

2. Карманова О. В., Попова Л. В., Пойменова О. В., Гусев Ю. К. Создание активирующих систем для эффективной вулканизации эластомеров // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2014. - №3 (61). – С. 126-129.

3. Карманова О. В., Фатнева А. Ю., Тихомиров С. Г., Попова Л. В. Влияние состава композиционного активатора вулканизации на свойства эластомеров // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2019. - №4(82). - С. 178-183.

4. 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 678.028.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ВУЛКАНИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА ШИННЫХ РЕЗИН

Габрусь А.А., Шашок Ж.С., Усс Е.П.

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В работе изучено влияние различных режимов вулканизации на упруго-прочностные характеристики шинных резин до и после теплового старения. В качестве объекта использовалась эластомерная композиция на основе натурального каучука, предназначенная для изготовления брекера автомобильных шин. Установлено, что варьирование технологических режимов вулканизации позволяет регулировать структуру резин, что оказывает влияние на их технические характеристики.

Режимы вулканизации покрышек отличаются как по продолжительности, так и по схеме их построения. Выбор параметров

теплоносителей помимо коэффициента теплоотдачи зависит от теплофизических характеристик материалов изделия, его конструкции, размеров, способности резиновой смеси к течению, формованию, их конфекционных и вулканизационных характеристик, а также от температуропроводности шинных материалов. Выбор режима вулканизации должен базироваться на анализе температурных полей вулканизуемом изделии и объективной оценке результатов их воздействия [1–3].

Цель работы – исследование влияния различных режимов вулканизации на технические характеристики брекерных резин.

В качестве объекта исследования выбраны брекерные эластомерные композиции на основе натурального каучука. Упруго-прочностные свойства и стойкость к термическому старению образцов брекерных резин определяли согласно ГОСТ 270–75 и 9.024–74 соответственно.

В таблице приведены результаты исследования физико-механических показателей до и после теплового старения для брекерных резин, полученных при различных температурно-временных параметрах.

Анализ приведенных данных показал, что при температуре вулканизации 143°C время вулканизации не оказывает существенного влияния на условное напряжение при удлинении 300% (изменение не превышает 7,4%). Однако с увеличением времени процесса вулканизации происходит снижение прочностных показателей на 11,7% (от 24,8 до 21,9 МПа).

Таблица – Физико-механические показатели брекерных резин

| Показатель | Температура вулканизации, °С / Время вулканизации, мин | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 143 | | | | 160 | | | | | 170 | | | |
| | 30 | 40 | 60 | 90 | 10 | 20 | 30 | 60 | 90 | 5 | 10 | 20 | 40 |
| f_{ϵ} | 18,7 | 19,0 | 20,3 | 20,1 | 17,1 | 18,8 | 19,5 | 17,3 | 15,8 | 16,1 | 17,4 | 17,0 | 15,6 |
| f | 24,8 | 23,2 | 22,3 | 21,9 | 23,0 | 21,8 | 21,7 | 20,5 | 18,5 | 24,3 | 21,2 | 20,7 | 19,1 |
| ϵ | 440 | 390 | 340 | 350 | 410 | 360 | 350 | 360 | 350 | 450 | 400 | 370 | 390 |
| K_f | -74 | -72 | -74 | -65 | -78 | -76 | -75 | -63 | -58 | -79 | -74 | -68 | -71 |
| K_{ϵ} | -84 | -85 | -82 | -80 | -85 | -83 | -83 | -72 | -74 | -87 | -85 | -76 | -85 |

Примечание. f_{ϵ} – условное напряжение при удлинении 300%, МПа; f – условная прочность при растяжении, МПа; ϵ – относительное удлинение при разрыве, %; K_f – коэффициент старения по условной прочности при растяжении; K_{ϵ} – коэффициент старения по относительному удлинению при разрыве.

Установлено, что при температуре вулканизации 160°C наиболее чувствительным параметром продолжительности вулканизации является условное напряжение при 300%-ном удлинении. Изменение условного напряжения резин в данном случае достигает до 16,0%. Так, наибольшее значение условного напряжения при удлинении 300% для резины, полученной в течение 30 мин составляет 19,5 МПа, а наименьшее для резины, свулканизованной в течение 90 мин, равно 15,8 МПа. С увеличением времени вулканизации так же уменьшается на 19,6% условная прочность при растяжении (от 23,0 МПа до 18,5 МПа). Сравнительный анализ значений относительного удлинения при разрыве показал, что эластические свойства резины с увеличением времени вулканизации уменьшаются и находятся в пределах 410–350%. Характер изменения упруго-прочностных показателей брекерных резин от времени вулканизации при температуре 143°C, может быть, обусловлен увеличением густоты сетки поперечных связей, затрудняющей ориентацию молекулярных цепей.

С увеличением температуры до 170°C и продолжительности вулканизации до 40 мин проявляется тенденция не только к снижению условного напряжения при удлинении 300% (от 17,4 до 15,6 МПа), но и условной прочности при растяжении на 21,4% (от 24,3 до 19,1 МПа). В данном случае, вероятно, наряду с реакцией поперечного сшивания, происходит изменение строения молекулярных цепей в результате распада и перегруппировки полисульфидных связей, модификации молекул каучука серой, вследствие чего происходит снижение прочностных показателей. При этом относительное удлинение при разрыве находится в пределах 370–450%.

Определение стойкости резин к тепловому старению показало, что вулканизация брекерных резиновых смесей при температуре 160°C в большей мере позволяет сохранить эластические и прочностные свойства резин по сравнению с образцами резин, свулканизованными при температурах вулканизации 143°C и 170°C. Так, изменение показателя по условной прочности при растяжении резин изменяется от минус 58 до минус 78%, а по относительному удлинению при разрыве – от минус 72 до минус 85%. Это может быть связано с изменением типа поперечных связей,

образующихся в процессе вулканизации, увеличением энергии поперечных связей вулканизатов, что дает возможность повысить устойчивость резин к высоким температурам вулканизации. При температурах вулканизации 143°C и 170°C, вероятно, образуется более плотная вулканизационная структура, когда длина цепи между узлами становится соизмеримой с длиной кинетического сегмента, с меньшей плотностью узлов пространственной сетки, вследствие чего увеличивается внутреннее трение в вулканизатах и меньшая стойкость к тепловому старению.

Таким образом, установлено, что изменение режимов вулканизации оказывает существенное влияние на пространственную структуру шинных резин, а следовательно, и на их технические характеристики. При этом для определения приемлемого режима вулканизации шинных резин необходимо провести расширенную оценку их специфических характеристик.

Список литературы

1 Лукомская А. И., Баденков П. Ф., Каперша П. М. Тепловые основы вулканизации резиновых смесей. М.: Химия, 1972. 359 с.

2 Осипов Ю. Р., Осипов Ю. С., Павлов В. В., Чурина Т. Н. Теплообмен и массообмен при послевулканизационном жидкостном охлаждении гуммировочных покрытий: монография. Вологда: ВИПЭ ФСИН России, 2010. 95 с.

3 Павлов В. В., Осипов С. Ю., Осипов Ю. Р. Методы оптимизации и прогнозирования тепловых режимов вулканизации гуммированных изделий // Вестник Череповецкого государственного университета, 2009. № 1 (20). С. 109–112