая и практическая значимость работы:

Результаты по изменению химического состава и соотношения базальных и краевых кислородсодержащих групп на листах оксида графена непосредственно в процессе синтеза могут быть использованы для формирования новых подходов к управлению составом функциональных групп новых графеновых соединений и их дальнейшей функционализации.

Данные о способах формирования таких композитов, а также о влиянии различных факторов на электрофизические и физико-механические свойства полученных материалов открывают новые возможности для создания полимерных электропроводящих композитов с низким содержанием наполнителя с использованием различных полимерных матриц в зависимости от потенциальной области применения. Полученные результаты могут быть использованы для разработки технологического процесса создания экранов электромагнитных волн, покрытий и элементов изделий, препятствующих накоплению статического электричества, и др.

Автор принимал личное участие во всех этапах работы, а именно в процессе постановки целей и задач работы, проведении экспериментальных исследований (в части синтеза оксида графена и изготовлении композитов, подготовке образцов для исследования электрофизических и физико-механических свойств полученных материалов), обработке, анализе экспериментальных данных, а также в подготовке полученных результатов к публикации.

Работа Шияновой К.А. выполнена на высоком научном уровне с использованием современных сертифицированных приборов и методов. Достоверность результатов исследования определяется воспроизводимостью и согласованностью данных, полученных различными методами. Основные положения и выводы диссертационной работы научно обоснованы и логично изложены.

Результаты исследований, представленных в диссертации, докладывались и обсуждались на: International Conference «Advanced Carbon Nanostructures» (г. Санкт-Петербург, Россия 2019, 2021), Научной конференции Отдела полимеров композиционных материалов Института химической физики им. Н.Н. Семенова

Российской академии наук (г. Москва, Россия 2020, 2021, 2022), Всероссийской научной молодежной школе-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции» (г. Москва, Россия 2020, 2022), International Conference Actual Scientific and Technical Issues of Chemical Safety (г. Казань, Россия 2020), Четвертой Международной научной конференции «Наука будущего» (г. Москва, Россия 2021), Всероссийской научной конференции с международным участием «IV Байкальский материаловедческий форум» (г. Улан-Удэ, Россия 2022).

По материалам диссертации опубликовано 5 печатных работ. Все статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Shiyanova K.A., Gudkov M.V., Gorenberg A.Y., Rabchinskii M.K., Smirnov D.A., Shapetina M.A., Gurinovich T.D., Goncharuk G.P., Kirilenko D.A., Bazhenov S.L., Melnikov V.P. Segregated Network Polymer Composites with High Electrical Conductivity and Well Mechanical Properties based on PVC, P(VDF-TFE), UHMWPE, and rGO // ACS omega. – 2020. – Т. 5. – №. 39. – С. 25148-25155
2. Shiyanova K.A., Gudkov M.V., Rabchinskii M.K., Sokura L.A., Stolyarova D.Y., Baidakova M.V., Shashkin D.P., Trofimuk A.D., Smirnov D.A., Komarov I.A., Timofeeva V.A., Melnikov V.P. Graphene oxide chemistry management via the use of  $\text{KMnO}_4/\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  oxidizing agents // Nanomaterials. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 915.
3. Баженов С.Л., Гудков М.В., Шиьянова К.А., Мельников В.П., Гончарук Г.П., Горенберг А.Я., Гулин А.А. Разрушение при сжатии полимерных композитов на основе частиц с графеновым покрытием // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2022. – Т. 64. – №. 6. – С. 461-469.
4. Shiyanova K., Gudkov M., Torkunov M., Ryvkina N., Chmutin I., Goncharuk G., Gulina A., Bazhenov S., Melnikov V. Segregated Structure Copolymer of Vinylidene Fluoride and Tetrafluoroethylene Composites Filled with rGO, SWCNTs and Their Mixtures // Polymers. – 2022. – Т. 14. – №. 19. – С. 4105.
5. Shiyanova K.A., Gudkov M.V., Torkunov M.K., Goncharuk G.P., Gulina A.A., Sysa A.V., Ryvkina N.G., Bazhenov S.L., Melnikov V.P. Effect of reduced graphene oxide, multi-walled carbon nanotubes and their mixtures on the electrical conductivity and mechanical properties of a polymer composite with a segregated structure // Journal of Composite Materials. – 2023. – Т. 57. – №. 1. – С. 111-119.

Диссертация «Электропроводящие полимерные композитные материалы с сегрегированной структурой на основе углеродных нанонаполнителей» Шиьяновой

Ксении Алексеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения.

Заключение было принято на заседании ученого совета Отдела полимеров и композиционных материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук. На заседании присутствовало 15 членов ученого совета из 20. Решение принято единогласно, протокол № 3 от 28.02.2023.

Секретарь секции №7 ученого совета ФИЦ ХФ РАН



к.х.н. Кузнецова О.П.