

## СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ РЕЗИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

*Н.Я. Овсянников, А.Е. Корнев*

**Р**ассмотрено влияние введения смесевых наполнителей на комплекс технологических, физико-механических и электрических характеристик резин на основе каучука СКМС-30АРКПН. В качестве наполнителей были использованы пары наполнителей технический углерод марки П 367Э и П 803 и технический углерод марки УМ 85 и П 803. Выбран оптимальный режим введения технического углерода в резиновую смесь для получения резин с высокими электрическими характеристиками.

Для придания эластомерным материалам необходимых электрических характеристик в состав композиций вводят наполнители с высокой электрической проводимостью. В качестве таких наполнителей могут быть использованы металлы в виде тонкодисперсных порошков, стружек, волокон или специальные марки технического углерода и их комбинации с графитом [1].

Наиболее широкое применение для получения эластичных электропроводных материалов находит технический углерод. Специальные марки электропроводного технического углерода (ацетиленовый, П 267Э, П 367Э, УМ 66, УМ 76 и УМ 85) при введении в эластомер за счет большой удельной адсорбционной поверхности, высокой структурности и шероховатости образуют в резинах при достаточном наполнении пространственную углерод-эластомерную структуру (ПУЭС), по которой осуществляется перенос электрических зарядов [2].

Основными факторами, оказывающими влияние на уровень электрических свойств эластомерных материалов, являются:

- тип и содержание наполнителя, эластомерного связующего, пластификатора и поверхностно-активных веществ;
- режимы приготовления композиций, их последующая технологическая обработка,

условия вулканизации, а также условия эксплуатации эластомерного изделия.

Все эти факторы напрямую или опосредованно связаны с параметрами образующейся в материале ПУЭС. Следовательно, изучение ПУЭС и направленного ее формирования в эластомерном материале – ключ к созданию эластомерных электропроводных композиций не только с необходимым уровнем электропроводности, но и сохраняющих высокую стабильность электрических характеристик при эксплуатации.

Большой объем экспериментальных данных показывает, что максимальными электропроводными свойствами и максимальной стабильностью электрических характеристик, обладают резины с избыточным (выше оптимальной степени наполнения) содержанием электропроводного технического углерода [2]. Однако резиновые смеси с избыточным содержанием технического углерода обладают, как правило, высокой вязкостью, плохо перерабатываются на технологическом оборудовании, их физико-механические характеристики заметно уступают резинам с оптимальной степенью наполнения.

Одним из способов получения высокотехнологичных резиновых смесей и резин на их основе, обладающих высокой электропроводностью и

относительно высокой стабильностью электрических характеристик является использование комбинации двух и более марок технического углерода [3], т.е. смесевых композиций технического углерода. При этом наибольшая эффективность достигается при использовании марок технического углерода, которые существенно отличаются друг от друга по дисперсности, удельной адсорбционной поверхности и структурности [4].

Исследованы резиновые смеси на основе каучука СКМС-30 АРКПН, наполненные смесевыми композициями технического углерода марки П 367Э (электропроводный технический углерод, содержание которого варьировалось от 20 до 60 масс.ч. на 100 масс.ч. каучука) и технического углерода марки П 803 (не придающий резинам электропроводных свойств, содержание которого варьировалось от 20 до 60 масс.ч. на 100 масс. ч. каучука), а также смесевыми композициями технического углерода марки УМ 85 (электропроводный технический углерод) и технического углерода марки П 803 с такими же дозировками технического углерода.

Смесевые композиции технического углерода марок П 803 и П 367Э вводили в каучук на лабораторных вальцах по следующим режимам смешения:

1-ый режим смешения. Вначале изготавливали маточную резиновую смесь с соответствующим количеством (20, 40, 60 масс.ч.) технического углерода марки П803 и других ингредиентов, затем в нее вводили необходимое количество (20, 40, 60 масс.ч.) электропроводного технического углерода марки П 367Э.

2-ой режим смешения. Вначале изготавливали маточную резиновую смесь с соответствующим количеством (20, 40, 60 масс.ч.) электропроводного технического углерода марки П 367Э и других

ингредиентов, затем в нее вводили необходимое количество (20, 40, 60 масс.ч.) технического углерода марки П 803.

3-ий режим смешения. Технический углерода марок П 803 и П 367Э предварительно в соответствующей пропорции перемешивали в емкости в течение 30 минут, затем по обычной технологии вводили в резиновую смесь.

Аналогично изготавливали резиновые смеси с композициями технического углерода марок П 803 и УМ 85.

Как показали исследования, использование смесевых наполнителей позволило снизить вязкостные характеристики резиновых смесей по сравнению с аддитивными значениями вязкостей для композиций с индивидуальными наполнителями. Полученные резины обладают более высокими значениями показателей напряжений при заданных удлинениях, по сравнению с резинами, содержащими индивидуальные марки технического углерода, но несколько уступают им по показателю условной прочности при растяжении.

Результаты исследования удельного объемного электросопротивления резин (показатель  $\rho_v$ ), наполненных смесевыми композициями технического углерода марок П 803 и П 367Э, а также П 803 и УМ 85, представлены в табл. 1 и 2.

Как видно из представленных в таблицах экспериментальных данных на уровень электрических характеристик резин существенное влияние оказывает тип используемых наполнителей, соотношение различных марок технических углеродов, а также последовательность введения технического углерода в резиновую смесь.

Введение индивидуальных наполнителей П 803, П 367Э и УМ 85 оказывает различное влияние на изменение  $\rho_v$  резин.

Таблица 1. Удельное объемное электросопротивление резин, наполненных смесевыми композициями технического углерода марок П803 и П367Э.

Содержание П 803, масс.ч.	Уд. объемное электросопротивление, Ом·м	Режимы смешения								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
20	$1.8 \cdot 10^{10}$	153	$>10^4$	$>10^4$	5.2	8.4	7.8	1.4	1.5	1.1
40	$1.7 \cdot 10^{10}$	130	256	$>10^4$	4.8	5.4	7.1	1	1	0.8
60	$1.4 \cdot 10^{10}$	100	98	$>10^4$	3	3.6	5.5	1.1	0.9	1.7
Уд. объемное электросопротивление, Ом·м		$>10^4$			15.9			1.3		
Содержание тех. углерода П 367Э, масс.ч.		20			40			60		

Таблица 2. Удельное объемное электросопротивление резин, наполненных смесевыми композициями технического углерода марок П 803 и УМ 85.

Содержание П 803, масс.ч	Уд. объемное электросопротивление, Ом·м	Режимы смешения								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
20	$1.8 \cdot 10^{10}$	79	139	200	0.9	2.2	1.4	0.2	0.2	0.3
40	$1.7 \cdot 10^{10}$	60	86	187	0.6	1.7	0.9	0.2	0.2	0.2
60	$1.4 \cdot 10^{10}$	20	29	66	0.4	0.8	1.9	0.1	0.2	0.2
Уд. объемное электросопротивление, Ом·м		$>10^4$			2.6			0.25		
Содержание тех. углерода УМ85, масс. ч.		20			40			60		

Наполнение резин техническим углеродом марки П 803, в изученном интервале дозировок, практически не изменяет их удельное объемное электросопротивление. Показатель  $\rho_v$  этих резин высок и практически не зависит от содержания наполнителя.

Резины, наполненные техническим углеродом марок П 367Э и УМ 85, в изученном интервале дозировок, обладают достаточно высоким уровнем электропроводности в области концентраций наполнителя от 40 до 60 масс.ч. С ростом содержания в смеси электропроводного технического углерода электропроводность резин существенно повышается (заметно снижается показатель  $\rho_v$ ).

Следует отметить, что использование смесевых наполнителей позволяет получать резины, превосходящие по уровню электрических характеристик резины, наполненные только электропроводным наполнителем. Причем, рост в композиции содержания технического углерода марки П 803 при фиксированном значении содержания технического углерода марки П 367Э или УМ 85 приводит к заметному снижению показателя  $\rho_v$  резин. Так, снижение показателя удельного объемного электросопротивления при использовании смесевых наполнителей по сравнению с резинами, содержащими только электропроводный наполнитель составило более 3-х порядков, при содержании

технического углерода марки П 367Э 20 масс.ч; а при содержании технического углерода марки П 367Э 40 и 60 масс.ч. – снизилось в 2-3 раза. Стабильность электрических характеристик резин с комбинированным наполнителем существенно выше, чем у резин, наполненных только одним электропроводным техническим углеродом.

При совместном введении технического углерода марок П 803 и П 367Э, а также П 803 и УМ 85 на уровень  $\rho_v$  резин наряду с содержанием наполнителя существенное влияние оказывает и порядок введения технического углерода в резиновую смесь.

Наименьшие значения удельного объемного электросопротивления, т.е. наилучшая электропроводность, наблю-

дается при приготовлении резин по 1-ому режиму смешения. Вероятно, это может быть связано с лучшим диспергированием электропроводных марок технического углерода в более вязкой эластомерной матрице, создание которой способствует первоначальное введение в каучук более крупных частиц технического углерода марки П 803.

Таким образом, использование смесевых композиций из двух марок технического углерода, существенно отличающихся по своим исходным характеристикам, а, также порядок их введения в резиновую смесь, позволяет формировать ПУЭС, которая обеспечивает необходимый комплекс технологических, физико-механических и электрических характеристик резиновых смесей и резин.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гуль, В.Е. Электропроводящие полимерные композиции / В.Е.Гуль, Л.З. Шенфиль. – М.: Химия, 1984. – 240 с.
2. Влияние структурно-механических характеристик модельных дисперсий технического углерода на электрические свойства наполненных резин / В.М. Оськин [и др.] // Каучук и резина. – 1987. – № 5. – С. 17-21.
3. Кудинова, Г.Д. Исследование влияния комбинаций саж на свойства резин / Г.Д. Кудинова: автореф. дис...канд. тех. наук: 05.17.06. – М., 1975. – 24 с.
4. Овсянников, Н.Я. Создание электропроводных резин с использованием смесевых композиций технического углерода / Н.Я.Овсянников, А.Е. Корнев // Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии: докл. 12 Междунар. научно-практической конф., Москва, 2006 г. – М., 2006. – С. 120-122.