

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Зиминой Анастасии Сергеевны

на тему: **«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

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа Зиминой Анастасии Сергеевны посвящена разработке и исследованию эффективных огнестойких композиций на основе силиконовых каучуков с использованием гидроксида алюминия в комбинации с другими антипиренами и добавками.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена современными требованиями повышения огнестойкости силиконовых резин, которые, несмотря на высокую термостойкость (до 250 – 300) °С, являются горючими материалами. Это критично для их применения в современной авиационно-космической, кабельной, строительной и электронной отраслях, где могут быть ужесточены стандарты пожарной безопасности. Применение гидроксида алюминия – одного из наиболее известных антипиренов, отличающегося отсутствием выделения токсичных продуктов при разложении, в сочетании с другими функциональными добавками представляет собой перспективное направление развития композиций силиконовых резин и потенциально снижает ограничение применения силиконовых резин в зонах повышенного риска возгорания.

Целью диссертационного исследования является разработка композиции силиконовых резин с использованием гидроксида алюминия в сочетании с другими антипиренами и детальное исследование их совместного влияния на физико-механические свойства, термостойкость и огнестойкость. Для достижения этой цели автор последовательно решает широкий круг исследовательских задач: анализирует вклад гидроксида алюминия в формирование комплекса свойств силиконовых резин, оценивает эффективность сочетания различных органоминеральных, галогенсодержащих и минеральных добавок (в том числе терморасширяющегося графита), а также выявляет оптимальные составы композиций, обеспечивающие максимальную термо- и огнестойкость. Автор также изучает механизмы повышения уровня огнезащиты, раскрывая характер и структуру взаимодействия всех компонентов композиции.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В ходе исследования использовалась комплексная методология: применялись современные экспериментальные методы, включая физико-механические испытания, тесты на огнестойкость, термогравиметрический анализ, дифференциальную сканирующую калориметрию, термомеханический анализ, микроскопию и лазерные исследования частиц. Работы проведены на передовом аналитическом оборудовании, что позволило автору получить достоверные и воспроизводимые результаты, согласующиеся с актуальными теоретическими представлениями и мировым

научным опытом. Существенным достоинством диссертации являются глубина статистической обработки данных и воспроизводимость результатов, что подтверждено не только публикациями в рецензируемых научных изданиях и успешной апробацией на профильных конференциях, но и поддержкой со стороны профессионального сообщества.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением стандартизованных методик испытаний, использованием современного и сертифицированного лабораторного оборудования, а также проведением комплексных исследований большого количества образцов по различным показателям. Для повышения надежности выводов осуществлялась тщательная статистическая обработка экспериментальных данных, что позволило получить воспроизводимые и объективные результаты. Представленные в диссертации данные согласуются с существующими литературными источниками и не противоречат ранее опубликованным результатам российских и зарубежных исследователей.

Научная новизна исследования

Научная новизна работы заключается в разработке и экспериментальном подтверждении механизма интенсификации разложения гидроксида алюминия посредством комплексных добавок, что позволяет существенно снизить его содержание без потери огнестойкости композиций.

Выявлено, что комплекс оксидов металлов (ZnO , MgO) и каолина интенсифицирует разложение гидроксида алюминия, усиливая эндотермическое охлаждение. Установлен синергетический эффект использования гидроксида алюминия с терморасширяющимся графитом заключающийся в том, что вода, выделяющаяся при разложении, активирует вспучивание терморасширяющегося графита, создавая усиленный барьерный эффект, что позволяет снизить содержание гидроксида алюминия с 100 до (30-50) масс. ч. без ущерба для огнестойкости. Установленные механизмы подтверждены данными термомеханического анализа и представлены автором с профессиональной детальностью.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Результаты исследования расширяют научные представления о механизмах повышения огнестойкости силоксановых резин при использовании комбинации гидроксида алюминия с различными антипиренами, демонстрируя наличие синергетических эффектов между компонентами. В работе получены новые данные о влиянии состава и структуры композиций на процессы ингибирования горения и формирование защитного барьерного слоя.

Представленные результаты обладают высокой практической значимостью, так как дают возможность создавать эффективные рецептуры полимерных композиций с улучшенной огнестойкостью для различных отраслей промышленности, включая электротехнику, строительство и транспорт. Разработанные научные подходы и оптимизированные огнезащитные системы могут успешно внедряться в производство современных силоксановых резин. Это способствует повышению эксплуатационной надежности, долговечности и безопасности данных материалов. Полученные данные могут стать основой для совершенствования технологий получения огнезащитных полимеров. В целом, работа заслуживает высокой оценки как с теоретической, так и

с прикладной точки зрения.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Работа Зиминой А.С. носит прикладной научно-исследовательский характер и направлена на решение важной технологической задачи – создание эффективных, экологичных и технологичных огнезащитных композиций силоксановых резин для высокотехнологичных отраслей промышленности. Полученные результаты расширяют фундаментальные представления о механизмах повышения огнестойкости силоксановых резин и служат надежной основой для создания новых, более эффективных и безопасных композиций для применения в производстве кабельной изоляции, уплотнителей, элементов авиационной и автомобильной техники, где требуются материалы, сочетающие эластичность, термостойкость и негорючесть.

Рекомендации по практическому применению результатов и выводов диссертации адресованы промышленным предприятиям, научно-исследовательским лабораториям и конструкторским бюро, занимающимся разработкой, производством и модернизацией силоксановых материалов и изделий из них. Комплексный подход, реализованный автором, обеспечивает гибкость выбора компонентов композиций и достижение оптимального баланса между технологичностью, стоимостью и эксплуатационными свойствами конечных материалов.

Общая характеристика диссертации.

Диссертационная работа отличается полной структурой и продуманной логикой изложения. Она включает введение, три содержательные главы, заключение, подробные выводы и обширный список литературы. В работе содержится значительное количество иллюстрированных материалов (графиков, таблиц, схем), что свидетельствует о масштабности проведенного исследования и его глубине. Считаю, что диссертационная работа Зиминой А.С. выполнена на высоком научном и методическом уровне, ее основные положения отражают значимый вклад автора в развитие химии и технологии силоксановых полимерных материалов, а результаты заслуживают высокой оценки как в теоретическом, так и в практическом плане.

Во введении диссертационной работы автор подробно обосновывает актуальность выбранного направления исследования, четко формулирует основную цель и задачи, раскрывает научную новизну и практическую значимость проведенных исследований, а также излагает ключевые результаты и положения, выносимые на защиту. Первая глава посвящена обстоятельному анализу существующей литературы: рассматриваются свойства силоксановых резин, ингредиенты для их получения, особенности состава смесей, а также основные области применения подобных материалов в промышленности. Во второй главе содержится детальное описание материалов, примененных для изготовления резин на основе силоксанового каучука, и экспериментальных методик, выбранных для оценки свойств композиций. Представленные исследовательские методы отличаются высоким уровнем и подтверждают достоверность экспериментальных данных.

Третья глава интегрирует экспериментальную часть исследования и включает два крупных раздела. Первый из них посвящен изучению эффективности различных типов антипиренов в сочетании с гидроксидом алюминия. В этом разделе полноценно

рассматриваются вопросы влияния дисперсности и модификации поверхности гидроксида алюминия на физико-механические, термические и огнестойкие свойства композиций, определяется оптимальный размер частиц, исследуется влияние органоглин, модифицированных четвертичными аммониевыми солями, и анализируется их структурное воздействие на эксплуатационные характеристики материалов. Проведен анализ эффективности гексабромбензола, декабромдифенилоксида, совместного использования с триоксидом сурьмы, а также исследованы другие минеральные добавки. Значительное внимание уделено экспериментальному подтверждению интенсификации разложения гидроксида алюминия при введении комплексных добавок, что приводит к заметному возрастанию огнестойкости материалов. Важным моментом анализа стало и изучение синергетического эффекта использования терморасширяющегося графита в комбинации с гидроксидом алюминия.

Второй раздел главы направлен на поиск эффективных пластификаторов на основе деструктата силоксановых резин. Здесь рассмотрено влияние различных видов пластификаторов, в том числе на основе стеклосфер и нефтепродуктов, в различных соотношениях, на пластичность, технологичность и огнестойкость материалов. Авторам показано, что такие пластификаторы способны значительно улучшать технологические характеристики как низко-, так и высоконаполненных композитов на основе силоксанового каучука.

В заключительной части диссертации систематизированы и обобщены основные научные и практические результаты, полученные по итогам проведенного исследования.

Основные замечания и вопросы по работе:

1. Работа имеет прикладной технический характер, однако в автореферате и диссертации присутствуют стилистические погрешности, затрудняющие восприятие, и есть терминологическая путаница («силоксановые» - «силосановые»).

2. При выборе оптимального размера частиц гидроксида алюминия (5...6) мкм и оценке его влияния на свойства композиций сравниваются объекты исследования не только различающиеся по дисперсности, но и по структуре и поверхности (см. стр.53 и рис. 3.1-3.3). Выбор оптимального размера частиц (5...6) мкм требует дополнительного обоснования.

3. Вулканизационные характеристики резиновых смесей, исследованных в работе (например, рис. 2.1), описываются кривыми с постоянно возрастающим значением максимального крутящего по ГОСТ 12535-84 (стр.7 черт. 5). Вычисление оптимального времени вулканизации для таких резиновых смесей должно проводиться с применением дополнительной кривой кинетики вулканизации, полученной при более высокой температуре. См. ГОСТ 12535-84 (приложение 3).

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

Диссертация Зиминой А.С. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи подбора 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.

Диссертационная работа **Зиминой Анастасии Сергеевны** на тему **«Эффективность гидроксида алюминия в комбинации с другими антипиренами для повышения огнестойкости силиконовых резин»** соответствует паспорту специальности 2.6.11. - Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов и отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Считаю, что автор диссертационной работы **Зиминой Анастасии Сергеевны** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. - Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

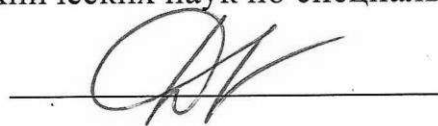
Официальный оппонент:

генеральный директор

Общества с ограниченной ответственностью

«Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий»,

кандидат технических наук по специальности 05.17.06



Резниченко Дмитрий Сергеевич

111024, г. Москва, ул. Перовский проезд, д. 2, стр. 1

Общество с ограниченной ответственностью

«Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий»

Телефон: +7 (495) 107-99-89

e-mail: mail@niiemi.com

Я, официальный оппонент, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации **Зиминой Анастасии Сергеевны**, и их дальнейшую обработку



Резниченко Дмитрий Сергеевич

5.12.2025

Достоверность сведений об оппоненте **Резниченко Дмитрие Сергеевиче** подтверждаю, подпись **Резниченко Дмитрия Сергеевича** заверяю

Заместитель генерального директора



Помялова Л.Д.

Вход. № 05-8715
«09» 12 2025
подпись 