

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменок Н.М., Звонок А.М.// ХГС,1993.- N 10.- С. 1345.
2. Кузьменок Н.М., Звонок А.М.// ХГС,1994.- N 1. - С. 49.
3. Окаев Е.В., Звонок А.М.// ХГС,1995. - N 3. - С. 291.
4. Звонок А.М., Кузьменок Н.М., Станишевский Л.С.// ХГС,1982. - N 5.- С. 679.
5. Звонок А.М., Кузьменок Н.М., Окаев Е.В., Тищенко И.Г.// Изв. АН БССР, сер. хим.н., 1987. - N 4.- С. 55.

УДК 678.01.539.1/3+541.1

Н.Р.Прокопчук, профессор;

Г.Д.Кудинова, доцент;

О.А.Асловская, аспирант;

С.А.Гугович, инженер

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ И ОЗОНА НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ РЕЗИН

The express-method of prognosis which will allow take into account the external factors to real periods of the service of rubber during storage and exploitation was developed.

При хранении и эксплуатации резиновые изделия, как правило, под воздействием внешних факторов (температура, многократные деформации, свет, озон, УФ-излучение и др.), оказывающих влияние на время их жизни (долговечность τ). Определение долговечности резин имеет практическое значение при установлении гарантийных сроков хранения и эксплуатации изделий.

Для оценки долговечности резин в настоящей работе использован принципиально новый метод, отличительной особенностью которого является прогнозирование долговечности по аналитической зависимости долговечности от энергии активации $\tau = f(U_0)$ и оценка параметра U_0 из температурной зависимости разрушающего напряжения $\sigma_p(T)$.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния озона и циклических деформаций при индивидуальном и комплексном их воздействии на снижение энергии активации термомеханической деструкции U_0 и долговечности τ_{25} шинных резин разрабатываемым экспресс-методом.

В процессе исследования были использованы протекторные резины на основе каучуков, отличающихся строением молекулярной цепи: НК, СКМС-30 АРКМ-15, СКИ-3 + СКД.

Долговечность исследуемых резин определялась по методу, основанному на температурной зависимости прочности [1-2].

Озонирование образцов резин проводили на озонной установке по стандартной методике [3]. Статическая деформация составляла 20%. Было исследовано влияние продолжительности озонирования (от 10 до 50 минут) при постоянной концентрации озона $1 \cdot 10^{-3}$ % (об.) на изменение энергии активации и долговечность резин. Результаты исследования резин на основе НК представлены на рис. 1.

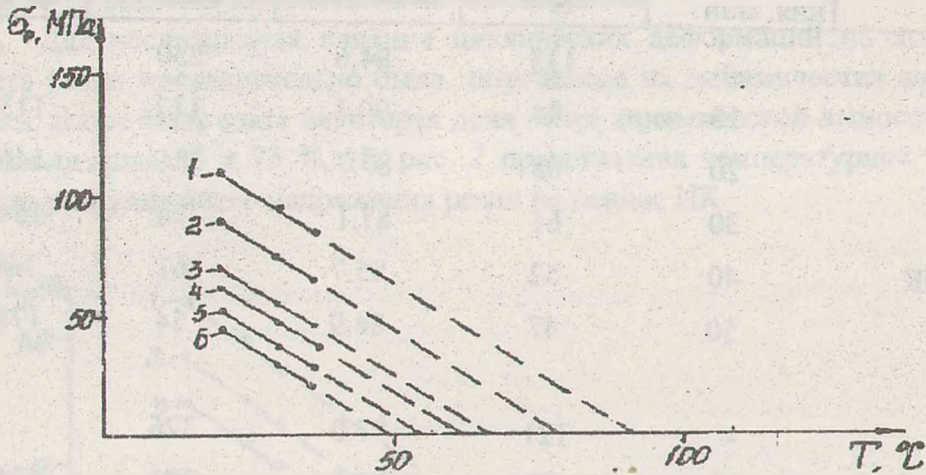


Рис. 1. Температурная зависимость разрушающего напряжения резин на основе НК, подверженных озонированию: 1 - исходный образец; 2, 3, 4, 5, 6 - озонированные образцы (10-50 мин.)

Как видно из представленных данных, зависимость разрушающего напряжения от температуры имеет линейный характер. С увеличением продолжительности озонирования происходит снижение разрушающего напряжения резин. При этом наклон линий сохраняется, что указывает на неизменность структурно-чувствительного коэффициента в уравнении Журкова-Бартенева [4].

Полученные линейной экстраполяцией значения T_0 были использованы при расчете энергии активации и долговечности (табл. 1).

Из представленных данных следует, что наибольшей энергией активации и долговечностью обладают резины на основе комбинации каучуков СКИ-3 + СКД при всех значениях продолжительности озонирования, что связано с образованием при вулканизации взаимопроникающих сеток, стабилизирующих структуры резины [5]. Понижение энергии активации и долговечности зависит от типа каучука и состава резин и находится в ряду

$$\text{СКИ-3 + СКД} < \text{СКМС-30 АРКМ-15} < \text{НК}.$$

Табл. 1. Влияние продолжительности воздействия озона концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ % (об.) на долговечность резин

Тип каучука в резине	Продолжительность озонирования, мин	σ_p , МПа	U_o , кДж/моль	τ_{25} , лет	$\Delta\tau_{25}$, лет (%)
НК	-	113	94.6	230	0
	10	84	90.1	117	113 (49)
	20	65	87.7	84	146 (63)
	30	61	87.1	76	154 (67)
	40	52	85.7	61	169(73)
	50	47	84.9	54	176 (77)
СКМС-30 АРКМ-15	-	121	97.0	326	0
	10	98	93.4	191	135 (41)
	20	81	90.4	122	204 (63)
	30	75	88.9	99	227 (70)
	40	66	88.4	92	234 (72)
СКИ-3 + СКД	50	58	87.0	74	252 (77)
	-	143	98.7	418	0
	10	129	96.0	282	136 (33)
	20	120	94.6	228	190 (46)
	30	105	93.4	190	228 (55)
	40	95	92.4	165	253 (61)
	50	88	91.6	145	273 (65)

С увеличением продолжительности озонирования долговечность резин падает. При этом более резкое падение наблюдается при малом времени озонирования, что свидетельствует о значительной деструкции резин на начальной стадии озонирования. С увеличением продолжительности озонирования падение долговечности снижается, что, по-видимому, связано с замедлением деструктивных процессов на глубоких стадиях разложения полимеров.

В резинах на основе комбинации каучуков потеря долговечности в исследуемом интервале продолжительности озонирования наблюдается в

меньшей степени (33-65 %). В резинах на основе каучуков НК и СКМС-30 АРКМ-15 потеря долговечности соответственно составляет 49-77 % и 41-77 %. При этом резины на основе СКМС-30 АРКМ-15 при малой продолжительности озонирования (10 мин.) более стабильны к действию озона по сравнению с резинами из НК. Однако с увеличением продолжительности озонирования потеря долговечности у резин на основе НК и СКМС-30 АРКМ-15 остается практически на одном уровне.

Для исследования влияния циклических деформаций на долговечность резин предварительно была определена их динамическая выносливость, затем была взята некоторая доля от их динамической выносливости, составляющая 50 и 75 %. На рис. 2 представлена температурная зависимость разрушающего напряжения резин на основе НК.

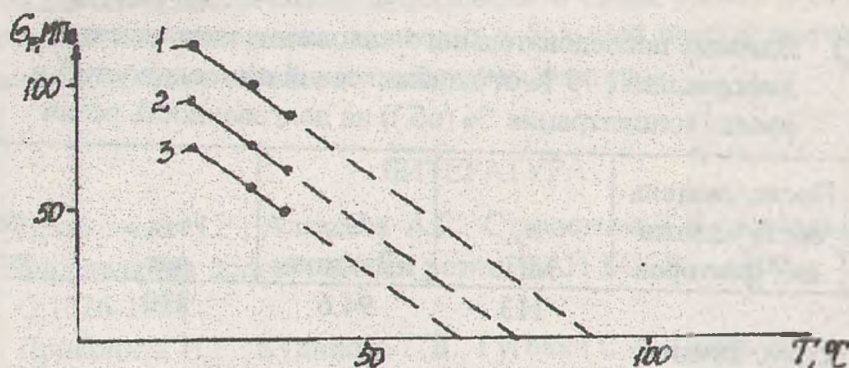


Рис. 2. Температурная зависимость разрушающего напряжения резин на основе НК, подверженных действию циклических деформаций: 1 - исходный образец; 2 - образец, предварительно деформированный на 50 % от динамической выносливости; 3 - образец, предварительно деформированный на 75 % от динамической выносливости

Как видно из представленных данных, температурные зависимости исходных и деформированных образцов линейны и параллельны между собой. С увеличением числа циклов деформирования, независимо от типа каучука в резине, разрушающее напряжение снижается, что связано с усталостным изменением структуры при увеличении числа циклов деформирования и ее разрушением за счет накопления термофлуктуационных разрывов межмолекулярных связей [6]. Как следствие этого процесса, снижаются параметры энергии активации термомеханической деструкции и долговечности резин, что зависит от типа каучука в резине, и в данном случае потеря долговечности находится в ряду СКИ-3 + СКД < СКМС-30АРКМ-15 < НК (табл. 2).

Табл. 2. Влияние циклических деформаций на долговечность резин

Тип каучука в резине	Условное деформирование, %	σ_p , МПа	U_o , кДж/моль	τ_{25} , лет	$\Delta\tau_{25}$, лет (%)
НК	-	113	94.6	230	0
	50	90	90.8	130	100 (44)
	75	74	88.9	98	132 (57)
СКМС-30	-	121	97.0	326	0
АРКМ-15	50	109	95.4	256	76 (21)
	75	100	94.3	219	107 (33)
СКИ-3 +	-	143	98.7	418	0
СКД	50	135	97.8	362	56 (13)
	75	111	94.1	320	98 (23)

Табл. 3. Влияние последовательного наложения циклических деформаций (75 % от динамической выносливости) и озона (концентрация % (об.)) на долговечность резин

Тип каучука в резине	Последовательность наложения факторов	σ_p , МПа	U_o , кДж/моль	τ_{25} , лет	$\Delta\tau_{25}$, лет (%)
НК	-	113	94.6	230	0
	Озон, циклические деформации	79	89.7	110	120 (52)
	Циклические деформации, озон	68	88.2	89	141 (61)
СКМС-30	-	121	97.0	326	0
АРКМ-15	Озон, циклические деформации	102	94.4	220	106 (33)
	Циклические деформации, озон	94	92.8	173	153 (47)
СКИ-3 + СКД	-	143	98.7	418	0
	Озон, циклические деформации	110	93.6	196	222 (53)
	Циклические деформации, озон	92	91.1	136	282 (68)

Было исследовано влияние совместного действия факторов на долговечность резин при последовательном наложении озона концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ % (об.) и циклических деформаций (75% от динамической выносливости) на образцы исследуемых резин. Факторы накладывались в следующей последовательности: 1) озон, циклические деформации; 2) циклические деформации, озон. Результаты исследования представлены в табл.3.

Последовательность наложения разрушающих факторов - циклических деформаций и озона - оказывает влияние на энергию активации и долговечность резин. Независимо от типа каучука наиболее значительно долговечность понижается при озонировании предварительно деформированных образцов исследуемых резин, что указывает на то, что озон является более сильнодействующей агрессивной средой, разрушающей резины.

Анализ данных, представленных в табл. 1-3, показывает, что совместное действие циклических деформаций и озона, независимо от последовательности их наложения, приводит к большей потере долговечности по сравнению с индивидуальным действием факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопчук Н.Р., Алексеев А.Г., Старостина Т.В., Кисель Л.О. Метод определения долговечности резин//ДАН БССР. - 1990. - Т.34. N 11. - С.1026-1028.
2. Прокопчук Н.Р., Кудинова Г.Д., Гугович С.А. Прогнозирование долговечности по энергии активации деструкции при различных температурах//Труды БГТУ. - 1995. - Сер.IV, Вып.II. - С.25-31.
3. ГОСТ 6949-63. Резина. Метод испытания на разрушение в среде озона при статической деформации. - Взамен ГОСТ 6949-54. Введ.1.04.1964. Гр.Л69.
4. Зуев Ю.С., Иванова С.А., Аронов Б.И. Разупрочнение резин в присутствии активных наполнителей// Каучук и резина. -1974. -N 2. -С.29-31.
5. Догадкин Б.А. Химия эластомеров. - М.: Химия, 1972.
6. Зуев Ю.С. Разрушение эластомеров в условиях, характерных для эксплуатации. - М.: Химия, 1980.