

4. Грушова Е.И., Кучук А.В. Активация экстракции аренов из катализаторов риформинга // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии орган. в-в. – 2000. – Вып. VIII. – С. 92–96.

5. Грушова Е.И., Бондарук О.Н., Талерко Е.С. Исследование влияния активирующих добавок на экстракционные свойства фенола // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии орган. в-в. – 2001. – Вып. IX. – С. 85–89.

6. Кучук А.В., Грушова Е.И. Физико-химические исследования бинарных жидких систем гликоль – этанол // Весці НАНБ. Сер. хім. навук. – 1999. – №3. – С. 42–45.

7. Шноль В.А., Фридман В.А. О взаимосвязи между полярностью и емкостью экстрагентов // Хим. промышленность. – 1975. – №5. – С. 12–18.

8. Щербина Е.И. Межмолекулярные взаимодействия и закономерности селективного разделения углеводородных смесей бинарными растворителями. Автореф. докт. дис. – М., 1979. – 40 с.

9. Разработка метода прогнозирования экстракционных свойств селективных растворителей // Отчет о НИР, рук. Курожко М.В., № гос. рег. 2001835, 2001. – 46 с.

10. Соколов К.Б. Основы синтеза полимеров методом поликонденсации. – М.: Химия, 1987. – 192 с.

11. Гурарий Л.Л., Щербина А.Э. Проблемы сольватации и комплексообразования. – Иваново, 1980. – 167 с.

12. Грушова Е.И., Кучук А.В. Исследование межмолекулярных взаимодействий в бинарных жидких системах состава гликоль – бутиловый спирт // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии орган. в-в. – 1999. – Вып. VII. – С. 74–79.

УДК 678.4.046

Ж.С. Шашок, ст. преподаватель; Н.П. Побединская, лаборант;
А.В. Куницына, студентка

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗАТОРОВ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ УСТАЛОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ РЕЗИН

As a result, higher effectiveness of the developed combinations of space-hindered amines and Diafen FP was gained to protect tire rubbers from fatigue.

Проблемы надежности и работоспособности эластомеров непосредственно связаны с подавлением в них нежелательных, самопроизвольно развивающихся под действием внешних и эксплуатационных факторов процессов старения, для предупреждения которых используются эффективные защитные средства.

Выбор стабилизаторов при эксплуатации изделий должен обеспечить сохранение свойств материала, изготовленного на основе каучука, путем предотвращения практически всех возможных видов старения.

Эффективность действия стабилизаторов резиновых смесей оценивают по изменению показателей упруго-прочностных свойств резин. Применяют также испытания на усталостную выносливость различных резиновых образцов при заданных деформациях и температурах [1–2]. Однако для понимания механизма действия противостарителей в резинах, работающих в условиях циклических деформаций, необходимо иметь данные о влиянии противостарителей на показатели усталостных свойств, которые принято характеризовать коэффициентами усталостной выносливости.

Коэффициенты усталостной выносливости определяют характер уменьшения показателей усталостной прочности (усталостной энергии, усталостной прочности и усталостной деформации) в ходе увеличения базы (длительности) утомления [3]. Коэффициенты усталостной выносливости n_w определяются из уравнения, описывающего зависимость усталостной выносливости N от энергии деформации W , являющейся обобщенным параметром режима нагружения:

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{W_0}{W} \right)^{n_w}, \quad (1)$$

где W_0 и N_0 — коэффициенты.

При однократном нагружении до разрыва $N=1$, а W_0 равно удельной работе разрушения W_p .

Коэффициент n_w зависит от величины динамической деформации. Это связано с механо-химической природой усталости резин, а также с наступлением условного предела усталости в области небольших деформаций.

Коэффициент усталостной выносливости n_w определяют из соотношения

$$\lg N = n_w \cdot \lg \left(\frac{W_p}{W} \right) \quad (2)$$

Значение W_p определяют экстраполяцией прямой $\lg N - \lg W$ к $\lg N=0$.

В ходе исследования применялись эластомерные композиции на основе НК для протектор-боковины шин СКГШ (рецептура представлена в табл. 1), использовались комбинации противостарителей диафен ФП + МШ-8.

Исследование эффективности действия комбинации диафен ФП + МШ-66 проводилось в эластомерных композициях, изготовленных на основе НК + СКД в соотношении 70:30 (рецептура представлена в табл. 2):

Таблица 1

**Рецептура резиновой смеси для протектор-боковины
сверхкрупногабаритных шин (НК)**

Наименование ингредиентов	На 100 мас. ч. каучука, мас. ч.
НК	100,0
Сера	1,9
Сульфенамид Ц	0,8
Сантогард РVI	0,2
Белила цинковые	3,0
Стеариновая кислота	3,0
Канифоль сосновая	4,0
Защитный воск	2,0
Ацетонанил Р	2,0
Диафен ФП	0,8
Сантофлекс-13	1,2
Ультрасил VN 3	10,0
Технический углерод П 234	48,0

**Рецептура резиновой смеси для протектор-боковины
крупногабаритных шин (НК + СКД)**

Наименование ингредиентов	На 100 мас. ч. каучука, мас. ч.
НК RSS I – II с.	70,0
СКД II м.	30,0
Сера	1,5
Сульфенамид Ц	1,3
Сантогард РVI	0,4
ZnO, БЦО	4,0
Стеариновая кислота	3,0
Масло ПН-6	10,0
Канифоль сосновая	2,0
Микровоск ЗВП	2,0
Ацетонанил Р	2,0
Диафен ФП	2,0
Технический углерод N-330	50,0

Результаты исследований представлены в табл. 3 и 4.

**Сводная таблица данных по определению коэффициента усталостной
выносливости для вулканизатов на основе НК**

Тип стабилизирующей системы	$\epsilon_{\text{дин}} = 100\%$, $\epsilon_{\text{стат}} = 0\%$		$\epsilon_{\text{дин}} = 110\%$, $\epsilon_{\text{стат}} = 0\%$		$\epsilon_{\text{дин}} = 125\%$, $\epsilon_{\text{стат}} = 0\%$		Коэффициент усталостной выносливости
	lgN	lgW	lgN	lgW	lgN	lgW	
Диафен ФП	5,3	-0,6	5,25	-0,58	4,8	-0,56	4,99
+ Сантофлекс-13							
Диафен ФП	5,07	-0,57	5,17	-0,56	4,64	-0,55	4,93
+ МШ-8 (1:4)							
Диафен ФП	5,19	-0,62	5,01	-0,59	4,75	-0,58	4,96
+ МШ-8 (2:3)							
Диафен ФП	5,32	-0,56	5,26	-0,55	4,81	-0,55	4,97
+ МШ-8 (3:2)							
Диафен ФП	5,29	-0,60	5,25	-0,55	4,53	-0,57	4,92
+ МШ-8 (4:1)							

Данные табл. 3 показывают, что коэффициент усталостной выносливости для резин, содержащих промышленные противостарители диафен ФП + сантофлекс-13, составляет 4,99, а для резин, содержащих комбинацию диафен ФП + МШ-8, минимальное значение коэффициента равно 4,92, а максимальное – 4,97, т. е. расхождение в количественных значениях незначительное и лежит в пределах погрешности, допускаемой стандартами на метод определения усталостной выносливости при многократном растяжении.

Сводная таблица данных по определению коэффициента усталостной выносливости для вулканизатов на основе НК + СКД

Тип стабилизирующей системы	$\epsilon_{\text{дин}} = 130\%$, $\epsilon_{\text{стат}} = 0\%$		$\epsilon_{\text{дин}} = 140\%$, $\epsilon_{\text{стат}} = 0\%$		$\epsilon_{\text{дин}} = 150\%$, $\epsilon_{\text{стат}} = 0\%$		Коэффициент усталостной выносливости
	lgN	lgW	lgN	lgW	lgN	lgW	
Диафен ФП	4,70	-0,73	5,66	-0,81	4,57	-0,69	4,56
Диафен ФП + МШ-66 (1:4)	4,69	-0,73	4,66	-0,82	4,61	-0,85	4,67
Диафен ФП + МШ-66 (2:3)	4,73	-0,74	4,66	-0,72	4,51	-0,70	4,58
Диафен ФП + МШ-66 (3:2)	4,69	-0,74	4,65	-0,72	4,60	-0,76	4,38
Диафен ФП + МШ-66 (4:1)	4,8	-0,85	4,72	-0,82	4,6	-0,77	4,42

Аналогичные закономерности наблюдаются и для резин на основе НК + СКД, содержащих комбинацию диафен ФП + МШ-66 (табл. 4). В этом случае коэффициент усталостной выносливости для резины, содержащей только диафен ФП, составляет 4,56. Для вулканизатов, содержащих комбинацию стабилизаторов диафен ФП + МШ-66, минимальное значение коэффициента равно 4,38, а максимальное – 4,67.

Эти показатели свидетельствуют о том, что коэффициенты усталостной выносливости, характеризующие собственно усталостные свойства резин и зависящие от подвижности ее сегментов, определяющей величину перенапряжений в структуре вулканизата при деформации, в данных условиях испытания практически не зависят от стабилизаторов, вводимых в резиновую смесь.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что коэффициенты усталостной выносливости n_w резин на основе НК и НК+ СКД с промышленными стабилизаторами и исследуемыми добавками при утомлении образцов – лопаток по ГОСТ 270-75 в условиях многократного растяжения по ГОСТ 261-79 при комнатной температуре практически не различаются между собой. Это означает, что в данных условиях утомления стабилизаторы, находящиеся в резиновой смеси, оказывают практически одинаковое влияние на процессы деструкции, развивающиеся в полимерной матрице.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упруго-прочностных свойств резин при растяжении.
2. ГОСТ 261-79. Резина. Метод определения усталостной выносливости при многократном растяжении.
3. Хромов М.К., Ниязашвили Г.А., Сахновский Н.Л. Влияние противостарителей на коэффициенты усталостной выносливости резин // Каучук и резина. – 1997. – № 5. – С. 12–15.