

стично образующейся крошкой каучука и выполняет функцию аминного антиоксиданта. Установлено небольшое снижение эффективности флокулирующего действия полимеров при повышенных температурах. Для процесса выделения каучука из латекса рекомендуется температура в интервале 10–20°C. Пониженную коагулирующую способность с повышением температуры можно объяснить, по-видимому, вероятным увеличением растворимости образующихся ионно-солевых комплексов.

Таким образом, применение изучаемых полимеров позволяет стабилизировать процесс коагуляции, снизить загрязнение окружающей среды (содержание лейканола в серуме при выделении каучука снижается в 10 раз), уменьшить расход коагулирующего агента (расход ПАА в 150–200 раз меньше расхода хлорида натрия и до 2,5 раз ниже расхода катионного полиэлектролита ВПК-402), снизить водопотребление и повысить показатели вулканизатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, Ю.Н. Влияние степени полимеризации катионного полиэлектролита на его дозировку при проведении коагуляции латексов синтетических эмульсионных каучуков / Ю.Н.Орлов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т.81, № 1 (79). С. 318–324.

2. Вострикова, Г.Ю. Катионные полиэлектролиты в технологии выделения каучуков из латекса // Г.Ю. Вострикова, С.С. Никулин Изд-ль: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. 104 с.

3. Полиакриламид / Абрамова Л.И. и др. под ред. В.Ф. Куренкова. М.: Химия, 1992. 189 с.

УДК 678.021

О.В. Карманова, д-р техн. наук, зав. кафедрой ГОСПиТБ;  
А.А. Голякевич, асп.; А.С. Казакова, канд. техн. наук, доц.  
(ВГУИТ, г. Воронеж, Российская Федерация);

В.Н. Щербаков, канд. техн. наук  
(ООО «Совтех», г. Воронеж, Российская Федерация);

А.В. Лешкевич, канд. техн. наук, ассист. (БГТУ, г. Минск)

#### **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ОКСИДА ЦИНКА НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И ВУЛКАНИЗАТОВ**

Развитие промышленности и транспорта в России и странах СНГ способствует росту производства резиновых изделий, способных эксплуатироваться в различных условиях: температуры, агрессивные среды и т.д. В этой связи в области рецептуростроения эластомеров

большое внимание уделяется не только выбору полимерной основы, но компонентам, оказывающим влияние на изменение структуры и свойств, получаемых вулканизатов, например, вулканизирующим системам, включающим соединения различных классов, отличающихся по механизму действия [1].

В основе получения большинства резиновых изделий общего назначения лежит процесс серной вулканизации. В серных вулканизирующих системах применяются активаторы ускорителей вулканизации, роль которых заключается в образовании действительных агентов вулканизации и формировании в ходе сшивания каучука пространственной структуры с повышенной частотой вулканизационной сетки. Для большинства рецептур на основе диеновых каучуков в качестве активатора вулканизации применяется оксид цинка [2].

В процессе производства и эксплуатации резинотехнических изделий в окружающей среде происходит накопление соединений цинка, что оказывает негативное влияние на экосистему. На сегодняшний день невозможно полностью отказаться от оксида цинка или заменить его на экологически безопасные активаторы без ухудшения физико-механических показателей резин. Повышение требований экологической безопасности резинотехнических изделий требует разработки рецептур, содержащих пониженную дозировку оксида цинка при сохранении технических свойств резин [3–4].

С целью обеспечения снижения содержания оксида цинка в рецептурах при сохранении требуемых вулканизационных характеристик и физико-механических показателей готовых резиновых изделий изучена возможность применения в качестве активатора серной вулканизации оксида цинка, отличающегося от стандартизованных цинковых белил марки БЦОМ (ГОСТ 202-84) степенью дисперсности. Предполагается, что увеличение площади удельной поверхности оксида цинка может обеспечить снижение их содержания в рецептуре резиновой смеси [5–6].

В качестве объектов исследования использовали образцы цинковых белил (ЦБ) с удельной поверхностью от 4,4 до 18,1–20 м<sup>2</sup>/г (производитель – ООО «Завод БЕЛХИМ).

С использованием опытных продуктов на вальцах ЛБ-320-160/160 с фрикцией 1:1,14 изготовлены резиновые смеси содержащие следующие компоненты в мас.ч. на 100 мас.ч. каучука СКИ-3: сера – 1,75; альтакс – 1,0; цинковые белила – 3,0; стеариновая кислота – 1,0; технический углерод ПЗ24 – 50,0. Вулканизаты получены при 145°С в течение 40 минут (серия экспериментальных образцов резин А).

Известно [2], что увеличение количества центров формирования вулканизационных узлов пространственной сетки вулканизата

позволяет получать резины с более высокой концентрацией поперечных связей, но такие цинковые белила плохо диспергируются при смешении в каучуке и имеют склонность к агломерации, приводящей к снижению физико-механических показателей резин. Одним из путей решения этой проблемы является получение премиксов на основе оксида цинка. В работах [7-9] представлены результаты исследований по созданию комплексного активатора вулканизации на основе оксида цинка, жирных кислот и наполнителей, применение которых позволяет не только улучшить технологичность резиновых смесей, но и снизить содержание оксида цинка при замене стандартной активационной группы.

На лабораторной установке синтезированы опытные комплексные активаторы вулканизации на основе ЦБ с различной удельной поверхностью: 4,4 м<sup>2</sup>/г, 5,2 м<sup>2</sup>/г, 7,5 м<sup>2</sup>/г, 18,1 м<sup>2</sup>/г. С использованием опытных продуктов получены образцы резиновых смесей и резин, в которых заменяли цинковые белила на комплексные активаторы вулканизации и исключали из рецептуры стеариновую кислоту (серия экспериментальных образцов – В).

При получении композиций отмечено улучшение диспергирования комплексных активаторов вулканизации по сравнению с цинковыми белилами с высокой степенью дисперсности.

Установлено, улучшение физико-механических показателей резин на основе комплексных активаторов вулканизации, полученных при использовании цинковых белил дисперсностью 4,4 и 5,2 м<sup>2</sup>/г (образцы серии В) по сравнению с аналогичными образцами серии А.

Увеличение удельной поверхности цинковых белил до 18,1 м<sup>2</sup>/г при их использовании как в виде индивидуального компонента, так и в составе комплексного активатора вулканизации обуславливает некоторое снижение модулей и условной прочности при растяжении резин, а также плотности сшивки вулканизатов., что может быть связано с изменением характера реакций при формировании действительных агентов вулканизации и требует дополнительного изучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кракшин М.А. Материалы и создание рецептур резиновых смесей для шинной и резинотехнической промышленности: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 240100.62(240502.65) «Технология переработки пластических масс и эластомеров», Волгоград: ВолгТУ. – 321 с.

2. Шершнев, В.А. Развитие представлений о роли активаторов серной вулканизации углеводородных эластомеров. Часть 1 /

В.А. Шершнеv // Каучук и резина. – 2012. – № 1. – С. 31-37.

3. Карманова О. В. Технологические активные добавки на основе сопутствующих продуктов производства растительного масла // Каучук и резина. – 2009. – № 5. – С. 18-21.

4. Glebova Y., Severin N., Rabe J. P., Shershnev V. Nitrogen-doped graphene as an alternative to ecotoxic zinc oxide in rubbers // Journal of Applied Polymer Science. – 2018. – Vol. 135. – No 17. – P. 46116.

5. Карманова О.В., Калмыков В.В. Особенности формирования структуры вулканизатов // Конденсированные среды и межфазные границы. 2006. Т. 8. № 2. С. 112–116.

6. Przybyszewska, M.; Zaborski, M. The effect of zinc oxide nanoparticle morphology on activity in crosslinking of carboxylated nitrile elastomer. Express Polym. Lett. 2009, 3, P. 542–552.

7. Pogodaev A.K., Tikhomirov S.G., Karmanova O.V., Balashova E.A., Fatneva A.Y., Podvalny S.L Modeling elastomer properties in presence of a composite vulcanization activator // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2018. Т. 53. № 5. С. 807–815.

8. Карманова О.В., Тихомиров С.Г., Голякевич А.А. Применение новых активаторов вулканизации в производстве резинотехнических изделий / Материалы XXVI научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии» М.: ООО НИИШП», 2021. – С. 107–108.

9. Карманова О.В., Тихомиров С.Г., Попова Л.В., Фатнева А.Ю. Исследование свойств резин в присутствии композиционного активатора вулканизации // Каучук и резина. 2020. Т. 79. № 1. С. 28–31.

УДК 678.762.2-134.622

В.В. Бердников, асп.;

О.В. Карманова, д-р. техн. наук, зав. кафедрой ТОСПиТБ  
(ВГУИТ, г. Воронеж, Российская Федерация);

А.Г. Харитонов, канд. техн. наук, и.о. зав. лаб.;

А.В. Фирсова, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.;

Е.Л. Полухин, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,  
(ВФ ФГУП «НИИСК», г. Воронеж, Российская Федерация)

## **СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ СМЕШАННЫХ АЛКОГОЛЯТОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

В связи с расширением ассортимента выпускаемых автомобильных шин и возрастанием требований к их эксплуатационным характеристикам, таким как снижение сопротивления качению, улучшение сцепления с мокрой и обледенелой дорогой, стоит задача разработки