



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «КазХимНИИ»

Матвеева В.Ю.

11 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о научно-практической ценности диссертации

Зиминой Анастасии Сергеевны

на тему «Эффективность гидроксида алюминия в комбинации с другими антипиренами для повышения огнестойкости силиконовых резин»

на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

Актуальность избранной темы. Современные требования к уровню пожарной безопасности в ключевых промышленных секторах — авиастроении, электротехнической и строительной промышленности — обуславливают необходимость создания новых материалов с повышенной огнестойкостью. Несмотря на высокие эксплуатационные и диэлектрические характеристики стандартных силиконовых резин, их ограниченная способность противостоять открытому пламени сдерживает более широкое использование этих материалов в потенциально опасных конструкциях и изделиях. Повышение огнестойкости силиконовых композиций становится критически важным условием для внедрения их в ответственные технологические решения.

Особое значение в этом направлении имеет применение гидроксида алюминия — эффективного, термостабильного и экологически безопасного антипирена, который, в отличие от традиционных галогенсодержащих огнезащитных добавок, не сопровождается образованием токсичных продуктов при нагревании, а реализует защитный эффект за счёт физического подавления процессов горения. Использование такого подхода не только обеспечивает высокий уровень огнезащиты, но и отвечает современным экологическим стандартам и требованиям охраны труда.

Таким образом, разработка силиконовых резин с повышенной огнестойкостью на основе гидроксида алюминия является актуальной задачей, сочетающей в себе решение проблем экологической и пожарной безопасности, увеличение диапазона применения силиконовых материалов и содействие развитию инновационных огнезащитных технологий для различных отраслей промышленности.

Целью своей работы автор ставит разработку композиции для силиконовых резин с использованием гидроксида алюминия и других антипиренов и исследовать их совместное влияние на термо- и огнестойкость полимерного материала.

Для достижения поставленной цели автор решает следующие задачи:

- Проанализировать влияние гидроксида алюминия на термо- и огнестойкость силоксановых резин.
- Исследовать эффект совместного применения гидроксида алюминия с органоглинами, галогенсодержащими антипиренами, комбинированными минеральными добавками (оксид цинка, оксид магния, каолин), а также с терморасширяющимся графитом.
- Определить оптимальные составы антипиреновых систем, обеспечивающие максимальную термо- и огнестойкость без существенного ухудшения физико-механических свойств материала.
- Изучить механизмы повышения огнестойкости в присутствии гидроксида алюминия и других антипиренов.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе Зиминой А.С. научная новизна состоит в обосновании и разработке метода интенсификации разложения гидроксида алюминия в структуре силоксановых резин посредством введения комплекса специальных добавок. Впервые установлено, что использование таких комплексных добавок позволяет существенно уменьшить долю гидроксида алюминия без потери огнезащитной эффективности материалов. Механизм ускоренного термического разложения и интенсификации охлаждения в зоне горения подтвержден результатами термомеханического анализа. Существенным вкладом является выявление синергетического действия терморасширяющегося графита, который в сочетании с гидроксидом алюминия способствует значительному повышению термо- и огнестойкости композиций. Результаты работы создают основу для разработки новых высокоэффективных и экологичных огнезащитных силиконовых материалов.

Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов

Результаты исследования вносят вклад в развитие научных основ создания композиционных материалов с повышенной огнестойкостью, а также обладают практической значимостью для предприятий, выпускающих электроизоляционные, строительные и кабельно-проводниковые изделия на основе силоксановых каучуков. Предложенные составы и технологические подходы к их производству могут быть внедрены с целью повышения эксплуатационной стойкости, надёжности и безопасности конечной продукции.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Автором сформулированы рекомендации по применению оптимальных антипиреновых систем, разработанных в диссертационной работе, в технологической практике производства силоксановых резин, используемых в электротехнической, строительной и авиационной промышленности. Полученные данные рекомендуются к использованию при разработке рецептур новых материалов с повышенными

ми требованиями к огнестойкости и долговечности, в том числе для изготовления кабельно-проводниковой продукции и других изделий, эксплуатируемых в условиях воздействия высоких температур и огня.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Степень обоснованности и достоверности научных положений подтверждается использованием современных высокочувствительных методов физико-химического анализа, проведением многоступенчатых экспериментов, воспроизводимостью и статистической обработкой результатов, а также соответствием полученных данных современным теоретическим представлениям. Результаты исследований подтверждены апробацией на ведущих профильных конференциях и публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом

Диссертационная работа включает введение, три основные главы, заключительную часть с основными выводами, а также перечень литературы, насчитывающий 119 источников; представлены 98 рисунков и 24 таблицы. Общий объем работы составляет 152 страницы машинописного текста.

Во введении автором раскрыта актуальность выбранной научной проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, обозначены элементы научной новизны, практической значимости, а также обоснованы ключевые положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит аналитический обзор литературы, посвященный свойствам, составу и современному применению силоксановых резин и компонентов композиций на их основе.

Вторая глава посвящена характеристике примененных материалов, технологиям изготовления образцов и описанию экспериментальных методик, что свидетельствует о методологической строгости и высокой достоверности полученных результатов.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям и включает два обширных раздела. В первом подробно анализируются особенности применения различных антипиренов в сочетании с гидроксидом алюминия. Особое внимание уделено изучению влияния дисперсного состава и способов модификации поверхности гидроксида алюминия на комплекс физико-механических, термо- и огнестойкости силоксановых резин, а также определению оптимальных параметров частиц наполнителя. Рассмотрены результаты изучения поведения органоглин, обработанных различными четвертичными солями аммония, в смесях с разным содержанием гидроксида алюминия, что позволило выявить взаимосвязь структуры и обработки органоглин с эксплуатационными свойствами композиций. Практическая пригодность гексабромбензола как антипирена подтверждена экспериментально, определено его эффективное содержание и зафиксировано отсутствие синергетического эффекта при совмещении с триоксидом сурьмы. Дано сравнительное описание эффективности применения гексабромбензола и декабромдифе-

нилоксида при различных условиях наполнителя и типов органоглин. Показано, что антипиреновая активность галогенсодержащих наполнителей определяется особенностями модификации поверхности органоглин. Установлено, что использование комплекса неорганических добавок способствует повышению эффективности действия гидроксида алюминия, что подтверждено термомеханическим анализом - введение таких добавок ускоряет его разложение и заметно увеличивает огнестойкость исследуемых материалов. Помимо этого, в работе рассмотрено влияние небольших количеств терморасширяющегося графита, который в сочетании с гидроксидом алюминия положительно сказывается на термических и физико-механических характеристиках резиновых композиций.

Второй раздел главы посвящён исследованию эффективности пластификаторов на базе деструктата силоксановых резин, включая пластификаторы с введением стеклосфер и продуктов нефтепереработки. Показана возможность регулирования пластичности и огнестойкости материалов за счет варьирования типа и количества пластификатора, что позволяет расширить технологический потенциал исследуемых композиций.

В заключительной части работы представлены систематизированные выводы, отражающие ключевые результаты экспериментальных и теоретических исследований.

Диссертация Зиминной А.С. соответствует паспорту специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в п.1, 2, 6 области исследований.

Замечания по работе: Было бы интересно с практической точки зрения рассмотреть возможность использования разработанных составов и оценить их огнестойкость в защитных прорезиненных материалах.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат диссертационной работы полно и последовательно отражает содержание исследования, ключевые научные положения, основные результаты, выводы и рекомендации, представленные в диссертации. В автореферате чётко изложены цель и задачи исследования, раскрыты элементы научной новизны, обозначены теоретическая и практическая значимость работы, что свидетельствует о его полном соответствии содержанию диссертации и корректном изложении материала для широкой научной общественности.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

Основные положения и результаты диссертационной работы апробированы и получили отражение в 14 научных публикациях автора, включая 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также 10 публикаций в сборниках тезисов и материалов международных и всероссийских научных конференций. Это подтверждает признание значимости и новизны выполненных исследований научным сообществом.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, диссертация Зиминой Анастасии Сергеевны является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи подбора экологических комбинаций антипиренов для силоксановых резин, имеющей 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 искомой ученой степени.

Отзыв обсужден на заседании Ученого совета АО «КазХимНИИ» (Протокол №4 от 30.10.2025 г.)

Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник лаборатории
средств индивидуальной защиты
АО «КазХимНИИ

 Зарипова Валерия Маратовна

АО «Казанский Химический научно-исследовательский институт»
420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 27
телефон (843)2739444
e-mail: lsiz@kaznii.ru

05 ноября 2025 г.

Подпись Зариповой Валерии Маратовны заверяю.
Начальник отдела кадров
АО «КазХимНИИ»



Хазиева Эльвира Альбертовна