

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального
директора по НИР
АО «НИИ полимеров»,
к.х.н., Корниенко П.В.



20 25 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров» по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов выполнена в отделе радикальной полимеризации акционерного общества «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом».

В процессе подготовки диссертации Сафонов Антон Николаевич, «21» июля 1996 года рождения, с 1 октября 2020 по 30 сентября 2024 г. являлся аспирантом кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». С 12.02.2025 г. является соискателем на кафедре химической технологии пластических масс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева». В акционерном обществе «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом» работает с 9 июля 2018 года, где в настоящее время является младшим научным сотрудником группы конструкционных материалов отдела радикальной полимеризации.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов по дисциплинам История и философия науки и Иностранный язык выдана федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» в 2025 году. Справка о сдаче экзамена по специальной дисциплине 2.6.11 Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов выдана федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2025 году.

Научный руководитель – доктор химических наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения, доцент, заместитель генерального директора по научным исследованиям и разработкам общества с ограниченной ответственностью «Компания Хома» Ширшин Константин Викторович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что изготовление композитных деталей конструкционного назначения с использованием пенопласта в качестве легкого заполнителя часто проводится при повышенных температурах, что накладывает определенные ограничения на выбор материалов. Несмотря на многочисленность доведенных до промышленного воплощения технологий производства таких продуктов, имеются большие резервы для развития новых и модификации существующих подходов к созданию вспененных материалов, обладающих высокими температурно-деформационными свойствами. Поэтому исследование закономерностей синтеза термостойких газонаполненных конструкционных материалов на основе поливинилхлорида и сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты и создание на этой базе современных технологий их получения являются актуальными задачами.

Научная новизна заключается в следующем:

- впервые показано влияние природы и концентрации изоцианатов на формирование химической структуры газонаполненных материалов на основе ПВХ, их основные физико-механические и температурно-деформационные характеристики;
- методом ИК-спектроскопии доказано образование в полимерной матрице ПВХ фрагментов уретониминных и имидов;
- определено влияние вспенивающего агента (АИБН) в исследованных системах на физико-механические свойства пенопласта;
- получены и охарактеризованы П(М)И газонаполненные материалы на основе порошкообразных сополимеров АН-МАК. Установлена связь способа получения пенопластов с их морфологией и физико-механическими свойствами;
- впервые показано влияние условий термической обработки сополимеров АН-МАК на процесс пенообразования и формирование структуры получаемых П(М)И пенопластов.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке рецептуры и условий получения ПВХ пенопластов, обладающих повышенными температурно-деформационными свойствами. Определении оптимальных условий процесса термической обработки порошкообразных сополимеров АН-МАК, позволяющих получать П(М)И пенопласты на их

основе в диапазоне плотностей от 60 до 170 кг/м³. Предложенная технология с использованием порошкообразных (мет)акриловых сополимеров позволяет получать вспененные детали сложной формы без использования последующих процессов механической обработки и склейки. На основе экспериментальных данных, полученных в процессе изучения вспенивания блочных (мет)акриловых сополимеров, предложена методика определения кратности вспенивания (Квсп) для материалов такого типа. Полученные в работе закономерности в дальнейшем будут использованы при разработке термически стабильных пенопластов конструкционного назначения.

Внедрение результатов работ:

1. Нарботаны опытные партии поли(мет)акрилимидных газонаполненных материалов на основе порошкообразных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты и переданы в АО «Кронштадт» для их испытаний в качестве материала заполнителя в трехслойных конструкциях авиационной техники.

2. Проведены успешные испытания и подтверждены перспективы применения полученных материалов в качестве материала заполнителя в технологии получения многослойных элементов для специальных летательных аппаратов.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях, из них 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Chemical Abstracts и Scopus. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на: International conference «Materials science of the future: research, development, scientific training» (г. Нижний Новгород, 2020 г.); XVII и XVIII Международных научно-практических конференциях «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения» (п. Эльбрус, 2021 и 2022 гг.); Международной научно-технической молодежной конференции «Перспективные материалы конструкционного и функционального назначения» (г. Томск, 2022 г.); XXVI Всероссийской конференции молодых учёных-химиков (с международным участием) (г. Нижний Новгород, 2023 г.); XXXIII Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В. Ф. Барковского (г. Екатеринбург, 2023 г.); Региональной молодежной научно-технической конференции «Научные перспективы-2023» (г. Дзержинск, 2023 г.); XXII и XXIII Международных научно-технических конференциях «Конструкции и технологии получения изделий из неметаллических материалов» (г. Обнинск, 2023 и 2024 гг.); Девятой Всероссийской Каргинской Конференции (г. Москва, 2024 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Сафонов А.Н. Имидсодержащие пенопласты на основе поливинилхлорида и реакционноспособных изоцианатов / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко, К.В. Ширшин, С.Д. Зайцев // Пластические массы. – 2023. – №. 3-4. – С. 16-19. (**Chemical Abstracts**)

2. Safonov A.N. Preparation of a Structural Polyimide Foam Plastic Based on a Bulk Copolymer of Acrylonitrile and Methacrylic Acid / **A.N. Safonov**, P.V. Kornienko, K.V. Shirshin // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2023. – Vol. 96, No. 4. – P. 468-473. – DOI 10.1134/s1070427223040109. (**Scopus**)

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. Сафонов А.Н. Особенности получения жестких сшитых пенопластов на основе поливинилхлорида / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко, А.Е. Смирнов, Е.А. Тарлаковская // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 75. – №. 8. – С. 41-47. (**БАК**).

Публикации в сборниках материалов научных конференций:

1. Сафонов А.Н. Конструкционные пенопласты на основе виниловых (со)полимеров / К.В. Ширшин, П.В. Корниенко, А.В. Живодеров, **А.Н. Сафонов** // XXII Международная научно-техническая конференция «Конструкции и технологии получения изделий из неметаллических материалов». Тезисы докладов. / Под общей редакцией члена Российской инженерной академии, лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники А.Н. Силкина. – Обнинск: АО «ОНИИП «Технология» им. А.Г. Ромашина» ГНЦ РФ, 2023. – С. 77-78.

2. Safonov A.N. Preparation of new rigid cross-linked PVC foams / **A.N. Safonov**, P.V. Kornienko, S.D. Zaytsev, K.V. Shirshin // International conference «Materials science of the future: research, development, scientific training (MSF'2020) (17 – 18 November, 2020, Nizhny Novgorod, Lobachevsky University): Abstracts. – Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod University Press, 2020. – 119 pp. – P. 58.

3. Сафонов А.Н. Конструкционные полимер-полимерные пенопласты на основе поливинилхлорида / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко, К.В. Ширшин, С.Д. Зайцев // Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения: Материалы XVII Международной научно-практической конференции, п. Эльбрус, 01-10 июля 2021 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2021. – С. 201.

4. Сафонов А.Н. Особенности вспенивания полиимидных пенопластов на основе (мет)акриловых мономеров / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко Э.Х. Фаттахова // Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. – Нальчик: Издательство «Принт Центр», 2022. – С. 317.

5. Сафонов А.Н. Температурно-деформационные характеристики конструкционных полиимидных пенопластов на основе (мет)акриловых сополимеров / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко // Перспективные материалы конструкционного и функционального назначения : сборник научных трудов Международной научно-технической молодежной конференции / Под редакцией С.П. Буяковой. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. – С. 262-263.

6. Сафонов А.Н. Влияние температуры на формирование полимерной ячеистой структуры в поли(мет)акрилимидных пенопластах / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко // XXVI Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием) : тезисы докладов. – Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2023. – С. 226.

7. Сафонов А.Н. Влияние природы реакционноспособных изоцианатов на свойства конструкционных пенопластов / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тезисы докладов XXXIII Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В. Ф. Барковского / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023. – С. 73.

8. Сафонов А.Н. Изучение конструкционных поли(мет)акрилимидных пенопластов / **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко // Научные перспективы-2023: материалы Региональной молодежной научно-технической конференции, Дзержинск, 20 – 21 апреля 2023 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2023. – С. 128.

9. Сафонов А.Н. Новые конструкционные термоформуемые поли(мет)акрилимидные пенопласты / **А.Н. Сафонов**, И.А. Шалагинова, П.В. Корниенко // Полимеры – 2024: Сборник тезисов Девятой Всероссийской Каргинской Конференции – Москва: ООО «Месол», 2024. – С. 544.

10. Сафонов А.Н. Конструкционные полиглутаримидные пенопласты на основе (со)полимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты / **А.Н. Сафонов**, И.А. Шалагинова, П.В. Корниенко // XXIII Международная научно-техническая конференция «Конструкции и технологии получения изделий из неметаллических материалов». Тезисы докладов. – Обнинск: ГНЦ РФ «Технология» им. А.Г. Ромашина, 2024. – С. 275.

Патенты:

1. Патент № 2813748 Российская федерация, МПК C08J 9/00, C08F 2/44, C08F 220/44. Способ получения термостойкого конструкционного полиимидного пенопласта на основе (мет)акриловых мономеров: № 2023108656 : заявл. 05.04.2023 : опубл. 16.02.2024 / Н.Ю. Ладилова, **А.Н. Сафонов**, П.В. Корниенко, К.В. Ширшин ; заявитель Акционерное общество

«Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом».

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в части:

п. 1. Физико-химические основы технологии синтетических и природных полимеров, разработка рецептуры; процессы синтеза (в том числе нетрадиционные) в эмульсии, суспензии, процессы в расплаве и твердой фазе, очистка готового продукта и его характеристика;

п. 2. Полимерные материалы и изделия: пластмассы, волокна, каучуки, резины, пленки, покрытия, нетканые материалы, натуральные, искусственные и синтетические кожи, клеи, компаунды, композиты, бумага, картон, целлюлозные и прочие композиционные материалы, включая наноматериалы; свойства синтетических и природных полимеров, фазовые взаимодействия; исследования в направлении прогнозирования состав-свойства, технологии изготовления изделий и процессы, протекающие при этом; последующая обработка с целью придания специальных свойств; процессы и технологии модификации; вулканизация каучуков; сшивание пластмасс; фазовое разделение растворов; отверждение олигомеров;

п. 6. Полимерное материаловедение; методы прогнозирования и прототипирования; разработка принципов и условий направленного и контролируемого регулирования состава и структуры синтетических и природных полимерных материалов для обеспечения заданных технологических и эксплуатационных свойств; разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры; испытание и определение физико-механических и эксплуатационных характеристик синтетических и природных полимерных материалов и изделий; теоретические и прикладные проблемы стандартизации новых синтетических и природных полимерных материалов и технологических процессов их производства, обработки и переработки.

Автореферат отражает основное содержание работы.

Диссертация Сафонова Антона Николаевича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Сафонову Антону Николаевичу; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям

Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Диссертация рассмотрена на заседании научно-технического совета акционерного общества «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом», состоявшемся «13» марта 2025 года, протокол № 1. В обсуждении приняли участие: генеральный директор, д.т.н., профессор, Луконин В.П.; заместитель генерального директора по НИР, к.х.н., Корниенко П.В.; начальник НТО, к.х.н., Козлова И.И.; к.х.н., Аронович Д.А.

Принимало участие в голосовании 17 человек, Результаты голосования: «За» - 17 человек, «Против» - нет, воздержались - нет, протокол № 1 от «13» марта 2025 г.

Председатель заседания
генеральный директор,
д.т.н., профессор



В.П. Луконин

Секретарь заседания
начальник НТО, к.х.н.



И.И. Козлова

