

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Зиминой Анастасии Сергеевны
на тему: «Эффективность гидроксида алюминия в комбинации с
другими антипиренами для повышения огнестойкости силоксановых
резин»
по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и
природных полимеров и композитов
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность избранной темы. Разработка силоксановых резин с повышенной огнестойкостью крайне актуальна в связи с возрастающими требованиями к пожарной безопасности во многих отраслях промышленности, включая авиацию, электротехническое и строительное производство. Стандартные силоксановые материалы обладают хорошими термостойкими и диэлектрическими свойствами, однако их недостаточная огнестойкость ограничивает сферу применения в условиях, где существует высокий риск возгорания. Повышение огнестойкости этих материалов имеет ключевое значение для расширения их использования в ответственных конструкциях и устройствах.

Гидроксид алюминия является одним из наиболее эффективных и экологически безопасных антипиренов. В отличие от галогенсодержащих антипиренов, гидроксид алюминия не выделяет токсичных продуктов при термическом разложении, а действует по принципу физического охлаждения и подавления горения за счёт выделения воды. Применение именно этого антипирена позволяет достичь высокого уровня огнезащиты без вреда для окружающей среды и здоровья человека, что особенно актуально на фоне ужесточения экологических норм и стандартов безопасности.

Таким образом, создание силоксановых резин с повышенной огнестойкостью на основе гидроксида алюминия отвечает сразу нескольким современным вызовам: обеспечивает пожарную и экологическую безопасность, расширяет сферы применения силиконовых материалов, а также способствует развитию инновационных технологий в производстве огнезащитных полимерных композиций. Эта задача обладает высокой научной и практической значимостью, открывая перспективы для внедрения новых материалов в различные отрасли.

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 силиконовых 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.

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

Научные положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обладают высокой степенью обоснованности, что подтверждается применением современных экспериментальных методов, использованием сертифицированного оборудования, а также тщательной статистической обработкой полученных данных.

В ходе исследования была реализована комплексная методология, включающая анализ физико-механических, термических и огнестойких свойств силиконовых резин. Экспериментальные работы выполнены в соответствии с государственными стандартами (ГОСТ) на базе специализированных лабораторий, оснащённых высокоточным оборудованием: термоанализатор SDT Q600, термомеханический анализатор TMA 402 F1 Hyperion NETZSCH, универсальный цифровой микроскоп Keyence VHX-1000, лазерный анализатор размеров частиц HORIBA LA-960 и др.

Обоснованность научных положений подтверждается согласованностью полученных данных с современными теоретическими представлениями о механизмах повышения огнестойкости полимеров, а также результатами предыдущих исследований, проводимых как отечественными, так и зарубежными специалистами в данной области. Установленные закономерности, выявленные синергетические эффекты и определённые оптимальные составы антипиреновых систем получили подтверждение при испытаниях, обеспечивших сохранение или улучшение физико-механических характеристик материалов наряду с существенным повышением их термо- и огнестойкости.

Практические рекомендации и технические решения, представленные в диссертации, апробированы в лабораторных условиях и подтверждены докладами на профильных всероссийских и международных научных конференциях. Основные результаты опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, что свидетельствует о признании научным сообществом их новизны и значимости.

Достоверность полученных результатов

Исследования подтверждены с использованием стандартизованных методов испытаний, проверенного современного оборудования, всесторонними исследованиями большого количества образцов и статистической обработкой значительного объема экспериментальных данных. Результаты исследований, представленные в диссертации, не противоречат опубликованным в открытой печати.

Научная новизна исследования

В диссертационной работе Зиминой А.С. научная новизна заключается в разработке способа интенсификации разложения гидроксида алюминия в структуре силоксановых резин за счёт введения комплекса добавок. Впервые показано, что комбинированное введение добавок позволяет значительно снизить необходимое количество гидроксида алюминия без ухудшения огнезащитных свойств. Механизм ускоренного разложения и эффективного охлаждения зоны горения подтверждён термомеханическим анализом. Дополнительным вкладом является изучение синергетического эффекта терморасширяющегося графита, который в сочетании с гидроксидом алюминия обеспечивает существенный рост термо- и огнестойкости материалов. Полученные результаты открывают новые возможности для создания эффективных и экологически безопасных огнезащитных силиконовых композиций.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Результаты исследования расширяют научные представления о механизмах повышения огнестойкости силиконовых 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 силиконовых резин. Это способствует повышению эксплуатационной надёжности, 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.

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при разработке рецептур силиконовых резин с повышенной огнестойкостью для предприятий электро- и строительной промышленности, а также производства кабельно-проводниковой продукции. Оптимальные составы антипиреновых систем, выявленные в работе, могут быть внедрены в промышленное производство для повышения безопасности и долговечности изделий на основе силоксановых каучуков, особенно эксплуатируемых в условиях действия высоких температур и повышенных требований к пожаростойкости.

Общая характеристика диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и основных выводов, списка литературы из 119 наименований, содержит рисунков – 98, таблиц – 24. Общий объем диссертации – 152 страницы машинописного текста.

Во введении автор обосновала актуальность диссертационной работы, сформулировала ее цель и определила задачи, научную новизну и практическую значимость работы, представила основные достигнутые результаты и положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой литературный обзор, в котором рассмотрены силоксановые резины и ингредиенты резиновых смесей на их основе, а также области применения таких резин

Во второй главе приведено описание использованных материалов для изготовления резин на основе силоксанового каучука, приведены методики исследования. Выбранные автором методы свидетельствуют о высоком уровне исследований и надежности полученных данных.

Третья глава описывает экспериментальную часть работы и состоит из двух больших подразделов, один из которых посвящен исследованию антипиренов различных типов в комбинации с гидроксидом алюминия, а

второй – нахождению эффективных пластификаторов для силоксановых резин. Первый подраздел фокусируется на оценке эффективности различных видов антипиренов в комбинации с гидроксидом алюминия. В данном подразделе подробно рассмотрено влияние дисперсности и модификации поверхности гидроксида алюминия на физико-механические, термические и огнестойкие характеристики силоксановых резин; определён оптимальный размер частиц гидроксида алюминия, обеспечивающий наилучшее сочетание требуемых свойств. Проведено комплексное исследование влияния органоглин, модифицированных четвертичными аммониевыми солями, в сочетании с гидроксидом алюминия различных концентраций, выявлены зависимости структуры органоглин и их обработки от повышения эксплуатационных параметров резиновых композиций. Экспериментально обоснована возможность применения гексабромбензола в качестве антипирена для силоксановых резин, определено его оптимальное содержание и показано отсутствие синергетического эффекта при совместном использовании с триоксидом сурьмы. Проведено сравнение эффективности гексабромбензола и декабромдифенилоксида в присутствии гидроксида алюминия и различных марок органоглин; установлена зависимость эффективности галогенсодержащих антипиренов от способа модификации поверхности органоглин. Продемонстрирована возможность повышения антипиреновой эффективности гидроксида алюминия за счёт комплексных неорганических добавок. Методами термомеханического анализа показано, что введение данных добавок способствует интенсификации разложения гидроксида алюминия, что существенно повышает огнестойкость композиционного материала. Также исследовано влияние терморасширяющегося графита на термические, огнестойкие и физико-механические свойства резин; показана высокая эффективность использования его небольших количеств в сочетании с гидроксидом алюминия.

Второй подраздел главы посвящён исследованию возможности применения новых пластификаторов на основе деструктата силоксановых резин. Изучено влияние пластификаторов, содержащих стеклосферы, на технологические и эксплуатационные характеристики материалов; установлено, что добавление небольшого количества данного пластификатора (до 5 мас. ч.) способствует существенному повышению пластичности резиновых смесей. Исследовано влияние пластификатора, включающего деструктат силоксановых резин и продукт нефтепереработки в различных соотношениях, на свойства композиций; показано, что изменение состава позволяет контролировать пластичность и огнестойкость систем.

Полученные результаты подтверждают эффективность использования указанных пластификаторов как в низко-, так и в высоконаполненных композитах на основе силоксанового каучука. В выводах приводится совокупное описание всех основных полученных результатов, полученных в диссертационной работе.

Основные замечания и вопросы по работе:

1. Не совсем ясно, зачем автор в своей работе проводил сравнительную оценку огнезащитной эффективности гидроксида магния и гидроксида алюминия в составе силоксановых резин? Ещё в диссертации Михайловой Г.А. данная оценка была проведена, и указано на малую эффективность гидроксида магния как антипирена, что связано с несоответствием температур начала разложения силоксановой резины и дегидратации указанного наполнителя. При температуре 350°C силоксановая резина уже теряет 50% своего первоначального веса, в то время как интенсивное разложение $Mg(OH)_2$ происходит лишь при температуре 370-400°C.

2. Не очень понятно, почему с ростом содержания гидроксида алюминия с 50 до 100 масс.ч. (табл.3.4) наблюдается рост потери массы, а в случае комбинации гидроксида алюминия с добавками – наоборот?

3. Чем объясняется данный факт, что с ростом содержания органоглин (рис. 3.11, табл.3.8) термостойкость высоконаполненных силоксановых резин снижается, а огнестойкость наоборот повышается?

4. При оценке огнестойкости при описании результатов времени воздействия открытого пламени до саморазрушения автор использует либо секунды (табл. 3.4, 3.8, 3.15), либо минуты (табл. 3.11, рис.3.42). На мой взгляд, неудобно сравнивать. Кроме того, не понятно, как автор мог зафиксировать значение 0,67 минут, что в переводе 40,2 секунды?

5. Как известно процессы, протекающие в эластомере при огневом воздействии, имеют сложную многоступенчатую и многостадийную структуру. Автор достаточно хорошо описывает огнезащитные эффекты от действия каждого компонента, однако было бы интересно увидеть комплексный механизм огнезащитного действия и возможно его схематичную визуализацию, что, несомненно, украсило бы данную работу.

6. Отдельно, хотелось бы в заключительной части работы увидеть, какая именно комбинация исследованных антипиреновых добавок позволит максимально улучшить огнестойкость силоксановых резин.

7. Не смотря на большой объем экспериментальных исследований и доказанные эффекты, автором, к сожалению, не получены патенты на

изобретения, что могло бы подтвердить приоритетность разработок и полученных результатов.

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

Таким образом, диссертация Зиминой А.С. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи подбора экологичных комбинаций антипиренов для силиконовых 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 Зими́на Анастасия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент,
зав. кафедрой «Химическая
технология полимеров и промышленная
экология»

Волжский политехнический институт
(филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Волгоградский
государственный технический
университет»

404111, Волгоградская область,
г. Волжский, пр-кт Ленина, 72
Телефон: (8443) 55-69-27
Адрес электронной почты: keibal@mail.ru



Кейбал Наталья
Александровна



Чл.код. № 05-8605
« 19 » 11 2015 г.
подпись 