

позите следует считать 75 мас.дол.%, при котором имеет место упрочнение материала и достигается величина модуля упругости (8,2 ГПа), близкая к значению этого свойства для натуральной кости (7-25 ГПа) [5].

Имплантаты из полученных композиционных материалов, содержащих 25-75 мас.дол.%, были подвергнуты медико-биологическим испытаниям. Рентгеновские исследования блоков челюстей подопытных животных показали, что все имплантаты, изготовленные этим методом, имеют 100% приживаемость.

Таким образом, создание композиций "биоситалл-полиамид" можно считать перспективным методом изготовления имплантационных материалов для стоматологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Саркисов П.Д., Михайленко Н.Ю., Строганова Е.Е. Биоактивные неорганические материалы для костного эндопротезирования // Техника и технология силикатов. - 1994. - N2.
2. Силич Л.М., Заяц Н.И., Чудаков О.П., Шандюкова М.А., Гайлевич С.А., Зубов Ю.Н. Ситаллы - биоимплантаты // Стекло и керамика. - 1992. - N4. С.26-28.
3. Солонко В.П. Наполненные кристаллизующиеся полимеры. - Киев: Наукова думка, 1980.
4. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. М.: Химия, 1991.
5. Hench L.L. Bioceramics: From Concept to Clinic // J. Am. Ceram. Soc. 1991. V74. - P.1487.

УДК 678.01.539.1/3+541.1

Н.Р.Прокопчук, профессор;

Г.Д.Кудинова, доцент;

О.А.Асловская, аспирант;

С.А.Гугович, инженер

#### ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШИННЫХ РЕЗИН ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ ПРИ ОЗОНИРОВАНИИ И УФ-ОБЛУЧЕНИИ

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

Определение времени эксплуатации (долговечности  $\tau$ ) полимерных материалов и его регулирование - актуальная физико-химическая и социальная проблема [1]. Особое практическое значение имеет точность определения долговеч-

ности, так как преждевременная замена изделий приводит к экономически нежелательным последствиям. Созданные к настоящему времени методы прогнозирования долговечности резины являются полумпирическими, малопродуктивными, не учитывают реальных условий их эксплуатации и хранения и пригодны лишь для сопоставительного анализа при разработке новых рецептур.

В условиях хранения, и особенно эксплуатации, в полимерном материале происходят физические процессы и химические превращения, снижающие долговечность материала, а следовательно, и срок службы изделия. В настоящее время ведутся интенсивные поиски наиболее универсального критериального параметра, отражающего деструктивные процессы в полимерном материале, протекающие при его старении под действием различных факторов внешней среды, и связанного с временем деструкции (долговечностью  $\tau$ ). Нами в качестве такого критериального универсального параметра предложена эффективная энергия активации термомеханодеструкции резины  $U_0$ , определяемая химическим строением каучука, рецептурой и структурой эластомерной композиции и изменяющаяся во времени под воздействием внешних эксплуатационных факторов.

В ранее проведенных работах теоретически и экспериментально была доказана необходимость проведения низкотемпературных испытаний (20-60°C) при определении энергии активации термомеханодеструкции во избежание изменения структуры полимерного материала в процессе его испытания [2].

Изучено влияние озона и УФ-облучения как при их раздельном, так и совместном действии на снижение энергии активации термомеханодеструкции и долговечность  $\tau_{25}$  шинных резин разрабатываемым экспресс-методом.

В процессе исследования были использованы протекторные резины для беговой части и боковин на основе каучуков с различной химической природой: НК, СКМК-30 АРКМ-15, СКИ-3 + СКД. Выбор данных резин обусловлен тем, что протекторные резины в условиях эксплуатации наиболее подвержены воздействию озона. Интерес представляли резины на основе каучуков с различной структурой молекулярной цепи, определяющей природу и энергию межатомных связей.

Озонирование резин проводилось по стандартной методике [3] при статической деформации 20%, концентрации озона  $5 \cdot 10^{-4}$ ;  $1 \cdot 10^{-3}$ ;  $1 \cdot 10^{-2}$  объемных процентов и продолжительности 70 мин. УФ-облучение осуществлялось ртутно-кварцевой лампой ПЛК-2 при температуре окружающей среды в течение 100 и 130 час. Долговечность резин рассчитывалась по уравнению

$$\tau = 10^{(-0,1115 \times U_0 - 3,687)} \times e^{U_0/RT}$$

где  $U_0$  - энергия активации термомеханодеструкции, определяемая из температурной зависимости разрушающего напряжения резины.

В ходе проведенных экспериментов были получены температурные зависимости разрушающего напряжения (рис. 1). По ним проведены расчеты энергии активации термомеханодеструкции и долговечности.

Показано, что с увеличением концентрации озона параметры энергии активации деструкции  $U_0$  и долговечность исследуемых резин  $t_{25}$  понижаются на 40-60% в зависимости от типа каучука и состава резины. В данном случае понижение долговечности находится в ряду СКМК-30 АРКМ-15 < СКИ-3 + СКД < НК.

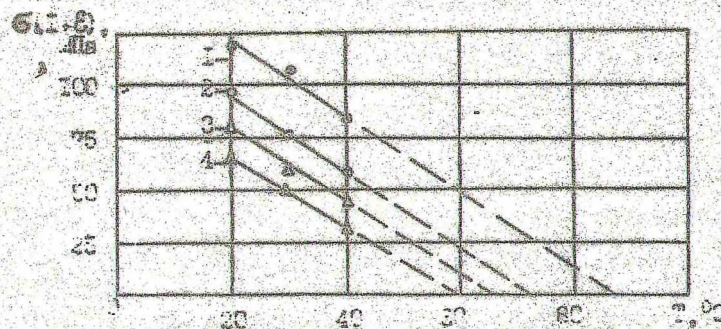


Рис. 1. Температурная зависимость разрушающего напряжения протекторных резин на основе НК, подверженных озонированию:

1 - исходный образец, 2, 3, 4 - озонированные образцы, концентрация озона соответственно  $5 \cdot 10^{-4}$ ;  $1 \cdot 10^{-3}$ ;  $1 \cdot 10^{-2}$  объемных процентов.

Из анализа зависимостей долговечности резин от концентрации озона, представленных в логарифмических координатах ( $\lg t$  -  $\lg C$ ), выявлено, что линейная экстраполяция этих зависимостей к значению концентрации озона окружающей среды, равной  $3 \cdot 10^{-6}$  объемных процентов, приводит к величинам долговечностей исходных неозонированных образцов (рис. 2). Это свидетельствует об объективности учета влияния озона окружающей среды на долговечность резин с помощью разрабатываемого экспресс-метода.

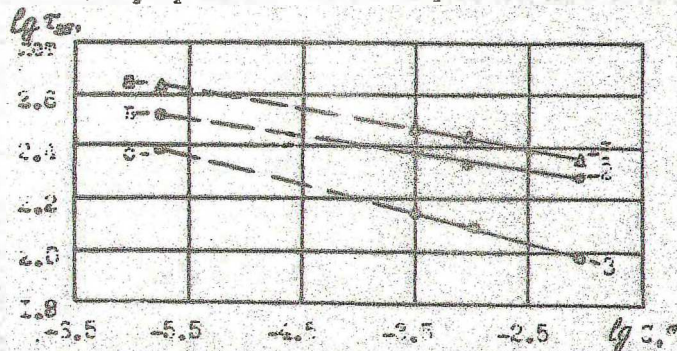


Рис. 2. Зависимость долговечности резин ( $t_{25}$ ) от концентрации озона в двойных логарифмических координатах:

а, в, с -  $\lg t$  исходных неозонированных образцов; 1 - СКИ-3 + СКД; 2 - СКМК-30 АРКМ-15; 3 - НК.

Установлено и количественно оценено снижение параметра  $U_0$  и  $\tau_{25}$  шинных резин при УФ-облучении. Снижение долговечности резин при УФ-облучении в течение 100 час. составляет 25-60% и зависит от типа каучука и рецептуры резин (табл. 1).

Табл. 1. Влияние УФ-облучения на долговечность резин 25°C ( $\tau_{25}$ )

Тип каучука в резине	Продолжительность УФ-облучения, час.	$\sigma_p$ , МПа	$U_0$ , кДж/моль	$\tau_{25}$ , лет	$\Delta\tau_{25}$ , лет(%)
НК	-	113	94.6	230	0
СКМК-30 АРКМ-15	-	121	97.0	326	0
СКИ-3 + СКД	-	143	98.7	418	0
НК	100	98	91.7	149	81(35)
СКМС-30 АРКМ-15	100	79	90.6	126	200(61)
СКИ-3 + СКД	100	129	96.7	310	108(26)
СКИ-3 + СКД	130	122	96.3	296	122(29)

Потеря долговечности связана с устойчивостью резин к УФ-облучению и находится в ряду СКИ-3 + СКД < НК < СКМС-30 АРКМ-15. Это можно объяснить образованием взаимопроникающей пространственной сетки в структуре резины на основе комбинации каучуков СКИ-3 + СКД и понижением содержания серы в составе резины [4].

Для выявления правомочности принципа сложения долей разрушения резин при расчете долговечности по разработанной методике было произведено исследование изменения долговечности при последовательном наложении озонирования и УФ-облучения на образцы резины на основе комбинации каучуков СКИ-3 + СКД. Факторы накладывались в следующей последовательности: 1) озон концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  объемных процентов + УФ-облучение 100 час.; 2) УФ-облучение 100 час. + озон концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  объемных процентов (табл. 2).

Табл. 2. Влияние совместного действия УФ-облучения и озона на долговечность резин при 25°C ( $\tau_{25}$ )

Тип каучука в резине	Последовательность наложения озона и УФ-облучения	$\sigma_p$ , МПа	$U_0$ , кДж/моль	$\tau_{25}$ , лет	$\Delta\tau_{25}$ , лет(%)
СКИ-3 + СКД	-	143	98.7	418	0
	УФ-облучение + озон	101	93.9	204	214(51)
	Озон + УФ-облучение	98	92.8	176	242(58)

Выявлено, что потеря долговечности при совместном воздействии озона и УФ-облучения равна сумме потерь долговечностей при раздельном воздействии факторов, т.е. соблюдается принцип сложения долей разрушения при учете многофакторного воздействия на резину.

На основании проведенных исследований показано, что разрабатываемый экспресс-метод, в отличие от известных методов, позволяет учитывать все эксплуатационные факторы, воздействующие на резины, путем вычитания соответствующих долей разрушения и таким образом прогнозировать реальные сроки службы резины в условиях хранения и эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заиков Г.Е., Голицук А.Я. Новые аспекты проблемы старения и стабилизации полимеров // Успехи химии. - 1993. - №6. - С.644-664.
2. Прокопчук Н.Р., Алексеев А.Г., Старостина Т.В., Кисель Л.О. Метод определения долговечности резины // Докл. АН БССР. - 1990. - Т.34. - N11. С.1026-1028.
3. ГОСТ 6949-63. Резина. Метод испытания на разрушение в среде озона при статической деформации. - Взамен ГОСТ6949-54. Введ.1.04.1964. Гр.Л.69. - бс.
4. Зуев Ю.С. Разрушение эластомеров в условиях, характерных для эксплуатации. - М.: Химия, 1980.

УДК 678.242.3

М.М.Ревяко, проф.;

В.В.Яценко, асс.;

Н.Д.Горшарик, н.с.;

В.А.Рябинин, асп.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ СИНТЕТИЧЕСКОГО МРАМОРА

The investigations of technological and mechanical properties of synthetic marble were carried out.

Совершенствование технологии получения и применения изделий из искусственного мрамора для бытовых целей и промышленного использования требует установления четких закономерностей поведения композита от изменения содержания любого из ингредиентов.

Практика показала, что технологический процесс получения искусственного мрамора с использованием в качестве связующего ненасыщенных поли-