

Заключение диссертационного совета 24.2.312.09, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24 декабря 2025 г. №26

О присуждении Зиминой Анастасии Сергеевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Эффективность гидроксида алюминия в комбинации с другими антипиренами для повышения огнестойкости силиконовых резин» по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов принята к защите 22.10.2025 (протокол заседания №22) диссертационным советом 24.2.312.09, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (420015, Казань, ул. Карла Маркса, 68, приказ Минобрнауки России о создании совета №1351/нк от 24.10.2022).

Соискатель Зимина Анастасия Сергеевна, «16» октября 1997 года рождения, в 2021 году окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», в 2025 году окончила аспирантуру очной формы обучения ФГБОУ ВО «КНИТУ», с сентября 2024 года по настоящее время работает в должности ассистента на

кафедре химии и технологии переработки эластомеров ФГБОУ ВО «КНИТУ», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре химии и технологии переработки эластомеров федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор **Хакимуллин Юрий Нуриевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра химии и технологии переработки эластомеров, профессор.

Официальные оппоненты:

Кейбал Наталья Александровна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», Волжский политехнический институт (филиал), кафедра «Химическая технология полимеров и промышленная экология», заведующий кафедрой,

Резниченко Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий», генеральный директор *дали положительные отзывы на диссертацию*, в которых указали на соответствие диссертационной работы по актуальности, объему и уровню проведенных исследований, научной новизне, теоретической и практической значимости, требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842).

Ведущая организация – Акционерное общество «Казанский Химический научно-исследовательский институт», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном Зариповой Валерией Маратовной,

кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории средств индивидуальной защиты, указала, что диссертация Зиминной Анастасии Сергеевны на тему «Эффективность гидроксида алюминия в комбинации с другими антипиренами для повышения огнестойкости силоксановых резин», является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи повышения огнестойкости силоксановых резин путем создания экологичных комбинаций гидроксида алюминия с другими антипиренами, имеющей существенное значение для развития соответствующей отрасли знаний, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Диссертация не содержит недостоверных сведений о публикациях, заявленных соискателем ученой степени. В работе отсутствуют заимствованные материалы без указания авторов или источника их заимствования, а также результаты исследований, проведенных соискателем в соавторстве, без соответствующего упоминания соавторов.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 2,3 печ. л. (личный вклад соискателя 80%), из них 4 статьи в рецензируемых отечественных научных изданиях из списка, рекомендованного Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации для размещения материалов диссертаций, 10 тезисов докладов в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций.

В работах соискателя приведены результаты по разработке огнестойких силоксановых композиций, основанной на использовании гидроксида алюминия в комбинации с органоглинами, галогенсодержащими

антипиренами, минеральными добавками и терморасширяющимся графитом, а также результаты определения влияния дисперсности, модификации поверхности наполнителей и содержания пластификаторов на комплекс физико-механических и огнезащитных свойств резин.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Зими́на А.С.** Влияние гидроксида алюминия на свойства силоксановых резин / А.С. Зими́на, Ю.Н. Хакимуллин, Е.С. Нефедьев // Вестник Технологического университета. – 2021. – Т. 24, № 5. – С. 49–52.

2. **Зими́на А.С.** Влияние пластификаторов на основе деструктатов силоксановых резин на свойства резин / А.С. Зими́на, Ю.Н. Хакимуллин, В. М. Войлошников // Вестник Казанского технологического университета. – 2022. – Т. 25, № 11. – С. 59-62.

В работах соискателя представлены результаты разработки огнестойких силоксановых композиций, основанных на использовании гидроксида алюминия в комбинации с органоглинами, галогенсодержащими антипиренами, минеральными добавками и терморасширяющимся графитом, а также результаты определения влияния дисперсности, модификации поверхности наполнителей и содержания пластификаторов на комплекс физико-механических и огнезащитных свойств резин.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: кандидата технических наук, доцента **Касперовича А.В.**, заведующего кафедрой полимерных композиционных материалов учреждения образования "Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск); доктора технических наук **Липина В.А.**, заведующего кафедрой физической и коллоидной химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна» Высшая школа технологии и энергетики (г. Санкт-Петербург); доктора технических наук **Матвеевой Л.Ю.**, профессора кафедры Технологии строительных материалов и метрологии федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (г. Санкт-Петербург), кандидата технических наук **Новокшенова В.В.**, директора ООО «ВР-Пласт» (г. Казань), доктора технических наук **Бондалетова В.Г.**, профессора Инженерной школы природных ресурсов Отделения химической инженерии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск).

Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что результаты работы Зиминой А.С. вносят существенный вклад в развитие подходов по разработке композиции для силиконовых резин по новой технологии, а также было установлено влияние дисперсности гидроксида алюминия на физико-механические свойства силиконовых резин и изучены механизмы повышения огнестойкости резин органоглинами с содержанием гидроксида алюминия, которые заключаются в совместном экранировании материалов от воздействия пламени.

Отмечается высокая научная и практическая ценность работы, что обусловлено эффективностью применения гидроксида алюминия и его совместный эффект с органоглинами, галогенсодержащими антипиренами и минеральными добавками. Полученные результаты имеют существенное значение для повышения и улучшения свойств силиконовых резин, применяемых в различных отраслях промышленности при эксплуатации изделий в диапазоне высоких температур. Улучшение эксплуатационных характеристик силиконовых композиций возможно с использованием комплексных добавок с антипиренами, которые при совместном действии могут проявлять синергетические эффекты, что является важной практической задачей, поскольку это позволит повысить пожаробезопасность и верхний температурный предел эксплуатации изделий и их элементов, в которых они будут использованы. Таким образом, исследования по созданию

пожаробезопасных и термически более устойчивых силиконовых композиций будут востребованы и являются практически значимыми.

В качестве основных вопросов и замечаний по содержанию автореферата отмечено:

1. При исследовании влияния пластификаторов использовался пластификатор в количестве до 5 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука. Есть ли у автора обоснование выбора именно такого количества пластификатора? 2. Проводились ли исследования долговечности полученных резин под воздействием внешних факторов (тепла, света, кислорода, озона, агрессивных сред)? **(Касперович А.В.)**

1. В разделе «Методология и методы исследования» автореферата отсутствует какие-либо сведения об этих методах, кроме того, что они проводились по ГОСТ без конкретики. 2. Не ясно, с чем связано повышение показателей качества силиконовых резин при использовании в качестве антипиреновой добавки гидроксида алюминия с размером частиц 5-6 мкм и почему именно при таком размере достигается ее наиболее равномерное распределение в полимерной матрице. 3. Не ясно, какой конечной модификации получался оксид алюминия при его использовании в качестве добавки. **(Липин В.А.)**

1. Научная новизна работы сформулирована слабо и не совсем корректно, (например, фраза «активация механизма вспучивания», видимо, автор имел ввиду активацию процесса вспучивания, а не механизма), в чересчур обобщенном виде (например, «... введение комбинации добавок ...», каких именно добавок – не раскрыто). При этом часть пунктов раздела «Положения, выносимые на защиту» могли бы стать достойными пунктами научной новизны. 2. В автореферате не обосновано использование добавок (органоглин) импортного производства (США). 3. На стр. 10 автореферата сказано, что «Модификация органоглин разными четвертичными аммониевыми солями меняет межслоевые расстояния, характер поверхности и степень совместимости с силиконовыми цепями», при этом данных или

ссылок, подтверждающих эти утверждения – не приведено, и какими конкретно «разными» солями – также не уточняется. 4. В автореферате отсутствуют конечные результаты исследований в виде таблицы с указанием всех характеристик или перечня разработанных конкретных составов силоксановых резин с повышенной огнестойкостью. Встречаются некорректные формулировки по тексту диссертации. Не лишним было бы провести испытания полученных силоксановых композитов на долговечность и воздействие климатических факторов. **(Матвеева Л.Ю.)**

1. В работе недостаточно глубоко рассмотрено влияние добавок антипиренов на эксплуатационные свойства получаемых силоксановых резин, такие как: твердость, эластичность, морозостойкость и остаточные деформации после сжатия. 2. Не проработан вопрос экономической составляющей, влияние стоимости комбинации антипиренов на цену получаемой силоксановой резины. Нахождение оптимальных соотношений огнестойкости резины к получаемой цене смеси. **(Новокшенов В.В.)**

1. При сравнении образцов, полученных с использованием органоглин Cloisite 15 А и Cloisite 30 В нужно использовать данные о структурных особенностях, а не просто наименования товарных марок. 2. Считаю, что результаты использования ТГА/ДТА/ДСК в автореферате представлены очень скупо. Там может быть очень много материала для данной работы. 3. Представление традиционного Кислородного индекса, возможно, помогло бы нам сравнить результаты исследователя с результатами других авторов. **(Бондалетов В.Г.)**

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, компетенцией в вопросах, имеющих отношение к теме работы, а также способностью профессиональной оценки научно-практической значимости диссертационного исследования.

Ведущая организация известна своими достижениями в области полимерных композиционных материалов, разработкой средств

индивидуальной защиты кожи от негативных воздействий поражающих факторов различной природы и исследованию стойкости к открытому пламени текстильных материалов. Исследования в данной области отражены в публикациях ученых ведущей организации (Сайфутдинова, И.Ф., Халилова А.А., Тарасов Л.А. и др.) в ведущих российских и международных изданиях (Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях, Технологии и качество, Известия высших учебных заведений). Ведущая организация и оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

установлено интенсифицирование процесса разложения гидроксида алюминия при использовании его в комбинации с оксидом цинка, оксидом магния, каолином, что позволяет быстрее охлаждать зону горения, существенно повышая огнестойкость полученных резин, а также существенно снизить содержание гидроксида алюминия в силиконовых резинах.

выявлено влияние терморасширяющегося графита в сочетании с гидроксидом алюминия на физико-механические свойства, термо- и огнестойкость силиконовых резин. Показано, что добавление к 30 мас. ч. гидроксида алюминия в состав резин с терморасширяющимся графитом в количестве до 2 мас.ч. увеличивает в 2 и более раза термо- и огнестойкость резин. Это обусловлено активацией вспучивания терморасширяющегося графита выделяющимися молекулами воды при разложении гидроксида алюминия, что подтверждается смещением температурных пиков на кривой термомеханического анализа на 11-26 °С в более низкотемпературную область.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

выявлен эффект повышения огнестойкости и снижения потери массы силиконовых резин при совместном применении гидроксида алюминия и органоглин, обработанных четвертичными аммониевыми солями, при сохранении прочностных характеристик.

установлено участие каолина, оксида цинка и оксида магния в связывании продуктов терморазложения резин на основе силиконового

каучука в повышении огнестойкости полученных силоксановых резин, а также их влияние на интенсивность разложения гидроксида алюминия, что способствует сохранению структуры полимерной матрицы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

предложена рецептура огнестойкой силоксановой резины, имеющей хорошие прочностные показатели и повышенную термо- и огнестойкость, содержащая в качестве основного антипирена гидроксид алюминия в количестве 30 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука и комплекс добавок (оксид цинка, каолин, оксид магния).

показано, что применение пластификатора на основе деструктата силоксановых резин способствует улучшению деформационно-пластических свойств силоксановой резины, повышает огнестойкость в сравнении с контрольными резинами.

установлено, что применение терморасширяющегося графита (до 2 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука) в резинах на основе силоксанового каучука в комбинации с гидроксидом алюминия 30 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука позволяет сохранить прочностные показатели (условную прочность при растяжении) и существенно увеличить огнестойкость ($\approx$ в 10 раз).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне, результаты основаны на большом объеме экспериментальных данных, полученных с использованием современного оборудования и аналитических методов исследования.

Теория построена на известных фактах и базируется на установленных закономерностях по тематике исследования, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по направлению диссертационной работы.

Идея работы базируется на анализе литературных данных, связанных с разработкой термо- и огнестойких резин, применяемых в различных отраслях промышленности.

Использованы современные методы анализа, такие как термомеханический и термогравиметрический анализы, дифференциально-сканирующая калориметрия универсальный цифровой микроскоп, реометрия, лазерный микродифракционный анализ, стандартизованные методы исследования физико-механических свойств резин.

Выводы обоснованы и достоверны; полученные результаты являются воспроизводимыми, согласуются между собой и не противоречат литературным данным.

Личный вклад соискателя заключается в сборе и анализе литературных данных, постановке цели и задач, проведении экспериментальных исследований, анализе и обсуждении полученных экспериментальных результатов, формулировании выводов по работе, подготовке публикаций по теме исследования.

Соискатель аргументированно ответил на прозвучавшие в ходе заседания замечания и вопросы. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в профильных научно-исследовательских институтах, занимающихся разработкой термо- и огнестойких резин, а также вузах, ведущих подготовку специалистов в области технологии и переработки полимерных материалов, в частности, АО «Научно-исследовательский институт резиновой промышленности», ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», а также на промышленных предприятиях, выпускающих полимерную продукцию на основе силоксанового каучука, таких как АО «КЗСК», научно-технический центр "Резина", ООО «ПKN-Секвойя», ООО «РТИ-Силиконы» и др.

По своему содержанию выполненная диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов: п.п. 1, 2, 6.

Диссертационным советом сделан вывод, что диссертация Зиминной Анастасии Сергеевны соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России (постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года в действующей редакции), является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по разработке экологически безопасных резин на основе силоксанового каучука с повышенной огнестойкостью путем комбинации антипирена гидроксида алюминия с экологичными антипиренами, имеющей значение для развития соответствующей отрасли

На заседании 24 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Зиминной Анастасии Сергеевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов за решение задачи по разработке огнестойких экологически безопасных резиновых композиционных материалов на основе силиконового каучука.

Председатель диссертационного
совета 24.2.312.09

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.3.12.09

24 декабря 2025 г.