

вискозное — 40% и капроновое — 10% (III вариант) ; или шерстяное 50% + 50% нитрон (IV вариант).

Проведенное исследование показало, что для изготовления верхних трикотажных изделий, особенно спортивных зимнего назначения, не всегда целесообразно использовать высокообъемную полиакрилонитрильную пряжу, а также высокообъемные нити в значительном количестве (60%). Это обусловлено их высокой электризуемостью, малой устойчивостью к истиранию и низкими теплозащитными свойствами.

Л и т е р а т у р а

1. Задесенец Е.Е. и др. Оценка качества товаров народного потребления. М., 1972. 2. Трапезников В. Критерий и качество. — "Правда", 1963, 20 октября. 3. Федоров М.В. О комплексной оценке качества промышленных изделий. — "Техническая эстетика", 1966, № 3. 4. Ковачев И. О комплексной оценке качества промышленной продукции. — "Техническая эстетика", 1969, № 1. 5. Lilie H. Qualität durch Kennziffern messbar machen. — "Die Wirtschaft", 1962. 6. Азгальдов Г.Г. Проблемы измерения и оценка качества продукции. М., 1969. 7. Гличев А.В., Панов В.П. Комплексная экономическая оценка надежности и долговечности изделий. М., 1970. 8. Eckenrode R.T. Weighting multiple criteria. — "Management Science", 1965, № 12.

Н.М. Несмелов, Н.С. Хромова, С.А. Павлов

ИСПЫТАНИЕ НА ПОЛЗУЧЕСТЬ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРИСТЫХ РЕЗИН

Характер вулканизационных структур имеет доминирующее значение в отношении устойчивости резин против разрушения при многократных деформациях [1]. Поведение вулканизаторов монолитной структуры при утомлении можно проверить испытанием на ползучесть [2]. Основан этот метод на зависимости термомеханической устойчивости вулканизационных структур от величины энергии поперечных связей,

Ползучесть позволяет объяснить ряд свойств, связанных с подвижностью структурных элементов резин (сопротивление

Таблица 1. Рецептуры резиновых смесей исследуемых резин, вес. ч.

Компоненты	Шифры смесей					
	I	II	III	IV	V	VI
Каучук СКС-30-1 с содержанием 1,25% МАК	100	-	100	-	100	-
Каучук с содержанием 5% МАК	-	100	-	100	-	100
Высокостирольная смола дуранил -- 15 с	10	10	10	10	10	10
Ализариновое масло	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Алюмосиликат	75	75	75	75	75	75
Порообразователь ЧХЗ-23	6	6	6	6	-	-
Сера	-	-	1,5	1,5	3,8	3,8
Каптакс	-	-	0,2	0,2	2,5	2,5

многократным деформациям и раздиру, предел прочности при растяжении) [3, 4].

Установлена возможность использования метода испытания на ползучесть для исследования легких пористых резин с различной природой химической сетки.

Для этого были выработаны резины на основе бутадиенстирольных карбоксилсодержащих каучуков (СКС - 30-1), отличающиеся как содержанием метакриловой кислоты (МАК) в каучуке, так и природой вулканизирующих агентов (табл. 1).

Получение резиновых смесей проводилось на лабораторных вальцах в течение 20--25 мин. при температуре 308--318° К. Вулканизация осуществлялась в гидравлическом прессе с паровым обогревом при температуре $432 \pm 2^\circ \text{K}$ и давлении на плунжере $981 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2$.

Продолжительность вулканизации составляла для смесей: бессерных (I и II) -- 20 мин; комбинированных (III и IV) -- 8 и серных -- 15 мин.

В основу исследования положена методика определения сопротивления резин старению по ползучести [5]. Опытные образцы вырубали из штампованных пластин. При этом наружные слои удалялись. Испытания проводились на кольцевых образцах толщиной 2,5 -- 3,5 мм в термостате при температуре $347 \pm 1^\circ \text{K}$. С учетом плотности образцы находились под постоянным напряжением $981 \cdot 10^3 \text{ н/м}^2$. Изменение длины образцов фиксировалось при 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 10; 15; 30; 45; 60 мин (t), затем через каждые 1--2 ч в течение суток.

Результаты испытаний представлены на рис. 1 (номера кривых соответствуют шифрам резин).

Положение кривых показывает, что наибольшей ползучестью (ϵ) характеризуются легкие бессерные резины (кривые 1 и 2). Наименьшей ползучестью обладают серные вулканизаты (кривые 5,6). Резины, полученные за счет структурирования комбинированной вулканизирующей группой, занимают промежуточное положение.



Рис. 1. Ползучесть исследуемых резин.

Пористые бессерные резины I и II имеют одинаковую природу химических связей. Однако ползучесть резины II из каучука с большим содержанием МАК имеет меньшую величину, что обусловлено более выраженным эффектом структурирования. Это подтверждается результатами равновесного набухания в бензоле (табл.2), а также значениями равновесного модуля.

Таблица 2. Результаты испытаний опытных резин

Показатели	Время утом- ления	Шифры резин					
		I	II	III	IV	V	VI
Равновесное набухание, %	0	571	384	362	560	-	-
" "	2	557	431	352	539	-	-
" "	5	577	420	413	531	-	-
" "	20	570	430	381	520	-	-
Содержание свободной серы, %		-	-	0,032	0,27	0,049	0,27
Сопротивление многократным деформациям растяжения, тыс. циклов, более		600	510	300	330	50	50

При испытании резины II вследствие большей густоты химической сетки напряжение распределяется на большее количество связей, чем в случае резины I из каучука с меньшим содержанием МАК. Поэтому и ползучесть ее имеет меньшую величину.

Создание в структуре резин из карбоксилсодержащих каучуков дополнительных серных связей вызывает заметное снижение их ползучести (кривые 3 и 4). Следовательно, введение в рецептуру серно-ускорительной группы, также как и повышение содержания МАК в каучуке, приводят к заметному снижению рассматриваемого показателя. Близость расположения кривых ползучести резин II и IV определяется не только природой связей, но и степенью густоты химической сетки.

Положения кривых 3 и 4 как бы нарушают закономерности, установленные для бессерных резин (кривые 1 и 2). Это явление объясняется тем, что каучук с 1,25% МАК имеет более высокое содержание двойных связей, чем каучук с 5% МАК. Поэтому при его вулканизации серой образуется большее количество связей, что подтверждается результатами определения содержания в резинах свободной серы (табл. 2).

С другой стороны, эффект структурирования резиновых смесей бифункциональным соединением (ЧХЗ - 23) и продуктами его разложения увеличивается с повышением полярности каучука. Поэтому при вулканизации каучука с содержанием 5% МАК должна образовываться преимущественно гибкая химическая сетка за счет структурирования по COOH - группам. Влияние дополнительного создания в структуре резин серных связей на их ползучесть наиболее наглядно проявляется при сравнении бессерной резины II и резины комбинированной вулканизации III.

Значения ползучести этих резин различны, хотя данные равновесного набухания очень близки.

Более низкие значения ползучести для резины III обусловлены как наличием в ее структуре серных связей, так и меньшим, чем в случае резины II, содержанием "гибких" связей за счет взаимодействия COOH -групп каучука с бифункциональным соединением и продуктами его разложения. Именно химическая сетка из таких связей обеспечивает высокую подвижность структурных элементов резин. На это указывает положение кривых 1 и 2 на рис. 1.

Проведенные исследования подтверждают вывод об образовании "гибкой" химической сетки при структурировании рези-

новых смесей на основе карбоксилсодержащих каучуков бифункциональным органическим соединением [6]. Это обеспечивает резинам очень высокое сопротивление многократным деформациям (табл. 2).

Высокая подвижность структурных элементов бессерных резин, способность связей химической сетки к переориентации под воздействием внешней силы в заметной мере снижается при дополнительном создании в них серной химической сетки. Это находит выражение как в снижении их ползучести, так и сопротивления утомлению.

Выводы

1. Выявлена качественная взаимосвязь между результатами испытаний резин на ползучесть и утомление. Это позволяет считать метод испытания на ползучесть хорошим средством для исследования резин пористой структуры.

2. В зависимости от природы поперечных связей как ползучесть, так и сопротивление резин утомлению снижаются в ряду: бессерные, комбинированной вулканизации и серные вулканизаты.

3. Факторы, определяющие повышение густоты химической сетки при структурировании (содержание COOH -групп в каучуке и диеновых звеньев), приводят к снижению ползучести и сопротивления резин утомлению.

Л и т е р а т у р а

1. Догадкин Б. А., Тарасова З. Н. Вулканизационные структуры и их влияние на термическую устойчивость и утомление резины. — "Коллоидный журнал". Т. ХУ, 1953, №5.
2. Догадкин Б. А., Куанышев К. Г., Гуль В. Е. Ползучесть при многократных деформациях (динамический крип) как метод исследования структуры вулканизатов и их структурных изменений. — "Коллоидный журнал". Т. ХХУ, 1963, № 3.
3. Долгопосок Б. А. и др. Карбоксилсодержащие каучуки. — "Каучук и резина", 1957, №№ 3, 6.
4. Куперман Ф. Е., Кармин Б. К. Особенности усталостных свойств резин из карбоксилсодержащих каучуков. — "Каучук и резина", 1964, №1.
5. ГОСТ 10269. Резина. Метод определения старения по ползучести. М., 1968.
6. Несмелов Н. М. и др. Влияние вулканизирующих веществ на свойства пористых резин. — "Кожевенно-обувная промышленность", 1971, №8.