

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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 М.М. Гасымова посвящена **актуальной проблеме** получения наполненных композиционных материалов на основе полимеров различных классов, а именно биоразлагаемого алифатического полиэфира полилактида (ПЛА) и многотоннажного полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), содержащих в качестве углеродных нанонаполнителей нанопластины графита (НПГ) и восстановленный оксид графена (ВОГ), и проведения сравнительного анализа влияния способа получения и природы наполнителей на структуру и характеристики получаемых материалов.

Интерес к подобным системам обусловлен как уникальными свойствами двумерных соединений углерода, так и возможностями широкого практического применения материалов с их использованием. В этой связи выбор полимерной матрицы, в свою очередь, определяет свойства получаемых материалов и является важным аспектом работ, проводимых в этой области. Использование представителя «зеленых полимеров» ПЛА представляет собой один из вариантов получения материалов, способных к биодеструкции, которые могут быть утилизированы после окончания срока эксплуатации. С другой стороны, полиэтилен низкой плотности (ПЭНП), как один из наиболее широко применяемых синтетических полимеров, вызывает большой интерес для его модификации углеродными нанонаполнителями и расширения возможных областей применения.

Основной задачей диссертационной работы М.М. Гасымова являлось систематическое сравнительное изучение влияния метода получения и природы углеродных наполнителей на структуру и свойства образующихся полимерных композиционных материалов на основе ПЛА и ПЭНП. Отличительная особенность проведенных исследований заключалась в том, что для получения композиций на основе ПЛА помимо обычно применяемого жидкофазного метода использовался экологически чистый способ смешения компонентов в расплаве под действием высокоинтенсивных сдвиговых деформаций.

С поставленной в работе целью и задачами автор успешно справляется. **Впервые** было проведено систематическое сравнительное комплексное изучение влияния способа получения и природы наноуглеродных наполнителей на совокупность механических, термических и электрических параметров, а также структуру образующихся композиционных материалов на основе этих полимеров. Убедительно показано, что композиции на основе ПЛА, полученные смешением в расплаве под действием сдвиговых деформаций в смесителе Брабендера, обладают повышенными значениями прочностных характеристик и электрической проводимости, а также пониженной кристалличностью, что связано с более равномерным распределением и отсутствием агрегации наночастиц наполнителей по сравнению с композициями, образующимися в процессе жидкофазного

синтеза. Эти результаты позволяют целенаправленно получать композиционные материалы, обладающие требуемым комплексом свойств.

При изучении влияния УФ-излучения на наполненные композиции ПЛА-НПП продемонстрировано стабилизирующее действие этих нанонаполнителей на устойчивость материалов к воздействию УФ-облучению, что является дополнительным подтверждением перспективности разработки таких материалов.

Результаты механических, электрических и термических испытаний полимерных композиций на основе ПЛА, в зависимости от способа получения создает основу для целенаправленной разработки композиций с требуемыми свойствами. Убедительно показано, что выбор способа смешения играет важную роль в характеристиках получаемых композиций.

В то же время сравнительное изучение структуры, а также механических, электрических и реологических свойств композиций на основе ПЭНП, содержащих в качестве наполнителей НПП и ВОГ, полученных смешением в роторном диспергаторе под действием сдвиговых деформаций, позволило оценить влияние природы наполнителей на свойства и структуру получаемых материалов.

Продемонстрировано также влияние нанонаполнителей на комплекс свойств композиций на основе ПЭНП, полученных в диспергаторе в твердой фазе методом высокотемпературных сдвиговых деформаций.

Таким образом, **практическая ценность** полученных результатов заключается в том, что они позволяют целенаправленно регулировать свойства получаемых композиций в зависимости от способа их получения и природы используемых нанонаполнителей а полученные результаты, безусловно, обуславливают **теоретическую и практическую значимость** проведенных исследований.

**Обоснованность и достоверность** полученных данных и выводов на их основе подтверждается хорошей воспроизводимостью результатов, а также их согласованностью при использовании независимых методов исследования.

Важно также отметить, что результаты работы опубликованы в 8 престижных научных журналах и апробированы на 18 отечественных и зарубежных конференциях.

В качестве замечаний, носящих скорее рекомендательный характер, следует отметить следующие:

- отсутствие экспериментов по изучению воздействия УФ-излучения на композиции ПЛА-ВОГ, что позволило бы провести сравнительную оценку влияния различных нанонаполнителей на их устойчивость к УФ-облучению;
- следовало бы более подробно обосновать причину смешения полилактида и ПЭНП с нанонаполнителями на различном оборудовании;
- смущает слишком большое число выводов в работе (14), которые было бы не плохо сгруппировать и свести, например, к числу поставленных задач (6);
- хотелось бы услышать ответ на вопрос: «Чем обусловлена разнонаправленность механических показателей композитов при увеличении содержания наполнителя в полимерной матрице (рост модуля упругости и снижение прочности) на рис. 3 и 4?

Однако сделанные замечания ни в коей мере не снижают ценности данной работы, выполненной на высоком научном уровне.

Из текста автореферата можно сделать вывод, что диссертация «Получение и исследование свойств полимерных композиций на основе полилактида и полиэтилена низкой плотности, содержащих углеродные нанонаполнители: восстановленный оксид графена и нанопластины графита» М.М. Гасымова является научно-квалификационной работой и представляет собой законченное научное исследование по получению различными способами композиций на основе полилактида и ПЭНП с углеродными нанонаполнителями и комплексному изучению их свойств. Решение этой задачи имеет важное значение для развития химической области знаний, представленной в паспорте специальности 1.4.7. -Высокомолекулярные соединения.

По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация полностью соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (с изменениями и дополнениями), к диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, а ее автор – Гасымов Мирага Михраим Оглы безусловно заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. – Высокомолекулярные соединения.

Зав. кафедрой физической химии  
ФГБОУ ВО "Тверской государственный университет",  
доктор химических наук по специальности  
02.00.06. Высокомолекулярные соединения,  
профессор,  
Заслуженный работник высшей школы РФ  
E-mail: [pavel.pakhomov@mail.ru](mailto:pavel.pakhomov@mail.ru)  
Моб. тел. 8-910-537-67-18

*Пахомов*

Пахомов Павел Михайлович

ФГБОУ ВО "Тверской государственный университет", 170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33  
Тел. +7 (4822) 34-24-52  
<http://university.tversu.ru/>, e-mail: [rector@tversu.ru](mailto:rector@tversu.ru)

19 октября 2025 г.

Подпись заведующего кафедрой, д-ра хим. наук, проф. Пахомова П.М. заверяю:

*И. О. Ученого секретаря*



*И. О. Ученого секретаря*