

Утверждаю
И.о. директора ФИЦ ХФ РАН
Чертович А.В.
«27» июня 2023 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра химической физики им. Н. Н.
Семенова Российской академии наук

Диссертация «Реакторные полимерные композиции сверхвысокомолекулярного полиэтилена с низкомолекулярным полиэтиленом высокой плотности: синтез на металлоценовых и пост-металлоценовых катализаторах, морфология, свойства» выполнена в лаборатории каталитической полимеризации на твердых поверхностях.

В период подготовки диссертации соискатель, Гостев Сергей Сергеевич, работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника (с 2019 по 2023 гг.).

В 2017 году окончил факультет биосинтеза Московского государственного университета тонких химических технологий им. М. В. Ломоносова по специальности «Химическая технология»; в 2019 г. окончил факультет молекулярной и химической физики Московского физико-технического института по специальности «Прикладные математика и физика».

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 Ушакова Татьяна Михайловна, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук, лаборатория каталитической полимеризации на твердых поверхностях, ведущий научный сотрудник.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Цель диссертационной работы: создание полимер-полимерных композиций сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) с низкомолекулярным полиэтиленом (НМПЭ) различной молекулярной массы в двухстадийных и одностадийных процессах полимеризации этилена на металлоценовом и пост-металлоценовом катализаторах, установление связи морфологии и комплекса свойств композиций СВМПЭ/НМПЭ с молекулярной массой, физико-механическими свойствами и содержанием фракции НМПЭ для направленного регулирования эксплуатационных и технологических характеристик материала.

Диссертационная работа Гостева С.С. соответствует специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения по пункту 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.

Актуальность работы обусловлена как общим академическим интересом, так и практическим интересом, связанным с созданием новых материалов полимерных-полимерных композиций на основе СВМПЭ с улучшенными эксплуатационными и технологическими свойствами. Наиболее актуальным является применение для получения композиций СВМПЭ «реакторных» методов, позволяющих вводить в матрицу СВМПЭ полиолефиновые фракции с заданными структурой и свойствами непосредственно в процессе двухстадийной или одностадийной

полимеризации этилена на металлоорганических катализаторах, включая тандем катализаторы. Важной и актуальной задачей является установление связи между структурой, физико-механическими свойствами модифицирующей фракции и комплексом свойств реакторных полимерных композиций для направленного регулирования эксплуатационных и технологических характеристик материала.

Личный вклад автора заключается в получении полимерных композиций на основе СВМПЭ с применением «реакторных» методов в двухстадийных последовательных процессах полимеризации этилена, а также в одностадийных процессах с применением двух катализаторов разных типов. Определены структура, молекулярно-массовые и физико-механические характеристики полученных полиэтиленов для выбора условий отдельных стадий двухстадийных процессов и компонентов бинарных каталитических комплексов, применение которых позволяет получать реакторные композиции СВМПЭ и НМПЭ с контролируемыми свойствами и различным содержанием компонентов. Исследованы морфология полученных полимер-полимерных композиций, а также комплекс деформационно-прочностных, динамических механических свойств и показатели текучести расплава материалов.

Автор принимал активное участие в постановке задач исследования и планировании экспериментов. Им проведено изучение особенностей кинетики полимеризации этилена в двухстадийном и одностадийном процессах получения РПК, осуществлена подготовка образцов для исследований структуры и морфологии полимерных продуктов методами ГПХ, ИК, РСА, СЭМ и для изучения деформационно-прочностных характеристик материалов. Автор внес значительный вклад в обработку и интерпретацию результатов, а также в подготовку и написание публикаций.

Достоверность изложенных в работе результатов обеспечивается использованием широко апробированных методов исследования структуры и

свойств синтезированных материалов. Результаты находятся в соответствии с данными, полученными другими авторами.

Научная новизна определяется комплексом впервые выполненных исследований. Впервые для получения новых полимер-полимерных композиций на основе СВМПЭ и низкомолекулярного полиэтилена с заданной молекулярной массой и физико-механическими свойствами использованы «реакторные» методы, двухстадийная и одностадийная полимеризации этилена на металлоценовом и пост-металлоценовом катализаторах.

Впервые в результате комплексного исследования установлена связь между морфологией, деформационно-прочностными, динамическими механическими и реологическими свойствами реакторных полимерных композиций на основе СВМПЭ и характеристиками фракции низкомолекулярного полиэтилена (содержанием, молекулярной массой, физико-механическими свойствами).

Практическая значимость диссертационной работы обусловлена полученными результатами: разработанные реакторные композиции на основе СВМПЭ и НМПЭ с улучшенными относительно СВМПЭ эксплуатационными и технологическими свойствами обладают прочностью, не уступающей прочности немодифицированного СВМПЭ, и превосходят его по величине механического и динамического механического модулей упругости, относительного удлинения при разрыве, характеризуются показателями текучести расплава, позволяющими перерабатывать материал не только спеканием и прессованием, но и более высокопроизводительными методами. Высокие деформационно-прочностные свойства полученных РПК и возможность переработки в изделия по технологиям, обычно применяемым для термопластов, позволит намного расширить области применения СВМПЭ в машиностроении, химической промышленности, гальванотехнике, электронике и других отраслях промышленности в качестве устройств и деталей.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на российских конференциях. Работа отмечена стипендией имени академика Н.С. Ениколопова. Содержание диссертации полностью отражено в 5 статьях:

1. T.M. Ushakova, E.E. Starchak, S.S. Gostev, V.G. Grinev, V.G. Krasheninnikov, A.Ya. Gorenberg, L.A. Novokshonova / All-polyethylene compositions based on ultrahigh molecular weight polyethylene: Synthesis and properties // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2020. – V. 137. – № 38. – P. 49121–49129.

2. Т.М. Ушакова, Е.Е. Старчак, С.С. Гостев, В.Г. Гринев, В.Г. Крашенинников, А.Я. Горенберг, Л.А. Новокшонова / Полимер-полимерные композиции на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и полиэтилена высокой плотности: синтез, морфология, свойства // *Химическая физика*. – 2020. – Т. 39. – № 5. – С. 66–71.

3. T.M. Ushakova, E.E. Starchak, S.S. Gostev, V.G. Grinev, V.G. Krasheninnikov, A.Y. Gorenberg, L.A. Novokshenova / Polymer–polymer blends of ultrahigh-molecular-weight polyethylene and low-molecular-weight high-density polyethylene: synthesis, morphology, and properties // *Russian Journal of Physical Chemistry B*. – 2020. – V. 14. – № 3. – P. 504–509.

4. T. Ushakova, E. Starchak, V. Krasheninnikov, M. Shcherbina, S. Gostev, L. Novokshonova / In-reactor blends based on ultrahigh molecular weight polyethylene: Effect of microstructure of modifying fraction on the morphology and viscoelastic behavior of blends // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2022. – V. 139. – P. 52000–52011.

5. T. Ushakova, S. Gostev, E. Starchak, V. Krasheninnikov, V. Grynev, O. Kudinova, L. Novokshonova / All-polyethylene compositions of ultrahigh molecular weight polyethylene (UHMWPE) synthesized in one-step ethylene polymerization with combinations of zirconocene and iron-based catalysts // *Iranian Polymer Journal*. – 2023. – V. 32. – P. 523–531.

Диссертация «Реакторные полимерные композиции сверхвысокомолекулярного полиэтилена с низкомолекулярным полиэтиленом высокой плотности: синтез на металлоценовых и пост-металлоценовых катализаторах, морфология, свойства» Гостева Сергея Сергеевича 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 из 20 членов ученого совета. Результаты голосования: «за» – 15 человек, «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 2 от 27.02.2023 года.

Ученый секретарь Отдела полимеров и
композиционных материалов,
к.х.н. Кузнецова Ольга Павловна

