

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Ордена
Трудового Красного Знамени Института
нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева
Российской академии наук
Академик РАН А.Л. Максимов

« 06 » октября 2025 г

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового
Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской
академии наук (ИНХС РАН)

на диссертацию Гасымова Мираги Мирхаким оглы «Получение и исследование свойств
полимерных композиций на основе полилактида и полиэтилена низкой плотности,
содержащих углеродные нанонаполнители: восстановленный оксид графена и
нанопластины графита», представленной на соискание ученой степени кандидата
химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения

Диссертационная работа Гасымова Мираги Мирхаким оглы «Получение и исследование
свойств полимерных композиций на основе полилактида и полиэтилена низкой
плотности, содержащих углеродные нанонаполнители: восстановленный оксид графена
и нанопластины графита» была выполнена в Федеральном государственном бюджетном
учреждении науки Федеральном исследовательском центре химической физики им.
Н.Н. Семенова Российской академии наук, г. Москва под руководством д.х.н.
Роговиной С.З. и представлена к защите на диссертационном совете 24.1.243.01 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской
академии наук (ФИЦ ХФ РАН).

По итогам рассмотрения работы на заседании секции «Высокомолекулярные
соединения» при Ученом совете ИНХС РАН принято следующее Заключение:

Целью представленной к защите работы было:

разработка научно обоснованных подходов к получению наполненных
композиционных материалов на основе полимеров различных классов —

биоразлагаемого полиэфира полилактида и многотоннажного ПЭНП, содержащих в качестве углеродных нанонаполнителей нанопластины графита (НПГ) и восстановленный оксид графена (ВОГ) и обладающих комплексом новых ценных свойств, а также проведение сравнительного анализа влияния способа получения и природы наполнителей на структуру и комплекс физико-химических свойств создаваемых материалов.

Для достижения поставленной цели были **решены следующие задачи:**

- Получение под действием сдвиговых деформаций в расплаве и жидкофазным методом композиции ПЛА–НПГ и ПЛА–ВОГ в широком диапазоне концентраций ряда нанонаполнителей.
- Установление влияние способа получения смесей на морфологию и комплекс свойств композиций ПЛА с НПГ и ВОГ для возможности их целенаправленного регулирования.
- Сравнительное изучение влияния природы нанонаполнителей и состава композиций на механические, термические и электрические свойства образующихся композиций на основе ПЛА.
- Исследование влияние УФ-облучения на молекулярно-массовое распределение исходного ПЛА и в его композициях с НПГ методом гель-проникающей хроматографии, измерить механические характеристики композиций и установить основные закономерности протекания процесса.
- Получение композиций ПЭНП с нанонаполнителями НПГ и ВОГ в роторном диспергаторе твердофазным методом под действием сдвиговых деформаций и анализ влияния типа наполнителя на структуру и свойства получаемых материалов.
- Изучение особенностей реологического поведения композиций ПЭНП–НПГ и ПЭНП–ВОГ.

По итогам рассмотрения работы на заседании секции «Высокомолекулярные соединения» при Ученом совете ИНХС РАН принято, что

Актуальность темы диссертации состоит том, что создание новых наполненных полимерных композиций на основе синтетических полимеров и полимеров, синтезируемых из природного сырья, с использованием в качестве наполнителей нанопроизводных углерода, предназначенные для широких областей применения, является в настоящее время одной из актуальных проблем, требующих использования новых подходов и методов. В этой связи сравнительное исследование влияния способа получения композиций на основе синтезируемого из молочной кислоты алифатического полиэфира полилактида (ПЛА), содержащего в качестве углеродных нанонаполнителей

нанопластины графита (НПГ) и восстановленный оксид графена (ВОГ), на комплекс свойств образующихся композиционных материалов, представляет собой новое направление работ, проводимых в этой области. В то же время результаты изучения влияния природы углеродных нанонаполнителей на характеристики композиций одного из наиболее распространенных синтетических полимеров – полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), содержащих НПГ и ВОГ, полученных в твердой фазе под действием сдвиговых деформаций, проведенного в диссертационной работе М.М. Гасимова, также представляют несомненный интерес.

Научная новизна полученных результатов связана тем, что физико-химическая модификация полимеров, в том числе их смешение с неорганическими наполнителями является одним из перспективных путей целенаправленного получения материалов с требуемым комплексом свойств.

В этой связи научная новизна проведенных исследований заключается в разработке условий получения новых композиций ПЛА с НПГ и ВОГ двумя способами: в жидкой фазе и в расплаве под действием сдвиговых деформаций, а также проведении сравнительного анализа способов получения и влияния природы графеновых наполнителей на комплекс механических, термических и электрических свойств и структуру композиций на основе ПЛА.

Установление закономерностей механического и реологического поведения композиций ПЭНП, содержащих нанонаполнители НПГ и ВОГ, полученных под действием сдвиговых деформаций в расплаве в роторном диспергаторе, представляет собой новое направление работ в данной области.

Проведенное систематическое сравнительное изучение влияния способа получения и природы наноуглеродных наполнителей на механические, термические и электрические характеристик и структуру образующихся композиционных материалов позволило получить новую углубленную информацию. Это дает основания для целенаправленного воздействовать на процесс производства композиционных материалов с требуемыми свойствами. Исследование воздействия УФ-излучения на композиции ПЛА-НПГ продемонстрировало возможность использования НПГ для повышения устойчивости композитов к облучению.

В работе также было проведено сравнительное исследование элементного состава, структуры и распределения нанонаполнителей НПГ и ВОГ по размерам с использованием высоко информационного метода лазерной дифракции с целью оценки их влияния на свойства создаваемых наполненных композиций.

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что для получения данных результатов был использован широкий спектр современных физико-химических методов анализа, включая сканирующую электронную микроскопию для изучения структуры наполненных композитов, определение пористости материалов, измерение их механических, термических и электрических характеристик. Применение комплексных методов исследования является одним из главных достоинств проведенных исследований.

Практическое значение выполненных исследований состоит в том, что получены новые материалы, устойчивых к УФ-облучению. Разработанная методика получения в роторном диспергаторе под действием сдвиговых деформаций композиции ПЭНП с нанонаполнителями НПГ и ВОГ, позволила получить новый тип полимерных материалов, которые могут найти промышленное применение. Проведение сравнительного анализа влияния типа наполнителя на структуру и свойства получаемых материалов дает возможность целенаправленно регулировать их свойства. Полученные результаты измерений реологического поведения композиций ПЭНП-НПГ и ПЭНП-ВОГ дает основания для выбора технологического режима их переработки традиционными методами.

К достижениям автора следует отнести тот факт, что его работа вносит свой вклад в развитие многолетних исследований, проводимых в ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, по изучению процессов, протекающих в полимерных системах под действием совместного воздействия давления и сдвиговых деформаций.

Цель работы и ее конкретные задачи автором были успешно выполнены, подтверждением чему является наличие 8 публикаций в российских и иностранных журналах и многочисленных тезисов российских и международных конференций.

Личный вклад автора состоял в том, что автор лично выполнил все эксперименты, описанные в диссертации. При этом он принимал непосредственное участие в разработке условий и проведении процессов получения композиций на основе полилактида и полиэтилена низкой плотности с графеновыми наполнителями путем смешения компонентов в расплаве под действием сдвиговых деформаций, а также жидкофазным и твердофазным способами. Диссертант активно участвовал в проведении многочисленных испытаний изучаемых композиционных материалов с привлечением современных методов исследования, последующей обработке, обсуждении и анализе полученных данных, а также сборе литературных источников. Подготовка публикаций и написание статей проводились совместно с научным

руководителем, а полученные результаты многократно докладывались на различных научных конференциях

Содержание и оформление диссертации. Диссертация построена по традиционной схеме, изложена на 165 страницах машинного текста и включает введение, литературный обзор, экспериментальную часть и обсуждения результатов, в которых изложены полученные результаты, выводы и список цитируемых литературных источников (263 наименования). Работа содержит 47 рисунков и 12 таблиц.

В литературном обзоре рассмотрены современные представления о влиянии графеновых наполнителей на комплекс свойств полимерных композиций. В целом, обзор литературы, несомненно, интересен и содержателен и дает представление о сущности проблемы, решению которой посвящена рецензируемая диссертация.

Во второй главе приведены характеристики исходных веществ и описаны условия получения исходных смесей под действием сдвиговых деформаций и в растворе, а также описаны методики анализа полученных композиций.

Третья глава посвящена получению и исследованию композиций ПЛА-НПП и ПЛА-ВОГ в расплаве в смесителе Брабендера под действием сдвиговых деформаций и жидкофазным способом в хлороформе, а также рассмотрены механические и реологические свойства композиций на основе ПЭНП, полученных твердофазным методом в одношнековом

При рассмотрении диссертационной работы выявлены **следующие недостатки:**

Приведенное краткое рассмотрение полученных результатов демонстрирует целостность проведенных исследований, его объем и хороший научный уровень. В то же время к работе можно предъявить ряд замечаний.

1. Так, в работе нет оценки энергозатрат, требующихся для проведения процесса смешения полимеров с нанонаполнителями предлагаемым твердофазным способом, хотя их оценка существенна для рекомендации использования разработанного метода при практическом применении.

2. Нет явной формулировки, которая бы показывала, что именно твердофазный метод смешения вследствие жесткости графеновых нанонаполнителей позволяет получать композиции только с достаточно низким их содержанием.

3. При описании электрических свойств композиций на основе ПЛА и ПЭНП следовало привести более подробное объяснение различий в их проводимости, которое, вероятно, связано особенностями структуры этих полимеров.

Эти замечания носят, скорее, характер пожеланий и ни в коей мере не снижают ценность проведенных исследований.

Диссертация Гасимова М.М. «Получение и исследование свойств полимерных композиций на основе полилактида и полиэтилена низкой плотности, содержащих углеродные нанонаполнители: восстановленный оксид графена и нанопластины графита» является актуальным, законченным, самостоятельно выполненным исследованием, обладающим научной новизной и имеющим практическое значение. Работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям

Полученные экспериментальные данные и их обсуждение представляют как научный, так и практический интерес, вносят вклад в развитие существующих представлений о процессах смешения и являются существенным вкладом в развитие актуального направления современной науки о полимерах, посвященного созданию новых композиционных материалов. Полученные автором результаты могут быть использованы при создании новых композитов на основе полимеров различных классов, содержащих наноуглеродные наполнители.

Автореферат и опубликованные статьи в полной мере отражают содержание диссертационной работы и печатных работ, положенных в ее основу.

Рецензируемая работа М. М. Гасимова полностью отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям (п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (с учетом изменений и дополнений). Работа соответствует паспорту специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки), а именно, в формуле специальности: 9. 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. и 10. Решение технологических и экологических задач, связанных с первичной и вторичной переработкой полимерных материалов.

Диссертационная работа М.М. Гасимова. «Получение и исследование свойств полимерных композиций на основе полилактида и полиэтилена низкой плотности, содержащих углеродные нанонаполнители: восстановленный оксид графена и

нанопластины графита», рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки).

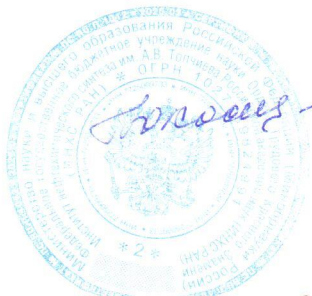
Отзыв ведущей организации обсужден на заседании полимерной секции Ученого Совета ИНХС РАН, протокол № 11 от 02 октября 2025 г.

Отзыв подготовил: доктор химических наук, профессор, член-корр. РАН (02.00.06 — Высокомолекулярные соединения), главный научный сотрудник лаборатории № 11 «Реологии полимеров»
ФГБУН ИНХС РАН (119991, г. Москва Ленинский пр-т д.29,
klch@ips.ac.ru; +7 (495) 647-59-27 доб.235 Валерий Григорьевич Куличихин

Подпись д.х.н., проф., член-корр. РАН Валерия Григорьевича Куличихина
klch@ips.ac.ru; +7 (495) 647-59-27 доб.235

«Заверяю»

Ученый секретарь ИНХС РАН,
доктор химических наук, доцент Костина Ю.В.



Контакты ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового
Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева
Российской академии наук (ИНХС РАН)
119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, 29
Тел. +7(495) 955-42-01
E-mail: director@ips.ac.ru