

Ж. С. Шашок, д-р техн. наук, проф.,
Е. П. Усс, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск);
С. Н. Каюшников, канд. техн. наук, нач. инж.-техн. центра,
С. А. Перфильева, канд. техн. наук, зам. нач. лаб.,
Ю. В. Грабко, нач. иссл. сектора лаб. (ОАО «Белшина», г. Бобруйск)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ГАЛОГЕНИРОВАННЫХ КАУЧУКОВ

Долговечность шин зависит также от сохранности герметизирующего слоя в процессе эксплуатации, в частности, его устойчивости к тепловому старению и утомлению. Герметизирующий слой (гермослой) в бескамерной шине представляет собой тонкостенную резиновую деталь, предназначенную для обеспечения необходимых герметических характеристик. Наиболее низкой воздухо- и влагопроницаемостью характеризуются резины на основе галогенированных бутилкаучуков (ГБК), а именно хлорбутилкаучук (ХБК) и бромбутилкаучук (ББК) [1].

Природа эластомера оказывает значительное влияние на свойства резиновых смесей и резин. Главным отличием между бром- и хлорбутил-каучуками является более высокая реакционная способность связи C-Br по сравнению с C-Cl [2]. Галобутилкаучук является предпочтительным полимером для герметизирующего слоя шин из-за его превосходной воздухо- и влагонепроницаемости, а также стойкости к усталости при изгибе и окислительному старению [3].

Целью работы являлось определение влияния природы галогенированных бутилкаучуков на технические 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 ГОСТР 270-75, ГОСТ 261-79 и ГОСТ 9983-74.

Свойства резин изменяются во времени при температуре окружающей среды или изменяются с большей скоростью под действием тепла. Испытания на тепловое старение позволяют оценить изменение физических свойств вулканизатов при повышенных температурах, которые могут быть близки к температурам эксплуатации изделия [4].

В таблице 1 приведены результаты определения упругопрочностных свойств резин на основе галогенированных бутилкаучуков до и после теплового старения.

Таблица 1 – Упруго-прочностные свойства эластомерных композиций на основе галогенированных бутилкаучуков

Наименование показателя	Марка каучука / значение показателя	
	ХБК-139	ББК-232
Условное напряжение при 300%-ом удлинении, МПа		
– при н.у.	3,4	3,7
– после старения 120°C×12 ч	3,8	4,3
Условная прочность при растяжении, МПа		
– при н.у.	8,8	8,7
– после старения 120°C×12 ч	8,5	8,7
Относительное удлинение при разрыве, %		
– при н.у.	820	710
– после старения 120°C×12 ч	780	710

Из таблицы видно, что показатели условного напряжения при 300%-ом удлинении и условной прочности при растяжении резин на основе хлорбутилкаучука и бромбутилкаучука до теплового старения не имеют существенных различий. Так, для композиции на основе ХБК-139 показатель условной прочности при растяжении составляет 8,8 МПа, а для резины на основе ББК-232 – 8,7 МПа. В тоже время после ускоренного теплового старения выявлено, что в случае резины на основе хлорбутилкаучука воздействие повышенной температуры и кислорода воздуха приводит к незначительному уменьшению (на 3,4%) условной прочности при растяжении, при этом для резины на основе бромбутилкаучука показатель прочности не изменяется. Анализ эластических свойств резин показал, что вулканизат на основе ХБК-139 характеризуется несколько большим показателем относительного удлинения при разрыве до и после теплового старения по сравнению с резиной на основе ББК-232. Однако, после теплового старения для композиции на основе хлорбутилкаучука выявлено уменьшение указанного показателя на 6,1%, а для резины на основе бромбутилкаучука после воздействия повышенной температуры и кислорода воздуха показатель эластических свойств не изменяется.

Утомление резины при циклическом нагружении является результатом сложного комплекса физических и химических процессов, активированных механическим напряжением. В процессе утомления наряду с механическими усилиями действуют и другие немеханические факторы: свет, тепло, химически агрессивная среда и т.д.

В результате физико-химических процессов, протекающих в резине при утомлении (деструкция полимерных цепей, деструкция вулканизационной сетки, инициирующая окисление молекулярных це-

пей, разрушение связей каучук-наполнитель и др.), происходит изменение пространственной сетки резин. Это приводит к «усталостному перерождению» материала, которое проявляется в изменении свойств. Глубина усталостного перерождения тем больше, чем выше температура и меньше деформация [5].

В таблице 2 приведены результаты определения динамических свойств резин на основе галогенированных бутилкаучуков.

Таблица 2 - Динамические свойства эластомерных композиций на основе галогенированных бутилкаучуков

Наименование показателя	Марка каучука / значение показателя	
	ХБК-139	ББК-232
Сопротивление разрастанию трещин при многократном изгибе при 70°C, цикл.	103 000	169 000
Усталостная выносливость резин при многократном растяжении ($\epsilon_{ст}=0\%$, $\epsilon_{дин}=150\%$), цикл.	1 080 000	957 000

Результаты определения сопротивления разрастанию трещин при многократном изгибе при температуре испытания 70°C показали, что природа эластомера оказывает некоторое влияние на стойкость вулканизатов к разрушению в условиях наличия концентрации напряжений. В данном случае сопротивление разрастанию трещин для резин на основе ХБК-139 составляет 103 000 циклов, а для резин ББК-232 – 169 000 циклов.

Характер изменения свойств вулканизатов в условиях многократных циклических деформаций и одновременном воздействии температуры обусловлен, прежде всего, природой межмолекулярных химических связей. При повышенных температурах и в условиях знакопеременного изгиба наибольшей усталостной выносливостью обладают вулканизаты с более прочными межмолекулярными связями [4,6].

Сравнительный анализ стойкости вулканизатов к воздействию многократного растяжения показал, что композиции на основе хлорбутилкаучука имеют несколько большую (на 11,4%) усталостную выносливость по сравнению с резиной на основе бромбутилкаучука.

В таблице 3 приведены результаты определения показателей пространственной сетки образцов резин на основе галогенированных бутилкаучуков.

Таблица 3 - Показатели пространственной сетки исследуемых резин

Тип эластомера	Средняя молекулярная масса отрезка молекулярной цепи, заключенного между двумя поперечными связями (M_c), кг/моль	Количество поперечных связей в 1 см ³ вулканизата (n), см ³ ($\times 10^{-19}$)	Плотность поперечного сшивания (ν), моль/см ³ ($\times 10^5$)
ХБК-139	13077	4,19	6,96
ББК-232	14027	3,91	6,49

Таким образом, полученные результаты определения стойкости резин на основе галогенированных каучуков к воздействию повышенной температуры и многократным циклическим деформациям показали, что, вулканизаты ББК и ХБК различаются рядом техническим свойств ввиду особенностей структуры пространственной сетки, формируемой при вулканизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пичугин А. М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. – М.: Машиностроение, 2008. – 383 с.
2. Дик Дж. С. Технология резины: Рецептуростроение и испытания. Практическое руководство. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.
3. Napier R. C., Waddell W. H. Impact of cured liner gauges on tires // Rubber & Plastics News. – 2013. – P. 14–21.
4. Овчаров В. И., Бурмистр М. В., Тютин В. А. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация. – М.: САНТ-ТМ, 2001. – 400 с.
5. Жовнер Н. А., Чиркова Н. В., Хлебов Г. А. Структура и свойства материалов на основе эластомеров: учеб. пособие. – Омск, 2003. – 276 с.
6. Резниченко С. В., Морозов Ю. Л. Большой справочник резинщика. Часть 1. Каучуки и ингредиенты. – М.: «Техинформ» МАИ, 2012. – 744 с.