

2020. – Vol. 4, No. 12. – P. 103.

3. Isayev A. I., Kim S. H., Levin V. Y. Superior mechanical properties of reclaimed SBR with bimodal network // *Rubber Chemistry and Technology* – 1997. – Vol. 70, No. 2. P. 194-201.

4. Hejna A., Klein M., Saeb M.R., Formela K. Towards understanding the role of peroxide initiators on compatibilization efficiency of thermoplastic elastomers highly filled with reclaimed GTR // *Polymer Testing* – 2019. – Vol. 73. – P. 143–151.

5. Xiaojie Zh., Sinha T. K., Ahn Yo., Kim J. K. Temperature dependent amphoteric behavior of Bis [3-(triethoxysilyl) propyl] tetrasulfide towards recycling of waste rubber: A triboelectric investigation // *Journal of Cleaner Production* – 2019. – Vol. 213. P. 569–576.

6. Ванцова Р. Р., Макаров Т. В., Вольфсон С. И. Термостойкость резин на основе бутилового регенерата // *Каучук и резина*. – 2007. – № 2. – С. 11–15.

7. Xiang K., Huang G., Zheng J., Wang X. Investigation on the thermal oxidative aging mechanism and lifetime prediction of butyl rubber // *Macromolecular Research* – 2013. – Vol. 21, No. 1. P. 10–16.

8. Abidin Z. Z., Mamauod S. N. R., Khooi D., Sarkawi S. S. Studies of carboxylated nitrile butadiene rubber/butyl reclaimed rubber (XNBR/BRR) blends for shoe soles application // *Journal of the Mechanical Behavior of Materials* – 2021. – Vol. 30, No. 1. – P. 179–187.

УДК 678.04

Ж. С. Шашок, проф., д-р техн. наук

Е. П. Усс, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);

С. Н. Каюшников, нач. инж.-техн. центра, канд. техн. наук;

А. Ю. Люштык, нач. лаборатории – гл. химик;

С. А. Перфильева, зам. нач. лаборатории, канд. техн. наук;

Ю. В. Грабко, нач. иссл. сектора лаб. (ОАО «Белшина», г. Бобруйск)

## **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ГАЛОГЕНИРОВАННОГО КАУЧУКА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

Галогенированные бутилкаучуки – это продукты взаимодействия бутилкаучука с хлором или бромом, содержащие около одного атома галогена на изопреновое звено. Галогенированные бутилкаучуки, сохраняя все ценные свойства бутилкаучука, имеют ряд преимуществ, основными из которых являются совулканизация с высоконе-предельными каучуками, высокая скорость вулканизации, возможность получения теплостойких резин с относительно простыми вулканизирующими группами [1].

Многие свойства бромбутилкаучука (ББК) и хлорбутилкаучука (ХБК) идентичны. Однако замена ХБК на ББК во многих рецептах может привести к резкому уменьшению сопротивления подвулканизации. В этих случаях необходима тщательная корректировка дозировок и состава вулканизирующей группы. Галогенированные БК можно использовать для изготовления бескамерных шин, боковин радиальных автошин, теплостойких изделий, а также изделий медицинского и пищевого назначения [2].

Недостатком галогенированных бутилкаучуков являются неудовлетворительные технологические свойства резиновых смесей на их основе из-за склонности смесей к подвулканизации вследствие повышенной реакционной способности каучуков [3].

Целью работы являлось определение влияния природы галогенированного каучука на реологические и вулканизационные свойства эластомерных композиций.

В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси на основе хлорбутилкаучука ХБК-139 и бромбутилкаучука ББК-232. Исследования эластомерных композиций проводились в соответствии с ГОСТ Р 54552-2011 и ГОСТ 13525-84.

Из представленных данных (таблица) видно, что вязкость эластомерных композиций на основе галогенированных каучуков различается незначительно. Так, для резиновой смеси на основе ХБК значение вязкости по Муни составляет 57 усл. ед. Муни, а для смеси на основе ББК указанный показатель равен 55 усл. ед. Муни.

Выявлено, что эластомерная композиция на основе бромбутилкаучука имеют большую склонность к подвулканизации по сравнению с композицией на основе хлорбутилкаучука. В данном случае время до начала подвулканизации для резиновой смеси на основе ХБК составляет 33 мин, а для смеси на основе ББК – 24 мин. При этом индекс вулканизации композиции на основе ХБК равен 16 мин, а для ББК – 21 мин.

Определение кинетических параметров вулканизации смесей на основе галогенированных бутилкаучуков показало, что значения минимального крутящего момента и максимального крутящего момента различаются незначительно. Однако значение времени достижения оптимальной степени вулканизации меньше для композиции на основе ХБК по сравнению с композицией на основе ББК. Так, для смеси на основе ББК значение  $t_{90}$  составляет 32,4 мин, а для смеси на основе ХБК данный показатель имеет значение 28,0 мин. Следует отметить, что значение показателя разности между максимальным и минимальным крутящими моментами ( $\Delta M$ ), косвенно характеризующего плот-

ность поперечного сшивания, для композиции на основе ББК меньше на 13,1%, чем для композиции на основе ХБК.

**Таблица – Технологические свойства эластомерных композиций на основе галогенированных бутилкаучуков**

Наименование показателя	Марка каучука / значение показателя	
	ХБК-139	ББК-232
Вязкость по Муни, усл. ед. Муни	57	55
Сопrotивление подвулканизации, мин:		
$t_5$	33	24
$t_{35}$	49	45
$\Delta t$	16	21
Когезионная прочность, МПа	0,33	0,27
Вулканизационные свойства 143°C×60 мин		
Минимальный крутящий момент ( $M_L$ ), дН·м	4,9	5,3
Максимальный крутящий момент ( $M_H$ ), дН·м;	17,0	16,0
Время увеличения минимального крутящего момента на 2 единицы ( $t_{s2}$ ), мин	9,6	10,9
Время достижения заданной степени вулканизации ( $t_{50}$ ), мин	17,2	18,7
Время достижения оптимальной степени вулканизации ( $t_{90}$ ), мин	28,0	32,4
Скорость вулканизации ( $R_h$ ), дН·м/мин	0,95	0,54
Разница между максимальным и минимальным крутящими моментами ( $\Delta M$ ), дН·м	12,1	10,7

Таким образом установлено, что вязкость по Муни резиновых смесей на основе галогенированных каучуков не имеет существенных различий, при этом композиции на основе ББК характеризуются повышенной склонностью к подвулканизации, но и имеют большие значения оптимума вулканизации.

Выявленный характер кинетических параметров вулканизации свидетельствует о различиях процесса формирования пространственной сетки вулканизата, что может оказывать влияние на физико-механические свойства резин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверко-Антонович Ю. О., Давлетбаева И. М., Кирпичников П. А. Химия и технология синтетического каучука: учеб пособие. – Химия: Колос, 2008. – 357 с.

2. Каблов В. Ф., Новопольцева О. М., Кракшин М. А. Материалы и создание рецептур резиновых смесей для шинной и резинотехнической промышленности. – Волгоград: ВолгГТУ, 2008. – 321 с.

3. Дик Дж. С. Технология резины: Рецептуростроение и испытания. Практическое руководство. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.