

ОТЗЫВ

официального оппонента Беляева Павла Серафимовича, доктора технических наук, профессора кафедры «Материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» на диссертацию Голякевича Александра Александровича «Разработка и применение комплексных активаторов серной вулканизации диеновых каучуков», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11 «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов»

Актуальность темы диссертационной работы.

Одним из перспективных направлений рецептуростроения резиновых смесей является разработка и применение сложных (составных) ингредиентов, которые могут проявлять полифункциональные свойства: улучшать вулканизационные характеристики, повышать стойкость к термоокислительному старению, улучшать диспергирование наполнителей и др. К таким компонентам можно отнести системы противостарителей, ускорителей, активаторов вулканизации. В этой связи широкое распространение получили цинкосодержащие технологические активные добавки и композиционные активаторы вулканизации.

Для повышения экологической безопасности резиновых изделий одним из перспективных направлений является сокращение содержания оксида цинка в рецептуре резиновых смесей. Поэтому поиск альтернативных оксиду цинка активаторов вулканизации, обеспечивающих высокий уровень вулканизационных характеристик и технологических свойств, является актуальной задачей.

В этой связи диссертационная работа Голякевича Александра Александровича, направленная на получение комплексного активатора вулканизации, позволяющего изготавливать эластомерные композиции при сниженном содержании оксида цинка, и с высокими техническими характеристиками резин является актуальной.

Анализ содержания, оформления работы и ее завершенность.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК, изложена на 140 страницах печатного текста, включает 41 таблицу и

29 рисунков. Структура диссертации логична и последовательна. Диссертационная работа состоит из введения, главы 1 – Аналитический обзор, главы 2 – Объекты и методы исследования, главы 3 – Экспериментальная часть и обсуждение результатов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 180 наименований и 4 приложений. В этих разделах приводятся теоретические и экспериментальные данные, которые содержат информацию для решения поставленных задач.

Во введении обоснована актуальность темы работы, поставлены цели диссертационного исследования, отражена его методология, новизна и практическая значимость. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой аналитический обзор по теме диссертационной работы. В главе описана роль активаторов серной вулканизации и представления о механизмах структурирования эластомеров. Проведен анализ публикаций, посвящённых исследованиям по снижению содержания оксида цинка в рецептурах резин. Представлены перспективные направления по синтезу оксида цинка в виде мелкодисперсных частиц, а также многокомпонентных систем полифункционального действия на основе модифицированной бентонитовой глины. Рассмотрены методы математического моделирования, применяемые при разработке многокомпонентных систем. Анализ литературных источников позволил автору выбрать направление исследования по разработке и использованию новых комплексных активаторов вулканизации для резин с высокими техническими характеристиками.

Во второй главе «Объекты и методы исследования» приведены характеристики исходных компонентов, представлены методы исследования их свойств, а также приведены рецептуры резиновых смесей и описаны методы исследования их вулканизационных свойств, физико-механических и структурных показателей резин. Описаны методы математического моделирования и обработки результатов экспериментальных данных.

В главе 3 обсуждаются результаты исследований, направленные на

создание комплексного активатора серной вулканизации диеновых каучуков и его применение в резиновых смесях широкого назначения.

В первом разделе третьей главы рассмотрены результаты исследования физическо-химических свойств минеральных носителей комплексного активатора вулканизации. Обоснован выбор минерального носителя исходя из особенностей его структуры и свойств. Проведена оптимизация состава и условий синтеза (температура) комплексного активатора вулканизации с помощью метода планирования эксперимента. Представлены результаты исследования влияния поверхности минерального носителя в составе комплексного активатора на упруго-прочностные показатели резин в его присутствии.

Второй раздел посвящен исследованию влияния удельной поверхности цинковых белил, применяемых в составе нового активатора вулканизации. Приведены результаты исследования вулканизационных свойств резиновых смесей, полученных в присутствии опытных активаторов вулканизации и смесей, в качестве активаторов которых использовали оксид цинка тех же марок совместно с стеариновой кислотой. Представлены результаты имитационного моделирования - определены константы скорости вулканизации, позволяющие сделать вывод о протекании реакций на разных стадиях процесса структурирования эластомера. Приведённые данные позволили сделать вывод, что целесообразно использовать в составе комплексного активатора цинковые белила с удельной поверхностью 5,2 -7,5 м²/г без ухудшения вулканизационных свойств резиновых смесей и физико-механических показателей резин.

В третьем разделе рассмотрены результаты исследования влияния содержания стеариновой кислоты в составе комплексного активатора вулканизации и стандартной активаторной группы «цинковые белила: стеариновая кислота». Установлено, что содержание стеариновой кислоты в комплексном активаторе вулканизации в количестве 0,75-1,5 масс. ч. в пересчёте на 100 масс. ч. каучука обеспечивает высокие вулканизационные и физико-механические показатели опытных резин.

Четвертый раздел посвящен результатам математического моделирования свойств с помощью аппарата нейронных сетей. Применение данного подхода обусловлено нелинейной зависимостью свойств получаемых эластомеров от условий синтеза и содержания компонентов. Использование математического аппарата позволило получить математическую модель с относительной погрешностью: для условного напряжения при удлинении на 300% - 13%, для условной прочности при растяжении - 6%, для относительного удлинения при растяжении - 6%.

Пятый раздел посвящён обсуждению результатов опытно-промышленной апробации комплексного активатора вулканизации. По предложенной автором технологии на предприятии ООО «Совтех» г. Воронеж получен комплексный активатор вулканизации. Разработана методика входного контроля нового продукта по содержанию основного вещества в пересчёте на оксид цинка. Исследовано влияние размера частиц комплексного активатора вулканизации на свойства эластомеров. Установлено, что комплексный активатор вулканизации с размером частиц 0,2-0,5 мм обеспечивает лучшие показатели свойств вулканизатов. Автором проведено исследование возможного применения нового продукта в рецептурах резин с различными классами ускорителей. Установлено снижение содержания свободной серы во всех опытных резинах, что подтверждает эффективность применения комплексного активатора вулканизации. Также представлены результаты апробации комплексного активатора в промышленных рецептурах шин и резинотехнических изделий.

В заключении обобщены основные результаты исследований и представлены выводы по работе, они отражают научную новизну и практическую значимость диссертационной работы. Приведенные результаты и выводы диссертации свидетельствуют о достижении поставленной цели и решении сформулированных задач исследования.

Материал, представленный в автореферате, и опубликованные диссертантом научные публикации в полном объёме отражают основные положения диссертационной работы, соответствуют ее содержанию и задачам

исследования, раскрывают положения научной новизны и практической значимости. Автореферат изложен в объеме, достаточном для понимания существа проведенных исследований, и оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Публикации по теме диссертации.

По результатам исследования опубликовано 6 статей в рецензируемых научных изданиях, в том числе 3 в рекомендованных ВАК. Материалы диссертации обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

Научная новизна исследований и полученных результатов.

Научная новизна заключается в разработке научно-обоснованного подхода к выбору компонентов комплексного активатора вулканизации и оптимизации его состава для получения эластомерных композиции с улучшенными вулканизационными и эксплуатационными характеристиками при сниженном содержании оксида цинка.

Показано, что применение в качестве минерального носителя бентонита с катионообменной ёмкостью не менее 150 мг экв./100 г и содержанием влаги не более 5 % обеспечивает улучшение упруго-прочностных свойств вулканизатов.

Разработана математическая модель с применением аппарата нейронных сетей на основе многослойного персептрона, применение которого позволяет прогнозировать упруго-прочностные свойства резин в зависимости от состава применяемого активатора вулканизации и температуры его синтеза.

Основными результатами работы являются:

- предложены подходы к созданию комплексного активатора вулканизации (АВ-к), получаемого методом твёрдофазного синтеза на поверхности минерального носителя, выбранного с учётом его адсорбционной активности;
- с помощью метода симплекс-решетчатого планирования эксперимента предложен диапазоны изменения концентрации компонентов АВ-к и условий его синтеза, обеспечивающие высокий уровень показателей свойств резин;
- показано влияние на свойства эластомерных композиций удельной поверхности оксида цинка и содержания стеариновой кислоты, с помощью

математического аппарата нейронных сетей проведена оптимизация состава и условий синтеза активатора АВ-к, обеспечивающая лучший комплекс упруго-прочностных свойств;

- установлено влияние степени дисперсности комплексного активатора на свойства получаемых эластомеров, показано улучшение характеристик, в том числе снижение свободной серы в присутствии нового продукта.

Значимость полученных автором диссертации результатов для теории и практики.

Разработанный комплексный активатор вулканизации выпущен опытно-промышленной партией под брендом «Вулкатив С-1-1» в ООО «Совтех», г. Воронеж и проведены его производственные испытания на предприятиях: ОАО «Белшина», г. Бобруйск; ООО «РПИ КурскПром», г. Курск; АО «Балоковорезинотехника» г. Балаково. Таким образом, теоретическая и практическая ценность работы не вызывает сомнений.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, обеспечена применением научно-обоснованных методов, аттестованных методик исследований, государственных стандартов и современных средств измерения, использованием современных литературных источников. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены фактическими данными и наглядно представлены в приведенных таблицах и рисунках.

Достоверность полученных результатов диссертации базируется на логичном, методически-обоснованном подходе к постановке и решению задач, а также успешном достижении цели исследований.

По диссертационной работе имеются **замечания**:

1. В диссертации четко не прописано, какие исследования комплексного активатора вулканизации (АВ-к) проводились с использованием натурального каучука (например, таблица 3.3), а какие – с использованием изопренового каучука СКИ-3 (таблица 2.8). Это усложняет восприятие информации по соотношению таблиц с составами и свойствами соответствующих рецептур.

2. Оптимальный состав АВ-к: содержание оксида цинка [29-45] масс. ч и минерального бентонита - [35-45] масс. ч., а также температура его синтеза 80-100 °С (раздел 3.1) найдены для резиновой смеси на основе натурального каучука (НК), а последующие исследования проводились для смесей на основе СКИ-3. Необходимо пояснение.

3. Не представлено обоснование выбора рецептуры АВ-к оптимизированного состава (масс. %): стеариновая кислота – 31; ZnO -33; минеральный носитель 36; при температуре $80\pm 5^{\circ}\text{C}$ (стр. 66).

4. Требуется пояснения волнообразный характер зависимости изменения содержания летучих от времени сушки при 105°C в наполнителе ПБМА (рис. 3.2). Не вызвано ли это случайными погрешностями измерений?

5. В диссертации представлен огромный массив экспериментальных данных, но нет информации о количестве измерений в отдельных точках экспериментального плана и погрешностях измерений. Не ясно, выполнялась ли статистическая обработка данных, и какова достоверность полученных результатов?

6. Не убедительным представляется текст, посвященный выбору оптимальных значений удельной поверхности цинковых белил, так автор утверждает, что целесообразно использовать цинковые белила с $S_{\text{уд}} = 5,2- 7,5 \text{ м}^2/\text{г}$ (автореферат стр. 10-11), хотя при $S_{\text{уд}} = 5,2 - 18,1 \text{ м}^2/\text{г}$ критически важных отклонений в свойствах эластомеров не прописано.

7. Замечания по оформлению работы. Не очень удачный вид рисунков 3.7, 3.8 и 3.9 и поясняющих подписей к ним. Возникает путаница при их анализе. Тем более что дополнительные штрихи к цифрам 1,2,3,4 на рисунке 3.8 означает отнесение к эталонным образцам, а на рис. 3.9 – напротив, к опытным образцам.

Указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления о рассматриваемой диссертации, выполненной на высоком научно-техническом уровне.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Голякевича Александра Александровича «Разработка и применение комплексных активаторов серной вулканизации диеновых каучуков» является научно-квалификационной работой, в которой научно-обоснованы технические и технологические решения по созданию комплексного активатора вулканизации, обеспечивающего высокие физико-механические показатели эластомерных композиций шинных и резинотехнических изделий. По своей актуальности, научной новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической значимости полученных результатов, личному вкладу автора диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Голякевич Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.11 - «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

Официальный оппонент

Профессор кафедры «Материалы и технология» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук (специальность 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий), профессор

 06.06.25

Беляев Павел Серафимович

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Советская, д.106.

Телефон (84752) 63-04-69 ; e-mail: bps800@yandex.ru

