

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ**

**Асловская О.А., Прокопчук Н.Р., Кудинова Г.Д.**

**Белорусский государственный технологический университет**

Пригодность любого изделия к эксплуатации в различных условиях обуславливается способностью материалов, используемых в изделии, сохранять свои свойства в течение определенного времени, т.е. их долговечностью. Под долговечностью в данном случае понимают экономически целесообразную продолжительность хранения и эксплуатации изделия, в течение которой оно не теряет свойств, обеспечивающих его работоспособность. К концу установленного срока службы изделие должно сохранить свою целостность, форму и размеры [1].

В условиях хранения и эксплуатации автомобильных шин происходящее изменение свойств зависит от протекающих процессов старения. В основе старения резин лежат процессы химической и механохимической деструкции и вторичного структурирования вулканизационной сетки, протекающие в объеме изделия по закону случая либо локализованно [2]. К старению следует также отнести истирание и износ резиновых изделий и шин при определенных режимах. В совокупном понимании старение резин выводит ежегодно из сферы активного использования десятки тысяч тонн резиновых изделий и шин. В связи с этим, поиск путей повышения работоспособности и долговечности шинных резин на базе исследования процессов старения, изучения роли отдельных факторов, влияющих на скорость и направление реакций, является одной из

наиболее актуальных проблем технологии эластомеров [3].

Автомобильная шина при качении под действием внешней нагрузки испытывает деформации, на которые затрачивается большое количество энергии. Затрачиваемая энергия переходит в тепло, что оказывает влияние на температуру шины. При работе шина имеет различную температуру в различных точках профиля, что связано с толщиной стенки покрышки. Наибольшее теплоснакопление, а следовательно, и температура, достигается в более утолщенной части профиля шины - в зоне беговой дорожки протектора. Теплоснакопление и температура в тонкой части профиля шины - в области боковины ниже [4]. Кроме этого в процессе эксплуатации шина подвержена действию внешних разрушающих факторов: света, влаги, кислорода и озона воздуха и т.д. Все эти факторы в той или иной степени оказывают влияние на продолжительность службы шины.

Авторами в настоящей работе была изучена долговечность отдельных элементов автомобильной шины: протектора и боковины из резин на основе каучуков с различной химической природой: бутадиенстирольного СКМС-30АРКМ-15 и комбинации изопренового СКИ-3 с бутадиеновым СКД соответственно. При исследовании были использованы легковые шины: не эксплуатировавшиеся и прошедшие дорожную эксплуатацию. Эксплуатация шины осуществлялась при нормальных значениях нагрузки на шину и внутреннего давления на различных дорогах круглогодично. Пробег шины составил 70 000 км.

При оценке долговечности  $\tau_{25}$  шины был использован метод [5], основанный на температурной зависимости прочности. Согласно этому методу долговечность рассчитывалась по формуле:

$$\tau = 10^{(\alpha \cdot U_0 + \beta)} \cdot e^{-U_0 / R \cdot T}$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты, равные для резин  $\alpha = - 0.1115$  и  $\beta = - 3 687$ .

Энергия активации термомеханической деструкции  $U_0$  определялась из температурных зависимостей разрушающего напряжения  $\sigma_p(T)$ , полученных экспериментально

Для испытания использовались образцы из протектора и боковины в форме лопатки с размерами рабочей части  $10*1*1$  мм. Кривые растяжения снимались на приборе УМИВ-3 при скорости деформации 5 мм/мин. Испытания проводились в интервале температур от 20 до 50 °С с точностью  $\pm 1$  °С. Продолжительность термостатирования до начала деформации составляла 8 мин. Погрешность при оценке не превышала 3-4% с надежностью 0,95.

Результаты исследования представлены на рисунке и в таблице. Из данных рисунка следует, что зависимости  $\sigma_p(T)$  для всех исследованных образцов имеют линейный характер и параллельны между собой, что указывает на независимость структурно-чувствительного коэффициента в уравнении Журкова-Бартенева [6] от теплонакопления в резине при действии многократных деформаций и воздействия атмосферных факторов (свет, озон, УФ-излучение и т.д.). Это обусловлено неизменностью макроструктуры резины при воздействии указанных факторов. Снижение разрушающего напряжения  $\sigma_p$  связано с деструкцией молекул каучука в резине при эксплуатации шины, вызванной совместным воздействием многократных деформаций и атмосферных факторов.

С уменьшением разрушающего напряжения снижается энергия активации термомеханической деструкции  $U_0$  и долговечность  $\tau_{25}$  протектора и боковины (таблица). Величина этих показателей зависит от типа каучука в резинах элементов. Наибольшей энергией активации деструкции и долговечностью обладает боковина шины, что, вероятно, обусловлено образованием взаимопроникающей пространственной сетки в структуре

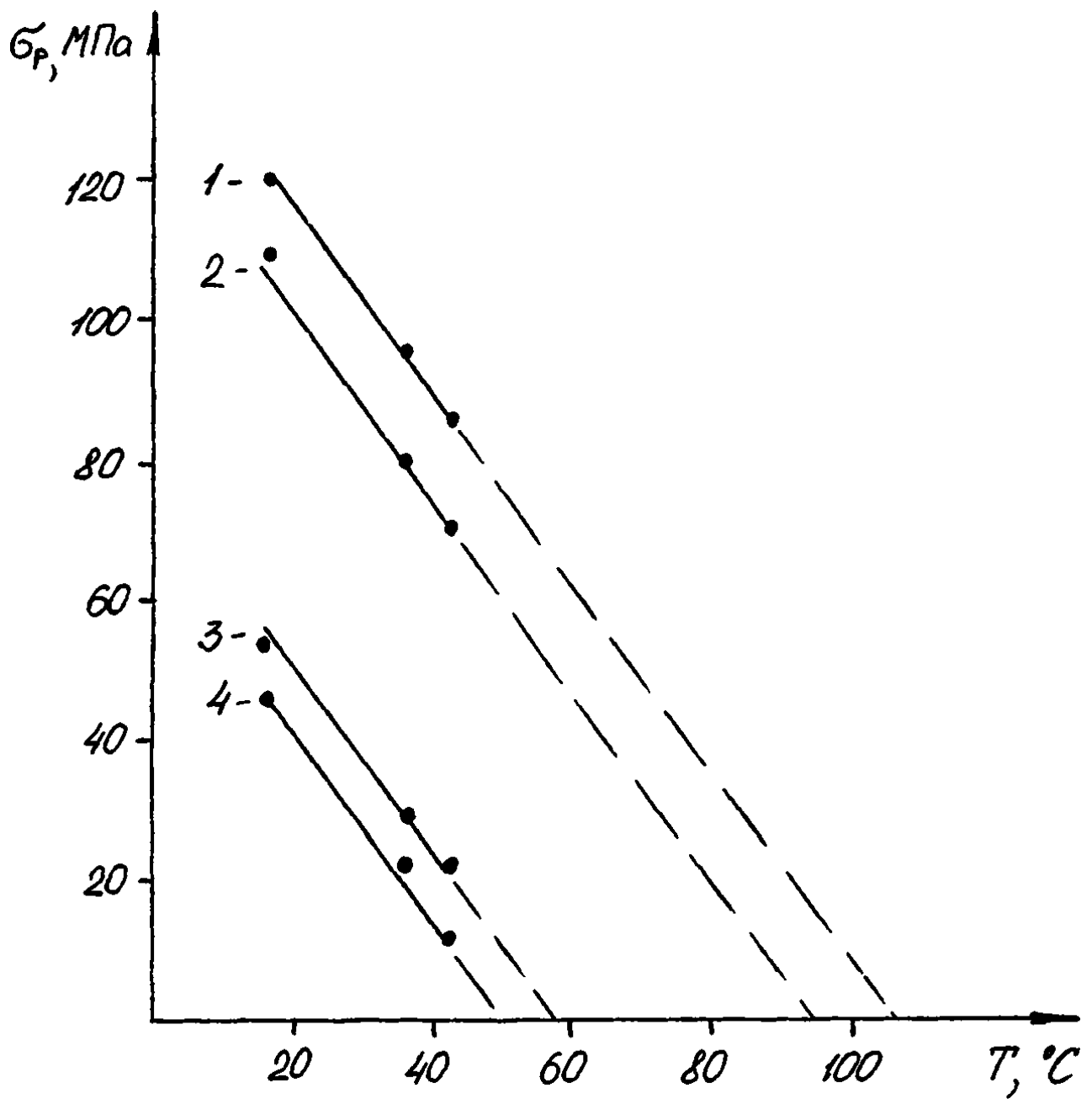


Рисунок. Температурная зависимость разрушающего напряжения  $\sigma_p(T)$

для шинных резин:

- 1 - боковина не эксплуатировавшейся шины;
- 2 - протектор не эксплуатировавшейся шины;
- 3 - боковина шины после эксплуатации;
- 4 - протектор шины после эксплуатации.

Влияние эксплуатационных факторов  
на долговечность легковой шины

Элемент шины	Тип каучука в резине элемента	Вид воздействия факторов	$\sigma_p$ , МПа	$U_0$ , кДж/моль	$\tau_{25}$ , лет	$\Delta\tau_{25}$ , лет (%)
Боковина	СКИ-3 с СКД (50 : 50)	Без эксплуатации	109	99,88	492	0
		Эксплуатация в дорожных условиях	43	87,62	82	410 (83)
Протектор	СКМС-30 АРКМ-15 (100)	Без эксплуатации	94	94,97	241	0
		Эксплуатация в дорожных условиях	33	84,66	53	188 (78)

Примечание.  $\sigma_p$  – разрушающее напряжение;  $U_0$  – энергия активации термомеханической деструкции;  $\tau_{25}$  – долговечность;  $\Delta\tau_{25}$  – потеря долговечности.

резины на основе комбинации каучуков СКИ-3 с СКД, упрочняющей структуру резины [7]. Параметры  $U_0$  и  $\tau_{25}$  протектора на основе СКМС-30АРКМ-15 значительно ниже по сравнению с боковиной.

Воздействие эксплуатационных факторов на шину приводит к снижению энергии активации термомеханической деструкции и долговечности протектора и боковины независимо от типа каучука в составе их резин.

Потеря долговечности в элементах шины связана с устойчивостью резин к температуре и атмосферным воздействиям и зависит от их интенсивности. Совместное действие многократных деформаций и атмосферных факторов приводит к потере долговечности, которая составляет в протекторе - 78 % и в боковине - 83 %.

Так как боковина автомобильной шины, не подверженной эксплуатации, обладает более высокими значениями разрушающего напряжения  $\sigma_p$ , энергии активации термомеханической деструкции  $U_0$  и долговечности  $\tau_{25}$ , по сравнению с протектором, то следовало бы ожидать меньшие потери долговечности в процессе эксплуатации шины. Однако наблюдается увеличение потери долговечности боковины, что можно объяснить влиянием рецептуры её резины и наиболее интенсивным (по сравнению с протектором) воздействием на боковину атмосферных факторов: света, кислорода и озона воздуха, УФ-излучения при эксплуатации шины [8]. Наличие в резине для боковин полуактивного технического углерода П-514 и повышенного содержания жидкого пластификатора - масла ПН-6 приводит к снижению озоностойкости боковины, что связано с увеличением молекулярной подвижности и повышением реакционной способности молекул каучука в твердой фазе [9, 10].

Таким образом, воздействие эксплуатационных факторов на автомобильную шину приводит к значительному снижению энергии активации

термомеханической деструкции  $U_0$  и, как следствие, к снижению долговечности  $t_{25}$  шинных резин. Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с существующими представлениями о влиянии на стойкость резин к термомеханической деструкции химического строения каучука, а также состава эластомерной композиции. Применение предлагаемого метода прогнозирования долговечности шинных резин позволяет количественно оценивать снижение параметров энергии активации термоокислительной деструкции и долговечности резин и прогнозировать сроки хранения и эксплуатации автомобильных шин.

### Литература

1. Павлов Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. - М.: Химия, 1982. - 224 с.
2. Токарева М.Ю., Кавун С.М., Лыкин А.С. Пути повышения эффективности стабилизирующих систем для шинных резин. Тем. обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим. Сер. «Произв-во шин», 1978. - 68 с.
3. Кавун С.М. Некоторые теоретические и практические аспекты старения и стабилизации эластомеров общего назначения. // Каучук и резина, 1994, № 5, с. 32-43.
4. Работа автомобильной шины / Под ред. В.И. Кнороза. - М.: Транспорт, 1976. - 238 с.
5. Прокопчук Н.Р., Алексеев А.Г., Старостина Т.В., Кисель Л.О. Метод определения долговечности резин. // Докл. АН БССР. 1990, Т. 34. № 11. с. 1026-1028
6. Зуев Ю.С. Разрушение резин в условиях, характерных для эксплуатации. - М.: Химия, 1980. - 288 с.

7. Догадкин Б.А. Химия эластомеров. - М.: Химия, 1972. - 392 с.

8. Салтыков А.В. Основы современной технологии автомобильных шин. - М.: Химия, 1974. - 472 с.

9. Зуев Ю.С., Праведникова С.И., Котельникова Г.В. Влияние наполнителей и мягчителей на сопротивление резин озонному растрескиванию при разных деформациях. // Каучук и резина, 1961. № 11. с. 15-21.

10. Эмануэль Н.М., Бураченко А.Л. Химическая физика старения и стабилизации полимеров. - М.: Наука, 1982. - 360 с.

## THE COMPARATIVE ESTIMATION OF THE DURABILITY OF TURE TO TAKE INTO CONSIDERATION THE EXPLOITATIVE FACTORS.

Aslovskaja O.A., Prokopchuk N.R., Kudinova G.D.

The proposed method forecasting the durability of rubber permit to quantitatively estimate at fall the parameters of the energy activation of the destruction and durability and receive the date of the exploitative term of ture.