

ми фрагментами установлены более низкие (до $9,7 \text{ моль/см}^3$) значения плотности сшивания по сравнению с резиной, содержащей ионол ($\nu = (11,2-11,7) \cdot 10^{-5} \text{ моль/см}^3$).

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных исследований можно предположить, что выявленные изменения параметров пространственной структуры резин при использовании в их составе опытных стабилизирующих добавок на основе производных пирокатехина с циклоаминометильными и фенилазо-метиновым фрагментами могут быть связаны с их участием в формировании поперечных связей в процессе вулканизации. При этом плотность вулканизационной сетки существенно зависит от количественного и качественного содержания опытных стабилизаторов.

Литература

1. Химическая энциклопедия: в 5 т.; гл. ред. Н.С. Зефирова. М.: Большая Российская энцикл., 1995. Т. 4. 639 с.
2. Загоскина Н. В., Бурлакова Е. Б. Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: монография. М.: Научный мир, 2010. 399 с.
3. Корнев А. Е., Буканов А. М., Шевердяев О. Н. Технология эластомерных материалов: учеб. для вузов. М.: Истек, 2009. 502 с.
4. Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Казань: КГТУ, 2002. 604 с.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРОТЕКТОРНЫХ РЕЗИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ВУЛКАНИЗАЦИИ

Ж.С. Шашок¹, Е.П. Усс¹, А.А. Габрус², С.Н. Каюшников²

¹УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, ²ОАО «Белшина», г. Бобруйск, Республика Беларусь

The article is devoted to the study of influence of temperature-time vulcanization parameters on the change in such performance characteristics of tread rubbers as Shore A hardness and abrasion resistance. The objects of research were filled elastomeric compositions based on natural rubber with semi-effective and efficient vulcanizing systems. It was found that the use of an effective vulcanizing system in tread rubbers for all investigated temperature-time parameters of vulcanization leads to an increase in Shore A hardness and a decrease abrasion of heat-aged rubbers.

Выбор приемлемого режима вулканизации для массивного резинового изделия является одной из важнейших задач, определяющей во многом его качество. Повышение температуры вулканизации, с одной стороны, позволяет увеличить производительность вулканизационного оборудования и сократить энергозатраты при производстве изделий, а с другой – может негативно отразиться на физико-механических свойствах резин [1].

Целью работы являлось исследование влияния температурно-временных параметров вулканизации на изменение эксплуатационных характеристик протекторных резин. Объектами исследования являлись наполненные эластомерные композиции на основе натурального каучука с полуэффективной и эффективной вулканизирующими системами. Твердость по Шору А вулканизатов до и после теплового старения измеряли в соответствии с ГОСТ 263-75. Испытание по определению сопротивления резин истиранию при скольжении выполняли на машине МИР-1 согласно ГОСТ 12251-77. Старение образцов резин в воздушной среде проводили путем выдержки их в термостате при температуре $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (72 ± 1) ч.

Твердость – одна из важных физических и эксплуатационных характеристик, широко используемых для контроля качества резиновых изделий [2]. Результаты определения твердости по Шору А вулканизатов до и после теплового старения показали, что значения показателя твердости для резин, содержащих эффективную вулканизирующую систему, при всех исследуемых температурно-временных параметрах вулканизации выше на 1,6–10,2%, чем у резин с полуэффективной системой. При этом в случае использования эффективной вулканизирующей системы в составе протекторной резины показатель твердости по Шору А после теплового старения практически не различается для образцов, полученных при различных температурно-временных параметрах, и составляет 57–58 усл. ед. Шору А. В то же время для вулканизатов с использованием полуэффективной системы выявлено снижение до 9,1% показателя твердости после старения при увеличении температуры и продолжительности вулканизации. Такой характер изменения твердости протекторных резин, прежде всего, обусловлен типом используемой вулканизирующей системы, оказывающей непосредственное влияние на формирование структуры пространственной сетки и типа образующихся поперечных связей.

Истирание заключается в механическом отрыве малых (возможно, микроскопических) частиц с поверхности резины в результате ее фрикционного взаимодействия с другой поверхностью. Поскольку истирание связано с локальными перенапряжениями в поверхностном слое резины (вследствие фрикционного взаимодействия с другой поверхностью) и сопровождается выделением тепла, то, очевидно, фрикционные характеристики вулканизата в значительной степени определяют процесс истирания. В общем силы трения для резины зависят от температуры, скорости, нагрузки, и, конечно, от молекулярной структуры эластомера и состава резиновой смеси [3].

Анализ результатов по определению сопротивления истиранию протекторных резин, полученных по различным температурно-временным параметрам вулканизации показал, что наиболее низкими значениями истираемости до теплового старения обладают резины с полуэффективной вулканизирующей системой по сравнению с резинами, полученными с использованием эффективной системы, содержащей преимущественно моносульфидные поперечные связи [4]. В данном случае истираемость для резин с полуэффективной системой, находится в пределах 51–79 м³/ТДж, а для резин с эффективной системой равна 65–83 м³/ТДж. Истирание резин связано с локальными перенапряжениями в поверхностном слое резины и сопровождается выделением тепла [5], поэтому можно предположить, что резины, полученные с использованием полуэффективной вулканизирующей системы, обладают пространственной сеткой, способствующей перераспределению перенапряжений при воздействии контртела на поверхностный слой, что и приводит к уменьшению истираемости вулканизата.

Определение сопротивления истиранию резин после теплового старения показало, что при использовании эффективной вулканизирующей системы протекторные резины характеризуются несколько меньшим значением показателя истираемости, значение которого находится в пределах 88–120 м³/ТДж, по сравнению с образцом с полуэффективной системой (истираемость составляет 80–162 м³/ТДж). Вероятно, такое изменение показателя истираемости для резин, полученных с использованием полуэффективной вулканизирующей системы, связано с распадом полисульфидных связей и вторичным структурированием.

Литература

1. Аветисян А.Л., Вольнов А.А. Методы нагрева и прессования шин при вулканизации и перспективы их использования в условиях роста цен на энергоресурсы // ИАС «Вопросы практической технологии изготовления шин». 2002. № 2. С. 89–92.
2. Бергштейн Л.А. Лабораторный практикум по технологии резины. Л.: Химия, 1989. 248 с.
3. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. М.: ОАО «ВПК НПО «Машиностроение», 2008. 383 с.
4. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): монография. В 2-х ч. Ч. 1. Казань: КГТУ, 2010. 506 с.
5. Жовнер Н.А., Чиркова Н.В., Хлебков Г.А. Структура и свойства материалов на основе эластомеров. Омск: Филиал РосЗИТЛП, 2003. 276 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КАУЧКОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ж.С. Шашок, Н.Р. Прокопчук, Е.П. Усс, Ю.В. Грабко, А.М. Гавлик
УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

The article was devoted to study of influence of three different nanomaterials – non-functionalized (UNM1) and functionalized oxygen-containing (UNM2) and amino-containing (UNM3) groups – on technological properties of rubber mixtures based on general purpose rubbers SKI-3 and SKD. The change of technological properties of elastomeric compositions based on general purpose rubbers from nature and dosage of nanoadditives has been established.

Расширение сферы применения изделий из полимерных материалов приводит к повышению требований к их качеству, что обуславливает интерес к разработкам, посвященным различным методам улучшения свойств исходного сырья и применения новых ингредиентов. К основным способам изменения свойств можно отнести: химическое модифицирование, которое может осуществляться как на стадии синтеза исходных компонентов, так и непосредственно в процес-