

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

новых подходов к совершенствованию рецептур резин, в первую очередь модернизации полимерной основы, которая определяет комплекс важнейших свойств резин [1]. В настоящее время особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку процессов модификации растворных каучуков. Модификация обеспечивает регулирование микроструктуры полимерной цепи, что способствует понижению коэффициента сопротивления качению и улучшению сцепления протекторных резин с мокрой, заснеженной и обледенелой дорогой.

К числу наиболее перспективных эластомеров для шинной промышленности относятся статистические сополимеры бутадиена-1,3 со стиролом, синтезируемые в растворе в присутствии модифицированных алкиллитиевых катализаторов.

Данный метод позволяет получить каучук с конверсией мономеров до 100 %, не содержащий олигомеров [2]. Представленная работа является продолжением исследования по синтезу бутадиен-стирольных сополимеров, проводимых в институте с использованием поливалентных алкилсодержащих смешанных алкоколятов натрия, калия и кальция [3–4].

Целью работы явилось получение полимеров со статистическим распределением винил-ароматических и диеновых компонентов в полимерной цепи и установление возможности регулирования микроструктуры диеновой части сополимера при использовании алкоксидов.

Синтез алкоксидов осуществлялся путем взаимодействия спиртов (N,N,N',N'-тетра(оксиалкил)этилендиамина (лапрамола-294), тетрагидрофурфурилового спирта (ТГФС) и бутилцеллозольва – модификатор М-11ЛБЦ или этилцеллозольва – модификатор М-ЛЭЦ) со щелочами в толуоле, с удалением воды путём отгонки и последующей обработкой полученных алкоксидов металлическим кальцием при температуре 115–120°C [5–6].

Состав полученных алкоксидов представлен в таблице 1. В качестве образца сравнения использовали серийный каучук ДССК-2560, полученный на промышленном модификаторе М-11, представляющий собой смешанный натрий-кальциевый алкоколят на основе лапрамола-294 и ТГФС.

Таблица 1 – Характеристики применяемых алкоксидов (модификаторов)

Наименование показателей	М-11	М-11 ЛБЦ	М-11 ЛЭЦ
Общая щелочность, моль/дм ³	2,31	2,38	2,35
Концентрация в растворе, моль/дм ³ :			
кальция	0,44	0,45	0,43
натрия	1,21	1,26	1,27
лапрамола-294	0,22	0,22	0,22
бутилцеллозольва	–	0,88	–
этилцеллозольва	–	–	0,88
ТГФС	0,88	–	–

При взаимодействии *n*-бутиллития с алкоксидами щелочных и щелочноземельных металлов образуется каталитический комплекс, который позволяет проводить сополимеризацию бутадиена со стиролом с высокой скоростью, со 100% конверсией мономеров, при температурах 55–65°C.

В таблице 2 представлены результаты исследования влияния состава алкоксидов на свойства и микроструктуру статистических сополимеров бутадиена со стиролом в сравнении с серийным образцом.

Таблица 2 – Влияние состава алкоксидов на свойства и микроструктуру статистических сополимеров бутадиена со стиролом

Тип модификатора (М)	Молярное соотношение М: <i>n</i> -BuLi	Характеристическая вязкость, дл/г	Вязкость по Муни, усл. ед.	Микроструктура, мас% (звенья)		
				1,2-	1,4- <i>цис</i>	1,4- <i>транс</i>
М-11	1:1	1,01	53	68,0	27,1	6,9
М-11ЛБЦ-1	1:1	1,85	56	66,8	23,2	13,4
М-11ЛБЦ-2	1:1	1,32	54	68,1	23,1	18,2
М-11 ЛЭЦ	1:1	2,05	56	57,6	20,0	22,4

Установлено, что при использовании опытных модификаторов с неизменным молярным соотношением «модификатор : бутиллитий», равным 1 : 1, возрастает характеристическая вязкость раствора сополимера, особенно для образца, полученного на основе М-11 ЛЭЦ (снижение в 2 раза по сравнению с серийным), при этом вязкость по Муни лежит в пределах 53-56 ед. В присутствии опытных модификаторов уменьшается содержание 1, 4-*цис*-звеньев в каучуке. Следует отметить, что применение модификатора М-11 ЛЭЦ обусловило уменьшение содержания 1,2-звеньев в сополимере с 68 % мас. до 57,6 % мас. Применение опытных модификаторов способствует увеличению 1,4-*транс* звеньев в макроцепи.

Из приведённых примеров синтеза следует, что предлагаемый способ позволяет получать статистические сополимеры бутадиена со стиролом со 100% выходом и с регулируемым содержанием 1,2-, 1,4-*транс*- и 1,4-*цис*-звеньев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куперман Е.Ф. Новые каучуки для шин. Приоритетные требования. Методы оценки. – Москва, 2005. – 329с.

2. Седых В.А., Гусев А.В., Разумов В.В., Жвакин А.Е., Шутилин Ю.Ф., Карманова О.В. Технология производства каучуков растворной полимеризации. Воронеж: ВГТА, 2010. 308 с.

3. Фирсова А.В., Карманова О.В., Глуховской В.С., Земский Д.Н. Изучение влияния смешанных алкоколятов оксипропилирован-

ных ароматических вторичных аминов на структуру диеновых полимеров // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 4 (62). С. 147–150.

4. Глуховской В.С., Блинов Е.В., Бердников В.В., Земский Д.Н. Синтез смешанных алкоколятов щелочных и щелочноземельных металлов // Каучук и резина. – 2018. – Т. 77. – №3. – С. 148–151.

5. Глуховской В.С., Харитонов А.Г., Бердников В.В., Папков В.Н., Земский Д.Н., Комаров Е.В. Способ получения поливалентных алкококсисодержащих смешанных алкоколятов // Патент на изобретение 2756589 С2, 01.10.2021. Заявка № 2020105600 от 05.02.2020.

6. Гусев А.В., Рачинский А.В., Ситникова В.В., Ткачев А.В., Киреев В.В., Глуховской В.С. Технический синтез статистических бутадиенстирольных сополимеров // Каучук и резина. – 2010. – №1. – С. 12–14.

УДК 678.04

К.В. Вишневецкий, канд. техн. наук., директор РНПЦ НХТиП
(БГТУ, г. Минск);

В.В. Головахин, мл. науч. сотр.; Н.С. Лазаренко, мл. науч. сотр.
(НГТУ, г. Новосибирск, Российская Федерация)

ПРИМЕНЕНИЕ КОРУНДОВЫХ МИКРОСФЕР В ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Развитие современной техники требует создания все новых материалов с улучшенным комплексом свойств. При этом четко прослеживается тенденция: чем сложнее и совершеннее создаваемая техника, тем больше в ней используются резиновые технические изделия, и более жесткие требования предъявляются к изделиям и эластомерным материалам.

Основные тенденции проводимых разработок в области создания конкурентоспособных эластомерных материалов – повышение работоспособности их при все более высоких и низких температурах, износостойкости, воздействию различных, в том числе высокоагрессивных сред, повышение огне- и радиационной стойкости, улучшение других специфических свойств, определяемых условиями применения.

Эффективным направлением являются работы, направленные на регулирование состава и структуры известных типов каучуков и эластомерных материалов на их основе за счет рецептурно-технологических факторов, опираясь на полученные фундаментальные знания о процессах смешения, формования, вулканизации, усиления и модификации, об особенностях поведения их в процессе переработки и в условиях эксплуатации.

Эластомерные композиции на основе НК характеризуются удо-