

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.05 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 5/25
решение диссертационного совета
от 26 июня 2025 года № 13

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Сафонову Антону Николаевичу представившему диссертационную работу на тему «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров» по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Диссертация принята к защите «22» мая 2025 года, протокол № 8, диссертационным советом РХТУ 2.6.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева).

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 15 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от «25» мая 2022 года № 185А с изменениями, внесенными приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от «05» июля 2024 года № 155А. и продлен приказом проректора по науке и инновациям № 251А от «27» сентября 2024 г.

Соискатель Сафонов Антон Николаевич, «21» июля 1996 года рождения, окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» в 2020 году, диплом серия номер 105205 0057453 с присвоением квалификации магистра по специальности «18.04.01 Химическая технология». С 2020 по 2024 год являлся аспирантом кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им Н.И. Лобачевского».

Соискатель работает младшим научным сотрудником отдела радикальной полимеризации акционерного общества «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом».

Диссертация выполнена в отделе радикальной полимеризации акционерного общества «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В.А. Каргина с опытным заводом».

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

Официальные оппоненты:

профессор, доктор технических наук, Симонов-Емельянов Игорь Дмитриевич, исполняющий обязанности заведующего кафедрой химии и технологии переработки пластмасс и полимерных композитов Института тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет»;

доцент, доктор технических наук, Косенко Екатерина Александровна, доцент кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожно-строительных машин» федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

Ведущая организация - акционерное общество «Институт пластмасс имени Г.С. Петрова» (АО «Институт пластмасс»).

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 3 научных работах (объем 17 с.), опубликованных соискателем в рецензируемых изданиях. Получен один патент РФ на изобретение. В публикациях по теме диссертационной работы представлены результаты синтеза и исследования комплекса свойств полученных имидсодержащих пенопластов. Личный вклад автора в работы, опубликованные в соавторстве, составляет более 60 % и заключается в анализе литературных данных, постановке цели и задач исследований, разработке теоретических положений диссертации, методик проведения экспериментов и технологических решений, непосредственном участии в написании статей.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации:

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 (ВАК, Chemical abstracts).

2. 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 (ВАК).

3. Сафонов А.Н. Получение конструкционного полиимидного пенопласта на основе блочного сополимера акрилонитрила и метакриловой кислоты / А.Н. Сафонов, П.В. Корниенко, К.В. Ширшин // Журнал прикладной химии. – 2023. – Т. 96. – № 4. – С. 397-402 (ВАК, Scopus).

Результаты диссертационной работы также апробированы на конференциях всероссийского и международного уровня, опубликовано 10 материалов докладов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Отзыв официального оппонента**, профессора, доктора технических наук (05.17.66 – Технология и переработка пластмасс и стеклопластиков), исполняющего обязанности заведующего кафедрой химии и технологии переработки пластмасс и полимерных композитов Института тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет» **Симонова-Емельянова Игоря Дмитриевича**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. На рисунке 3.2 приведены ИК-спектры пенопластов на основе изоцианатов ароматической и циклоалифатической природы, однако автор ограничивается рассмотрением только полос поглощения в области $2000-1150\text{ см}^{-1}$, что не позволяет судить о расходе функциональных групп --N=C=O групп в процессе получения пенопластов.

2. В таблице 3.5 приведены данные по плотности получаемых поли(мет)акрилимидных пенопластов. Однако неясно, как влияет размер исходных частиц на их плотность и пористость. Вопросы спекания вспененных частиц под давлением практически не рассмотрены.

3. Данные по кинетике вспенивания полимеров в полной мере не связаны с кратностью вспенивания, скоростью и ее зависимостью от температуры и т.д.

4. Указано, что высокая прочность полимеров возникает благодаря образованию сшитых трехмерных сеток, содержащих фрагменты циклических имидов. К сожалению, данных о параметрах трехмерных структур в работе не приводятся.

5. Параметры пористой структуры пеноматериалов в полной мере не отражены – отсутствует кривая распределения пор по размерам, удельная поверхность пор и т.д.

В заключении указано, что представленная диссертационная работа «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров», полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, предусмотренных «Положение о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а ее автор, Сафонов Антон Николаевич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

2. Отзыв официального оппонента, доцента, доктора технических наук (2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов), доцента кафедры «Производство и ремонт автомобилей и дорожно-строительных машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» **Косенко Екатерины Александровны**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Непонятно, чем обоснован выбор концентрации, используемых в работе, вспенивающих агентов: для получения ПВХ-пенопластов – азобисизобутиронитрил (АИБН) – 8 масс. ч. (п. 3.1.1. и 3.1.3); П(М)И газонаполненных материалов на основе сополимеров АН-МАК – третбутиловый спирт (ТБС) и метилформамид (МФА) в количестве 4,4 и 7,1 масс.% соответственно (п. 3.2).

2. В п. 3.1.2. «Влияние концентрации вспенивающего агента на основные свойства пенопластов на основе ПВХ» определены значения концентрации вспенивающего агента (азобисизобутиронитрила (АИБН)), при которых обеспечивается стабильное насыщение полимерной матрицы газом и получение изотропной ячеистой структуры пенопласта, а также установлена зависимость изменения кажущейся плотности и 10%-ной относительной деформации при сжатии. Автор отмечает, что при снижении концентрации вспенивающего агента с 4 до 3 масс. ч. наблюдается резкое увеличение изучаемых физико-механических свойств, однако не дает этому явлению объяснение, что затрудняет понимание механизма формирования свойств исследуемых пенопластов на основе ПВХ.

Автор в данной части работы ограничился испытаниями только одного состава образцов ПВХ-пенопластов (из пяти исследуемых в диссертации, отличающихся природой изоцианатов (ароматический полиизоцианат (ПИЦ) и циклоалифатический изофорондиизоцианат (ИФДИЦ) и их содержанием), а именно, содержащих только ароматический изоцианат (ПИЦ) в количестве 90 масс. ч., что, вероятно, связано с более высокими физико-механическими и температурно-деформационными характеристиками данного состава (п. 3.1.3). Однако, исследование физико-механических свойств всех исследуемых составов образцов ПВХ-пенопластов и характера их изменения при вариации концентрации вспенивающего агента, позволило бы расширить область знания и практического применения ПВХ-пенопластов.

3. Отсутствует сравнение физико-механических характеристик полученных в работе ПВХ-пенопластов с промышленно выпускаемыми.

4. Считаю, что во введении диссертации в части степени разработанности не хватает информации об основных исследователях и разработчиках с указанием их имен и вклада в решение рассматриваемой в работе научно-технической проблемы.

При формулировании пунктов научной новизны желательно было бы не просто их перечислить, отвечая поставленным задачам, а указать в чем эта новизна заключается. На мой взгляд, в формулировке научной новизны также не хватает обобщающего положения, отвечающего цели работы. В свою очередь, цель работы также не содержит информации за счет чего будет обеспечиваться «получение имидсодержащих термостойких газонаполненных конструкционных материалов на основе ПВХ и сополимеров АН-МАК». В следствие этого при изучении введения такое изложение цели и научной новизны затрудняет

понимание теоретической и практической значимости диссертации, в части «...Предложенная технология с использованием порошкообразных (мет)акриловых сополимеров позволяет получать вспененные детали сложной формы без использования последующих процессов механической обработки и склейки...».

5. Недостатком работы считаю отсутствие статистического анализа результатов экспериментальных исследований, что не позволяет оценить их точность. Применение классических методов обработки результатов исследований (например, регрессионного анализа, метода наименьших квадратов) позволило бы улучшить интерпретацию данных и описать выявленные в работе закономерности.

В заключении указано, что диссертация Сафонова Антона Николаевича, выполненная на тему «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров», является завершенной, самостоятельной научно-квалификационной работой, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. №103 ОД.

Автор диссертации, Сафонов Антон Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

3. Отзыв ведущей организации - акционерного общества «Институт пластмасс имени Г.С. Петрова». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Были проведены практические испытания лишь исследуемых поли(мет)акрилимидных пенопластов, в то время как практическое применение поливинилхлоридных пенопластов осталось не рассмотренным.

2. Дискуссионным вопросом является смело выдвинутая гипотеза образования водородных связей между частицами поли(мет)акрилимидных пенопластов, обеспечивающая высокие значения аутогезионного взаимодействия. Автор верно утверждает о том, что исследуемая система не является «классической» и не подходит для изучения механизма прилипания. Ценным дополнением диссертационной работы могло бы стать более детальное исследование механизма аутогезионного взаимодействия в поли(мет)акрилимидах, включая модельные испытания на установление адгезионной прочности согласно известным методикам.

3. В работе для получения поли(мет)акрилимидных пенопластов автором использовалась фракция измельченных частиц блочных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты размером от 1 до 10 мм. При этом, из данных таблицы 3.5 следует, что варьированием размера частиц удалось получить пенопласты в диапазоне 60 до 170 кг/м³. В этом ключе имеет смысл изменение верхнего и нижнего пределов гранулированного состава частиц для расширения диапазона плотностей и более полного изучения физико-механических характеристик синтезируемых пенопластов.

4. В работе встречаются опечатки и неудачно составленные выражения.

Диссертация Сафонова А.Н. является завершенной научно-квалификационной работой представляет собой основу для дальнейших исследований, направленных на синтез имидсодержащих термостойких пенопластов и их практическое применение в высокотехнологичных отраслях. Представленные в работе результаты получены при проведении исследования на высоком теоретическом и экспериментальном уровне с использованием современных аналитических подходов, а их достоверность не вызывает сомнений.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в частях:

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.

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.

Автореферат полностью отражает основное содержание работы.

Основные результаты диссертационного исследования достаточно полно опубликованы в 3-х рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК и отражены в 10-ти докладах в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. По результатам работы получен 1 патент РФ в части состава и комплекса свойств блочных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты.

Диссертационная работа «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, предусмотренных Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД, а ее автор, Сафонов Антон Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв подготовлен Андреевой Татьяной Ивановной, доктором технических наук, первым заместителем генерального директора АО «Институт пластмасс», утвержден д.э.н., генеральным директором АО «Институт пластмасс» А.Б. Чиркиным

4. **Отзыв на автореферат** доктора химических наук, ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией фотополимеризации и полимерных материалов федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук **Чеснокова Сергея Артуровича**. Отзыв положительный. Без замечаний.

5. **Отзыв на автореферат** профессора, доктора химических наук, профессора кафедры производства летательных аппаратов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» **Амировой Лилии Миниахмедовны**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Почему для теоретического анализа корреляции прочности при сжатии и плотности не использовали модель Гибсона-Эшби?

2. Было бы полезно провести испытания полученных материалов на горючесть.

6. **Отзыв на автореферат** кандидата технических наук, коммерческого директора Общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Унипласт» **Рыбкина Алексея Эдуардовича**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Состав реакционной смеси для исследований газонаполненных материалов на основе поливинилхлорида, а также использование в автореферате термина «пластизоль» позволяет предположить, что в качестве пластификатора в композиции применялись изоцианаты (полиизоцианат и изофорондиизоцианат), однако прямое утверждение, что именно эти компоненты являются пластифицирующими агентами, в тексте отсутствует.

2. В автореферате хотелось бы видеть больше практической информации (например, каким образом увеличение содержания полиизоцианата в рецептуре отразится на стоимости конечного продукта и т.д.) в сравнении с существующими аналогами.

7. **Отзыв на автореферат** профессора, доктора химических наук, директора направления научно-технических исследований и разработок акционерного общества «Химтэк Инжиниринг» **Потехина Вячеслава Вячеславовича**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В качестве замечания по автореферату можно указать на отсутствие информации о характеристиках используемого в работе поливинилхлорида (метод получения смолы, значение константы Фикентчера).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью, которая подтверждена значительным количеством публикаций в области высокомолекулярных соединений и позволяет оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

получены новые имидсодержащие пенопласты на основе поливинилхлорида и реакционноспособных изоцианатов, а также пенопласты на основе порошкообразных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты;

охарактеризованы комплексом современных инструментальных, физико-механических и термических методов анализа строение и свойства новых имидсодержащих пенопластов;

установлено влияние природы изоцианатов на формирование химической структура поливинилхлоридных пенопластов;

выявлен процесс пенообразования порошкообразных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты;

показана морфология синтезированных поли(мет)акрилимидных пенопластов.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработаны рецептуры и условия получения имидсодержащих пенопластов на основе поливинилхлорида и реакционноспособных изоцианатов;

определены оптимальные условия процесса термической обработки порошкообразных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты для получения поли(мет)акрилимидных пенопластов плотностью от 60 до 170 кг/м³;

предложена методика определения кратности вспенивания для пенопластов на основе порошкообразных сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что описанные закономерности получения имидсодержащих газонаполненных полимеров, формирования их структуры и свойств рекомендованы к ознакомлению и использованию следующим организациям: ИХФ РАН, ИПХФ РАН, ИНХС РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН, РТУ МИРЭА, АО «Композит», АО «ЮМАТЕКС» и др.

Оценка достоверности результатов исследования **выявила**:

обоснованность и достоверность полученных результатов работы обеспечивается большим объемом экспериментальных данных, использованием современных методик эксперимента и обработки данных;

обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена их внутренней непротиворечивостью, а также воспроизводимостью результатов экспериментальных исследований;

использованы современные инструментальные, физико-механические и термические методы, такие как анализа ИК-спектроскопия, дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), термогравиметрический (ТГА) и термомеханический (ТМА) анализы.

Личный вклад автора был основополагающим на всех этапах выполнения работы, включая выбор темы исследования, постановку цели и задач, выполнение экспериментальных исследований, написание публикаций и текста диссертации, формулирование выводов.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Сафонова Антона Николаевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на разработку научно-технических основ получения имидсодержащих термостойких газонаполненных конструкционных материалов на основе поливинилхлорида и сополимеров акрилонитрила и метакриловой кислоты.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в части направлений исследований пунктов 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; 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.

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация Сафонова Антона Николаевича «Газонаполненные конструкционные материалы на основе имидсодержащих полимеров» соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденном приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от «14» сентября 2023 года № 103 ОД.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.05 РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» июня 2025 года принято решение о присуждении Сафонову Антону Николаевичу ученой степени кандидата технических по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Присутствовало на заседании 13 членов диссертационного совета, из них в режиме видеоконференции³, в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 5.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали.

Результаты тайного голосования:

«за» – 9 (девять), «против» – нет, «воздержались» – 1 (один).

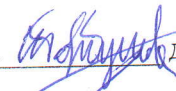
Проголосовали 03 (три) члена диссертационного совета, присутствующие на заседании в режиме видеоконференции:

«за» – 03 (три), «против» – нет.

Итоги голосования

«за» – 12 (двенадцать), «против» – нет, «воздержались» – 1 (один).

Председатель заседания,

заместитель председателя диссертационного совета  д.х.н. Горбунова И.Ю.

Ученый секретарь диссертационного совета

 д.х.н. Биличенко Ю.В.

Дата «26» июня 2025 г.

