

УДК 678.4/7:537.311

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ МЕДИ
НА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА РЕЗИН
НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНОВОГО КАУЧУКА**

Каблов В.Ф., Петрюк И.П., Калеев В.О.

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: lppm@vstu.ru*

В работе показано использование этиленпропиленового каучука, модифицированного высокодисперсными частицами меди, для разработки электропроводящих композиций; установлено, что для разработки электропроводящих резин на основе этиленпропилендиеновых каучуков содержание электропроводных наполнителей должно быть не менее 22% (об.).

Ключевые слова: эластомеры, нанокompозиты, металлические частицы, модификация, электропроводные резины

**INFLUENCE OF HIGH-DISPERSE PARTICLES OF COPPER
ON ELECTROCARRYING-OUT PROPERTIES OF RUBBERS
ON THE BASIS OF ETHYLENE-PROPYLENE RUBBER**

Kablov V.F., Petryuk I.P., Kaleev V.O.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: lppm@vstu.ru

Use of the ethylene-propylene rubber modified by high-disperse particles of copper, for development of electrocarrying-out compositions is shown. It is established that for development of electroconductive rubbers on the basis of EPDM the maintenance of electrowire fillers must be not less than 22%.

Keywords: elastomers, nanocomposites, metal particles, modification, electrowire rubbers

Эластомерные электропроводные композиционные материалы с разным уровнем электрических характеристик находят широкое применение во многих отраслях промышленности и в медицине [3, 9].

Для придания эластомерным композициям свойств электропроводных материалов наиболее часто используют в качестве наполнителей специальные марки технического углерода и графита. Они, при относительно малом содержании в эластомерах, за счет высокой адсорбционной поверхности, структурности и шероховатости, создают совместно с эластомером углерод-эластомерную структуру, необходимую для переноса электрического заряда в материале [3-4].

Одним из перспективных способов придания резинам электропроводящих свойств является модифицирование эластомерных матриц высокодисперсными частицами металлов [7].

Ранее было показано влияние высокодисперсных частиц меди на теплостойкость резин на основе этиленпропиленового каучука [1, 2, 5], учитывая высокие электрические характеристики этих частиц, представляет интерес провести анализ влияния содержания высокодисперсных частиц меди на электропроводящие свойства эластомерных композиций.

Поэтому целью работы являлось исследование электрических свойств композиций на основе этиленпропиленового каучука,

модифицированного высокодисперсными частицами меди.

В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси на основе этиленпропиленового каучука СКЭПТ-40 с пероксидной вулканизирующей системой. В качестве наполнителя композиции содержали активный технический углерод П-324. Для модификации эластомерной матрицы высокодисперсными частицами меди использовался метод высокоскоростного термического разложения металлсодержащего органического прекурсора в полимере [6]. В качестве прекурсора был выбран дигидрат формиата меди $(\text{Cu}(\text{HCOO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$. Вулканизация образцов модифицированных резин проводилась при температуре 160 °С в течение 30 минут.

Исследование состава и дисперсности металлических частиц в полученных образцах осуществлялось с помощью рентгеноструктурного анализа. Съемка дифрактограмм проводилась на аппарате ДРОН-3,0 в излучении $\text{Cu}_{K\alpha}$ (Ni-фильтр). Размеры металлических частиц определяли по методу аппроксимаций, основанному на уравнении Селякова – Шеррера.

Измерение электрического сопротивления образцов резин проводили потенциометрическим методом с помощью универсального измерителя LCR E7-11.

Определение физико-механических характеристик исследуемых эластомерных

материалов проводилось по ГОСТ 270-75, ГОСТ 263-75.

Определение плотности полученных образцов производилось гидростатическим методом в соответствии с ГОСТ 267-73.

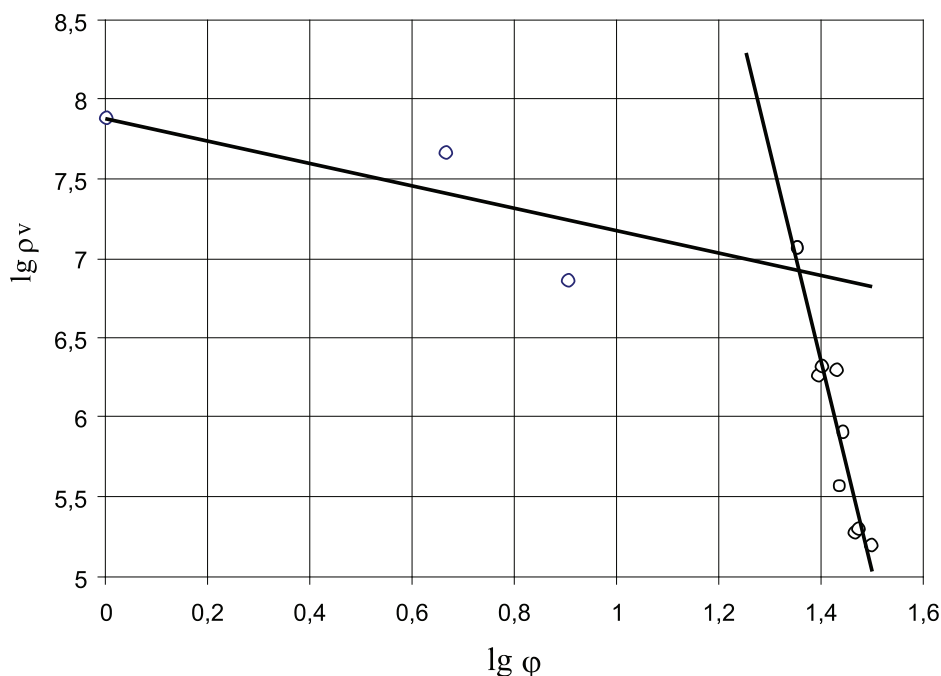
Рентгеноструктурный анализ показал, что в исследуемых образцах модифицированного эластомера наблюдаются отражения от плоскостей кристаллической решетки соответствующие по картотеке ASTM меди. После разделения физического уширения на две его составляющих – уширения, связанного с микронапряжениями и малостью областей когерентного рассеяния, установлено, что средний размер частиц меди – 143 нм.

Как видно из представленных в таблице данных, модельные композиции на основе модифицированного каучука обладают удовлетворительными физико-механическими показателями. При этом, хорошо видно, что содержание модифицирующей добавки не оказывает заметного влияния на деформационно-прочностные характеристики исследуемых резин. Это позволяет предположить, что и для промышленных рецептур замена каучука на модифициро-

ванный сополимер позволит сохранить исходный уровень механических характеристик.

По величине удельного объемного электрического сопротивления (ρ_v) исследуемые материалы относятся к группе полупроводников [8]. При этом, из данных таблицы хорошо видно, что использование в составе композиции каучука, модифицированного высокодисперсными частицами меди, позволяет на порядок повысить электропроводящие свойства эластомерного материала.

На рисунке представлена зависимость ρ_v полученных композитов, от содержания электропроводящего наполнителя. На рисунке видно, что в логарифмических координатах эта зависимость имеет два линейных участка, точка пересечения которых соответствует порогу перколяции, выше которого в системе «эластомер–наполнитель» образуется структура, обеспечивающая перенос электрического заряда. Исследования показывают, что критическая концентрация (порог перколяции) электропроводящего наполнителя для резин на основе этилпропилендиенового каучука составляет ~22% (об.).



Зависимость удельного объемного электрического сопротивления (ρ_v) исследуемых композиций от содержания (ϕ) электропроводящего наполнителя

Таблица

Составы и свойства исследуемых эластомерных композитов

Состав композиции	Содержание, масс. ч.											
	10	10	10	10	50	50	50	50	90	90	90	90
Частицы меди	10	10	10	10	50	50	50	50	90	90	90	90
Технический углерод П-324	–	60	70	80	–	60	70	80	–	60	70	80
Физико-механические свойства												
f_p , МПа	0,56	0,80	0,78	0,96	0,79	2,35	1,24	1,48	0,96	1,80	2,77	0,79
ϵ_p , %	128	90	83	45	113	212	110	68	105	115	47	50
q , %	5	8	4	7	4	9	7	7	4	7	4	4
H, усл.ед.	47	64	68	71	52	65	71	74	59	74	78	77
ρ , кг/м ³	970	1110	1204	1252	1308	1363	1338	1370	1379	1582	1574	1529
Электропроводящие свойства												
$\rho_v \cdot 10^{-6}$, Ом·м	75,1	11,6	2,1	0,8	45,4	1,9	0,4	0,2	7,3	2,0	0,2	0,2
$\chi_v \cdot 10^6$, Ом ⁻¹ ·м ⁻¹	0,01	0,09	0,48	1,22	0,02	0,53	2,70	5,13	0,14	0,50	5,26	6,45

Примечание. f_p – условная прочность при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; θ – относительное остаточное удлинение после разрыва; H – твердость по Шору А; ρ – плотность; ρ_v – удельное объемное электрическое сопротивление; χ_v – удельная эквивалентная электропроводность.

Таким образом, в ходе проведенных исследований показана возможность разработки электропроводящих резин на основе этиленпропиленового каучука модифицированного высокодисперсными частицами меди; установлено, что для разработки электропроводящих резин на основе этиленпропилендиеновых каучуков содержание электропроводных наполнителей должно быть не менее 22%(об.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние наполнителей, модифицированных металлами переменной валентности, на высокотемпературное старение резин на основе этиленпропиленового каучука / И.А. Новаков, В.Ф. Каблов, И.П. Петрюк [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград: РПК «Политехник», 2011. – Вып. 8, № 2. – С. 102-105.

2. Высокотемпературное старение резин на основе этиленпропиленового каучука, модифицированного частицами металлов переменной валентности / И.А. Новаков, В.Ф. Каблов, И.П. Петрюк, А.Е. Михайлюк // Каучук и резина.– 2010.– № 5.– С. 27-32.

3. Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. Электропроводящие полимерные композиции.– М.: Химия, 1984. – 240 с.

4. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Буканов А.М. Общая технология резины.– М.: Химия, 1978. – 528 с.

5. Модификация эластомерной матрицы частицами металлов переменной валентности для резин, подвергающихся высокотемпературному воздействию / И.А. Новаков, В.Ф. Каблов, И.П. Петрюк, А.Е. Сомова // Каучук и резина.– 2009. – № 1. – С. 5-8.

6. Патент РФ № 2470958, МПК С 08 К 5/098, С 08 L 9/00. Способ получения эластомерных металлсодержащих композиционных материалов / И.А. Новаков, И.П. Петрюк, В.Ф. Каблов [и др.]– Заявл. 29.07.2011; опубл. 27.12.2012, Бюл. № 36.

7. Помогайло А.Д. Наночастицы металлов в полимерах / А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд.– М.: Химия, 2000.– 672 с.

8. Физикохимия полимеров / А.М. Кочнев, А.Е. Заикин, С.С. Галибеев, В.П. Архиреев.– Казань: «Фэн», 2003.– 512 с.

9. Эластомерные электроды рукавного типа / Е.Г. Платонова, В.Ф. Корнюшко, О.П. Отченашев, Ю.П. Смирнов // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов»: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ.– Волгоград: РПК «Политехник», 2010.– Вып. 7, № 2.– С. 167-170.