

УДК 678.04(043.3)

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ВУЛКАНИЗАТОВ НА
ОСНОВЕ ГАЛОГЕНИРОВАННЫХ КАУЧУКОВ**

*Ж.С. Шашок¹, Е.П. Усс¹, О.А. Кротова¹, А.В. Лешкевич¹,
Ю.В. Грабко², С.Н. Каюшников²*

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Республика Беларусь, root@belstu.by

*²ОАО «Белшина», Бобруйск, Республика Беларусь
belshina@belshina.by*

Применение галогенированных бутилкаучуков в составе герметизирующего слоя является наиболее целесообразным для удовлетворения основных эксплуатационных требований к данному элементу шины. Галобутилы, по сравнению с каучуками общего назначения, имеют в 7–8 раз меньшую воздухопроницаемость и в 11–13 раз – меньшую влагопроницаемость. Низкую проницаемость галобутилов объясняют наличием большого количества метильных групп, перекрывающих друг друга, а также линейным строением молекулярной цепи, обеспечивающим плотную молекулярную упаковку, которая препятствует диффузии газов [1]. Хлорбутилкаучук и бромбутилкаучук характеризуются рядом достоинств и недостатков, при этом выбор конкретного полимера должен основываться не только на экономических расчетах, но и на конкретных требованиях к переработке резиновых смесей и изготовлению изделия.

Целью работы являлось определение влияния природы галогенированных бутилкаучуков на пространственную структуру вулканизатов.

В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси на основе хлорбутилкаучука ХБК-139 и бромбутилкаучука ББК-232. Эластомерные композиции различались содержанием оксида магния, дозировка которого составляла 0,15; 0,30 и 0,50 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Вулканизация резиновых смесей проводилась при температурах 143, 153 и 163 °С. Опреде-

ление показателей пространственной структуры вулканизатов проводилось методом равновесного набухания [2].

В результате исследований установлено, что структура резин на основе различных марок галогенированных бутилкаучуков несколько различается. Для резин, полученных при температуре вулканизации 143 °С, определено, что средняя молекулярная масса длины отрезка больше для вулканизатов на основе хлорбутилкаучука по сравнению с вулканизатами на основе бромбутилкаучука. В соответствии с этим плотность сшивания выше у резин на основе бромбутилкаучука по сравнению с резинами на основе хлорбутилкаучука. В данном случае увеличение дозировки оксида магния приводит к получению более плотной структуры вулканизационной сетки. Определено, что с увеличением дозировки оксида магния плотность сшивания для композиций на основе хлорированного бутилкаучука увеличивается с $2,03 \cdot 10^{-4}$ до $2,29 \cdot 10^{-4}$ моль/см³, а для резин на основе бромированного бутилкаучука плотность поперечного сшивания увеличивается с $2,29 \cdot 10^{-4}$ до $2,49 \cdot 10^{-4}$ моль/см³.

Установлено, что резины на основе галогенированных бутилкаучуков, полученных при вулканизации при температуре 153°С, имеют несколько большие значения молекулярной массы отрезка цепи, чем резины, полученные при температуре 143 °С. При этом значения указанного показателя для резин из хлорбутилкаучука больше, чем для резин из бромбутилкаучука. Так, величина средней молекулярной массы для хлорированного каучука находится в пределах 5382,0–6014,2 кг/моль, а для бромированного – 4829,0–5309,0 кг/моль. Выявлено, что вулканизаты на основе бромбутилкаучука характеризуются большим количеством поперечных связей по сравнению с вулканизатами на основе хлорбутилкаучука. Следует отметить, что для резин на основе галогенированных бутилкаучуков значение указанного показателя увеличивается при повышении дозировки оксида магния. При этом для хлорбутилкаучука данный показатель изменяется на 10,5 %, а для бромбутилкаучука – на 9,0 %.

Результаты исследования показали, что наибольшие значения средней молекулярной массы отрезка цепи характерны для вулкани-

затов, полученных при температуре вулканизации 163 °С (6168,0 кг/моль – для хлорбутилкаучука и 5503,8 кг/моль – для бромбутилкаучука). В соответствии с этим для исследуемых марок галогенированных бутилкаучуков при указанной температуре вулканизации наблюдаются наименьшие значения показателя количества поперечных связей ($0,908 \cdot 1020 \text{ см}^{-3}$ – для резин на основе хлорбутилкаучука с дозировкой оксида магния 0,15 мас. ч. и $1,018 \cdot 1020 \text{ см}^{-3}$ – для резин на основе бромбутилкаучука с минимальной дозировкой оксида магния). При увеличении содержания оксида магния повышается количество поперечных связей. Соответственно, значения показателя плотности сшивания увеличиваются с повышением дозировки указанного ингредиента. В данном случае при увеличении дозировки оксида магния с 0,15 до 0,50 мас. ч. плотность сшивания для композиций на основе хлорбутилкаучука повышается на 16,6 %, а для бромбутилкаучука – на 10,9 %.

Характер изменения прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве обусловлен длиной и природой поперечных связей, а именно способностью к термическому распаду слабых полисульфидных связей, что может инициировать термоокислительную деструкцию [3], и возможностью к перераспределению напряжений внутри эластомерной матрицы под воздействием приложенной нагрузки.

Полученные данные свидетельствуют о причинах различия упруго-прочностных свойств резин на основе галогенированных бутилкаучуков, обусловленных формированием пространственной сетки резин различной структуры и плотности.

Список литературы

1. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. – М.: Машиностроение, 2008. – 383 с.
2. Аверко-Антонович, И. Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров / И. Ю. Аверко-Антонович, Р. Т. Бикмуллин. – Казань : КГТУ, 2002. – 604 с.
3. Жовнер, Н. А. Структура и свойства материалов на основе эластомеров: учебн. пособие / Н. А. Жовнер, Н. В. Чиркова, Г. А. Хлебов. – Омск: Филиал Рос-ЗИТЛП, 2003. – 276 с.