

Е. И. Щербина, профессор; Р. М. Долинская, доцент;  
Т. Д. Свидерская, мл. науч. сотрудник;  
Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, профессор

### ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВЫЕ КАУЧУКИ ДЛЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

In work the researches connected to development of compoundings of rubber of materials on the basis of rubbers of special assignment for manufacturing extruded mechanical rubber goods. of products were carried spent. It is shown, that the best complex of physicommechanical parameters is reached achieved at use elastomeric compositions on a basis etilen-propilen rubber.

**Введение.** Шприцованные изделия (патрубки, шланги) широко используются в различных отраслях народного хозяйства, в частности в автомобилестроении, например в гидросилителях, кондиционерах и различных системах управления.

В современных автомобилях очень высоко ценится пространство, поэтому уменьшается пространство под капотом. Требования к экономичности двигателя и его аэродинамическим характеристикам привели к разработке силовых агрегатов, работающих при более высоких температурах и в ограниченном пространстве. В результате возникла потребность в более совершенных шлангах [1]. При этом ожидается, что срок службы многих из них будет таким же долгим, как и автомобиля. Борьба за пространство привела к тому, что многим автомобильным шлангам придается более сложная форма.

Таким образом, исследования, связанные с разработкой рецептур эластомерных материалов для изготовления на их основе шприцованных резинотехнических изделий, являются важными и актуальными.

**Основная часть.** Основным объектом исследования нами выбран этилен-пропиленовый каучук (СКЭПТ). Отсутствие двойных связей в главной цепи СКЭПТ обеспечивает озоностойкость, стойкость к окислению и теплостойкость эластомерных композиций на его основе; углеводородная природа этого каучука обеспечивает стойкость к действию полярных сред (воды, гликолей и др.), низкую температуру хрупкости и высокое электросопротивление; благодаря низкой плотности каучука и его способности к высокому наполнению обуславливает низкую стоимость резин на его основе.

Преимущества СКЭПТ по сравнению с другими каучуками хорошо видны из данных, приведенных в табл. 1. Кроме того, СКЭПТ является наиболее экономически выгодным эластомером по сравнению с другими каучуками, имеющими насыщенную структуру основной цепи (табл. 2). Эластомерные композиции изготавливали на лабораторных вальцах 320 160/160.

Физико-механические свойства исследовали, согласно методикам ГОСТ.

По сравнению с другими типами каучуков СКЭПТ содержит значительно меньшее количе-

ство двойных связей, поэтому серная вулканизация протекает медленнее и требует более высокого содержания вулканизирующих агентов или применения более активных ускорителей вулканизации. Обычно для СКЭПТ используют 1,0–1,5 мас. ч. серы с 3–5 мас. ч. ускорителей [1]. Более низкая дозировка серы приводит к уменьшению плотности поперечных связей и ухудшению механических свойств, если не увеличить содержание ускорителей. С ростом содержания серы повышаются скорость и степень вулканизации. Поэтому в данной работе использовали среднюю дозировку серы (1,6 мас. ч.). При применении одиночных ускорителей обычно продолжительность вулканизации СКЭПТ очень высокая, а плотность сшивания низкая. Обе эти характеристики улучшаются, если использовать комбинации ускорителей. В этом случае сокращается продолжительность вулканизации и повышается степень сшивания вулканизатов.

Известно [2], что содержание серы, природа и концентрация ускорителей оказывают огромное влияние на структуру вулканизационной сетки. В смесях с высоким содержанием серы при быстрой вулканизации при низкой температуре первоначально образуются полисульфидные связи, которые в случае продолжительной вулканизации или тепловой обработки превращаются в более короткоцепочечные структуры.

Стандартные вулканизирующие системы при длительной вулканизации образуют преимущественно моно- и дисульфидные структуры. Этот процесс сопровождается превращением тиурамсульфидов в дитиокарбаматы цинка. Образование моно- и дисульфидных структур в особенности заметно в присутствии доноров серы, которые обеспечивают большую стойкость к реверсии, меньшую остаточную деформацию сжатия и лучшую термостабильность вулканизатов.

На тип образующихся поперечных связей оказывает влияние и концентрация стеариновой кислоты. С ее увеличением повышается плотность поперечного сшивания и растет число моно- и дисульфидных структур при расходовании полисульфидных поперечных связей. Общие основные зависимости серной вулканизации справедливы и для СКЭПТ. Ненасыщенность СКЭПТ

постепенно снижается в ходе вулканизации и почти исчезает при использовании оптимальной вулканизирующей системы и достаточно высокой плотности поперечного сшивания.

Таким образом, проведенные исследования позволили отработать рецептуру композиции и установить порядок ввода ингредиентов эластомерной композиции. Отработку порядка ввода компонентов при изготовлении эластомерной композиции проводили на лабораторных валь-

цах с охлаждением. Добавляли каучук, нефтяной битум, сантогард, парафин. После перемешивания всех компонентов и получения однородной композиции вводили белила цинковые, кислоту стеариновую, технический углерод, мягчитель-пластификатор ПН-6ш, дитиодиморфолин, каптакс. Затем опять проводили охлаждение вальцев и в композицию вносили серу, тиурам. Результаты испытаний физико-механических свойств композиций приведены в табл. 3.

Таблица 1

**Свойства СКЭПТ в сравнении со свойствами других каучуков**

Свойства	СКЭПТ	НК, СКИ	БСК	ПБ	БК	БНК	ПХ
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	870	930	940	910	920	960	230
Стойкость к действию:							
– атмосферных условий	5	3	3	2	4	2	4
– озона	5	2	2	2	4	2	4
– высокой температуры	5	2–3	3–4	3–4	4–5	3	4
– низкой температуры	4	4	4	5	3	3	3–4
– кислот	5	4	4	4	5	4	3–4
– щелочей	5	4	4	4	5	4	3–4
– минеральных масел	2	2	2	2	2	5	4
– животных жиров	4	4	4	4	4	5	4
– истирания	4	4	4	5	3	4	4
– раздира	3	5	3	3	4	3	4
– пара	5	4	4	4	5	3–4	3
Прочность	4	5	4	4	2	4	4
Накопление остаточной деформации сжатия	4	5	5	4	3	4	4
Эластичность	4	5	4	4	2	2	4
Газонепроницаемость	3	2–3	2–3	2	5	4	4
Огнестойкость	2	2	2	2	2	3	4
Динамические свойства	4	5	4	5	2	3	3
Стабильность цвета	5	4–5	4	4	4–5	4	2
Диэлектрические свойства	5	4	3–4	3–4	5	2	2–3
Конфекционная клейкость	2	5	3–4	3	4	3	4
Адгезия к корду	2	5	3–4	3–4	2–3	4	4
Способность к наполнению:							
– маслом	5	4	3–4	3–4	2	3	3
– техническим углеродом	5	4–5	4	4	2	3–4	3–4
Обрабатываемость	4	5	4	2	2	3	3

*Примечание 1.* НК – натуральный каучук; СКИ – изопреновый каучук; БСК – бутадиен-стирольный каучук; ПБ – полибутен; БК – бутилкаучук; БНК – бутадиен-нитрильный каучук; ПХ – хлорированный полиэтилен.

*Примечание 2.* 5 – отличные; 4 – хорошие; 3 – удовлетворительные; 2 – неудовлетворительные.

Таблица 2

**Сравнительная характеристика каучуков специального назначения с насыщеннй основной цепью полимера**

Каучук	Главная цепь полимера	Функциональность боковых групп	Мировое производство, тыс. т/г	Стоимость, %
СКЭПТ	Алифатическая	Диеновая группа	498	100
Полиэпихлоргидриновые	Полиэфирная	Хлорметильная группа	12	370
Полиакрилатные	Алифатическая	Карбоксигруппы	24	320
Полисилоксановые	Кремний-кислородная	Органические радикалы	32	640
Фторкаучуки	Фторуглеродная	Фторуглеродные группы	5	560
Хлорсульфированный полиэтилен	Алифатическая	Сульфонилхлоридная группа	35	200
Хлорированный полиэтилен	Алифатическая	Хлоргруппа	50	180

## Рецептура и физико-механические свойства эластомерных композиций

Наименование ингредиентов и показателей	Образцы				
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Каучук синтетический этилен-пропиленовый	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Сера техническая	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0
Тиурам Д	2,5	2,0	1,7	1,5	1,4
Дитиодиморфолин	1,7	1,5	1,1	0,9	0,7
Каптакс	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
Белила цинковые	4,0	3,5	3,0	2,8	2,5
Парафин	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Битум нефтяной	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Масло-мягчитель ПН-6ш	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
Кислота стеариновая	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Углерод технический П803	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
Углерод технический П234	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Сантогард РVI	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Физико-механические показатели					
Режим вулканизации при температуре $(160 \pm 3)^\circ\text{C}$ и времени 10 мин					
Кольцевой модуль	11,2	10,4	8,2	9,6	10,2
Плотность, $\text{кг/м}^3$	1230	1240	1250	1255	1240
Пластичность, усл. ед.	0,30	0,42	0,45	0,5	0,52
Режим вулканизации при температуре $(151 \pm 1)^\circ\text{C}$ и времени 40 мин					
Условная прочность при растяжении, МПа	6,0	6,5	7,5	7,0	6,8
Относительное удлинение при разрыве, %	280	240	200	190	180
Твердость, ед. Шор А	60	65	70	65	60
Изменение относительного удлинения после старения в воздухе, %	-50	-48	-45	-48	-50

**Закключение.** Таким образом, анализ полученных результатов показал, что изменение содержания компонентов в составе вулканизирующей группы влияет на физико-механические показатели композиции. Оптимальное сочетание показателей установлено для образца № 3, в котором вулканизирующая группа состоит из серы, тиурама Д, дитиодиморфолина, каптакса, белил цинковых. Разработана композиция для создания шприцованных резинотехнических изделий,

которая обладает наилучшим комплексом физико-механических свойств.

## Литература

1. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шервядев. – М.: Химия, 2000. – 288 с.
2. Кузьминский, А. С. Физико-механические основы получения, переработки и применения эластомеров / А. С. Кузьминский, С. М. Кавун, В. П. Кирпичев. – М.: Химия, 1976. – 368 с.