



Профессор, д.х.н.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФИЦ ХФ РАН

Надточенко В. А.

2022 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Исследование композиционных материалов на основе термопластичных полимеров и кератина» выполнена в лаборатории физических и химических процессов в полимерных системах (№ 1632) отдела полимеров и композиционных материалов.

В период подготовки диссертации соискатель Смыковская Регина Сергеевна обучалась в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, с 2015 г. по настоящее время работает в лаборатории физических и химических процессов в полимерных системах: до 1 октября 2019 г. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии – инженером-исследователем, а с 1 октября 2019 г. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника.

В 2015 г. окончила факультет инженерной химии (ФИХ) Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева по специальности «химическая технология».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2022 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Федеральным исследовательским центром химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Прут Эдуард Вениаминович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова

Российской академии наук, лаборатория физических и химических процессов в полимерных системах, главный научный сотрудник.

**По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

Диссертационная работа Смыковской Р.С. соответствует специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения в области «целенаправленное регулирование их строения и модификация функций химическими и физическими методами».

Цель диссертационной работы: разработка научно-обоснованных принципов создания биокomпозиционных материалов на основе кератина и термопластичных полимеров с улучшенным комплексом деформационных и реологических свойств, исследование способности полученных материалов к биоразложению.

Актуальность работы обусловлена тем, что в последнее десятилетие одним из активно разрабатываемых направлений создания новых материалов является получение полимерных композиций с биоразлагаемыми наполнителями, способными в определенной степени инициировать распад матрицы композита.

Эффективное использование промышленных отходов различного происхождения представляет собой важную экономическую и экологическую проблему. В связи с ухудшением экологической обстановки при создании композиционных материалов актуальной становится проблема использования сырья природного происхождения (шелк, шерсть, кератин) для создания биоразлагаемых композитов. Куриные перья, миллионы тонн которых выбрасываются ежегодно как биологические отходы, представляют собой новый, на сегодняшний день, малоизученный источник недорогого сырья. Несмотря на обширный практический материал, технологические решения по переработке отходов птицеперерабатывающей промышленности, содержащих ценное кератинсодержащее сырье, не имеют достаточной научной базы.

Данная работа направлена на разработку принципов создания композиционных материалов на основе термопластичных полимеров и кератина. Научно обоснованный подход к выбору состава композиций и выяснению закономерностей изменения макроскопических свойств материала в зависимости от его структуры позволит получить полимерные композиты с заранее заданными свойствами. Рабочие характеристики материалов должны оцениваться с точки зрения механической стабильности и биоразлагаемости в условиях их использования.

Научная новизна работы:

Установлено, что смешение кератина с полимерами различной структуры может привести к принципиальному изменению морфологии и физико-химических свойств биокomпозитов.



Показана зависимость деформационных и реологических свойств биокompозитов от состава и дисперсности наполнителя.

Найдено, что характер изменения количества кератина, прочно удерживаемого полимером в процессе его экспонирования в почве, определяется химической природой полимеров.

Определена зависимость процессов старения биокompозитов от их состава – полимерной матрицы, содержания кератина и его дисперсности, а также метода получения композиционных материалов.

Практическая значимость:

Полученные в работе результаты могут быть использованы как при оптимизации существующих, так и при создании новых технологий получения материалов на основе термопластичных полимеров и кератина.

Предложены пути управления составом и природой компонентов при экспонировании биокompозитов в почве и оценкой грибостойкости по степени развития плесневых грибов.

Полученные данные могут быть практически использованы при разработке материалов для сельскохозяйственных нужд (в качестве укрывных пленок и биоразлагаемых контейнеров) с учетом их характеристик.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии Смыковской Р.С. во всех этапах работы от постановки задачи, планирования и выполнения экспериментов до обсуждения и анализа экспериментальных данных, а также написания научных работ.

Работа Смыковской Р.С. выполнена на высоком научном уровне с использованием современных приборов и методов. Основные положения и выводы диссертационной работы научно обоснованы, логично изложены и базируются на достоверных экспериментальных данных.

Актуальность данной работы подтверждается финансовой поддержкой в рамках научного проекта РФФИ № 19-33-90240 и в рамках государственного задания № 0082-2019-0008 (гос. регистрация № АААА-А17-117040610309-0).

Основные результаты работы были представлены на XVI – XXIII ежегодных научных конференциях отдела полимеров и композиционных материалов ФИЦ ХФ РАН (г. Москва, Россия 2015-2022 гг.), VI, VII, VIII Всероссийской научной молодежной школе-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции» (г. Москва, Россия 2018, 2019, 2020 г.), V Международной конференции «Современные проблемы химической физики» (г. Ереван, Армения, 2018 г.), 29, 30 Симпозиуме по реологии (г. Тверь, Россия, 2018, 2021 г.), 14<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup> International Saint Petersburg Conference of Young

Scientists (г. Санкт-Петербург, Россия, 2018, 2019 г.), Четвертом и пятом междисциплинарном научном форуме с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии» (г. Москва, 2018, 2019 г.), XXXI Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. М. Жуковского (г. Екатеринбург, Россия, 2021 г.), Международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2021» (г. Москва, Россия 2021 г.).

По результатам диссертации опубликованы 6 статей в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК, 22 тезиса докладов:

**Статьи:**

1. Prut E. V., **Smykovskaya R. S.**, Kuznetsova O. P., Berlin A. A., Deryabina Y. I., Volik V. G. New polymer composites based on keratin and polyethylene // Doklady Physical Chemistry. – 2017 – V.473. – No. 1. – P. 52– 53. DOI 10.1134/S0012501617030058.
2. Прут Э. В., **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П., Соломатин Д. В., Дерябина Ю. И., Исакова Е. П. Биоразлагаемые композиты на основе полиэтилена и кератина // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2017 г. – № 2. – С. 39 – 44.
3. **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П., Прут Э. В. Реологическое поведение дисперсно-наполненных композитов на основе полиэтилена и кератина. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2018 г. – № 3. – С. 89 – 102. DOI 10.26456/vtchem10.
4. **Smykovskaya R. S.**, Kuznetsova O. P., Prut E. V., Volik V. G. Sctructure and properties of biocomposities based on keratin and thermoplastic polymers. // Russian journal of physical chemistry B. – 2020 – V.14. – No. 3. – P. 510 – 515. DOI 10.1134/S1990793120030100.
5. **Smykovskaya R. S.**, Kuznetsova O. P., Medintseva T. I., Kireynov A. V., Volik V. G, Prut E. V., and Berlin A. A. Preparation and Study of the Properties of Biodegradable Keratin-Containing Compositions // Polymer Science, Series D. – 2022. – V. 15 – No. 3 – P. 409 – 415. DOI 10.1134/S1995421222030273.
6. **Smykovskaya R. S.**, Kuznetsova O. P., Medintseva T. I., Volik V. G., Prut E. V., and Berlin A. A. Mechanical and Rheological Properties of Biocomposites Based on Polyethylene and Keratin. // Russian journal of physical chemistry B. – 2022. – V.16. – No 2. – P. 346 – 352. DOI 10.1134/S1990793122010298.

**Тезисы докладов:**

1. Прут Э. В., **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П. Биокompозиты полиэтилен-кератин. / Тезисы докладов. V Международная конференция «Современные проблемы химической физики». – Ереван, 25–29 сентября 2018 г. – С. 197–198.



2. **Smykovskaya R. S.**, Kuznetsova O. P., Prut E. V. Rheological properties of composites based on thermoplastic polymers and keratin. / Program and abstract book modern problems of polymer science, 14th International Saint Petersburg Conference of Young Scientists – Institute of Macromolecular Compounds of the Russian Academy of Sciences Saint Petersburg, 12–14 November 2018 г., – P.106.
3. **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П., Прут Э. В. Механические свойства биокomпозитов на основе термопластичных полимеров и кератина. / Сборник материалов, четвертый междисциплинарный научный форум с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии». – Москва, 2–30 ноября 2018 г. – том I, С. 180–183.
4. **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П., Прут Э. В. Старение композиционных материалов на основе термопластичных полимеров и кератина. / Сборник материалов пятого междисциплинарного научного форума с международным участием. Новые материалы и перспективные технологии. – Москва, 30 октября – 01 ноября 2019 г. – С. 554–556.
5. **Smykovskaya R. S.**, Kuznetsova O. P., Prut E. V. Degradation of composites based on sevilen and keratin. / 15-th International Saint Petersburg Conference of Young Scientists – Institute of Macromolecular Compounds of the Russian Academy of Sciences Saint Petersburg, 28–31 October 2019 г., – P. 179.
6. **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П., Прут Э. В. Старение биополимеров на основе полиэтилена и полилактида, содержащих кератин. / Тезисы докладов XXXI Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. М. Жуковского. – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; Уральское отделение Российской академии наук, 20–23 марта 2021 г., – С. 52.
7. **Смыковская Р. С.**, Кузнецова О. П., Прут Э. В. Реологические свойства композиционных материалов на основе полиэтилена и кератина, полученных на разных типахоборудования. / Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2021». – МГУ, Москва, 12-23 апреля 2021 г., – [https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2021/data/section\\_39\\_21988.htm](https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2021/data/section_39_21988.htm)

Диссертация «Исследование композиционных материалов на основе термопластичных полимеров и кератина» Смыковской Регины Сергеевны 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 17 членов ученого совета из 20. Решение принято единогласно, протокол от 21.06.2022 г.

Секретарь секции №7  
ученого совета ФИЦ ХФ РАН  
к.х.н., доц.



Кузнецова О.П.