

О. А. Кротова, ст. преп., канд. техн. наук;
 А. В. Касперович, доц., канд. техн. наук;
 Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук;
 Е. П. Усс, доц., канд. техн. наук
 (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ФОРМОВЫХ РТИ

Резинотехнические изделия (РТИ) применяются в различных отраслях промышленности. При этом они должны обладать повышенной работоспособностью в агрессивных средах в широком интервале температур, давления, стойкостью к фрикционному износу, окружающей среде, атмосферостойкостью [1].

Для улучшения свойств изделий из резины широко используется модификация эластомерных композиций химически активными веществами, позволяющими получать РТИ с комплексом улучшенных физико-химических и эксплуатационных свойств.

Целью работы являлось исследование влияния полученного в БГТУ кремнекислотного наполнителя (ККН) на физико-механические свойства резин на основе бутадиен-нитрильного каучука. Образцом сравнения выступали вулканизаты с промышленно выпускаемым диоксидом кремния марки Perkasil KS-408, а также композиции без минерального наполнителя. Исследуемые ингредиенты вводились в предназначенные для изготовления формовых РТИ резиновые смеси в дозировках 5,0, 10,0 и 20,0 мас. ч на 100 мас. ч. каучука.

Характеристика применяемых в эластомерных композициях кремнекислотных наполнителей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика кремнекислотных наполнителей

Наименование показателя	Значение показателя	
	Perkasil KS-408	Синтезированный
Внешний вид	белые гранулы	белый порошок
Удельная поверхность	151	145
Сорбционный объем, см ³ /г	0,378	0,688
Содержание SiO ₂ , %	98,0	96,1
Содержание Fe ₂ O ₃ , %	0,031	–
pH водной суспензии	6,3	6,5
Влагосодержание при 105°C, %	4,4	4,3

Результаты исследования упруго-прочностных свойств резин не выявили существенного влияния природы и дозировки вводимых мине-

ральных наполнителей на величину условной прочности при растяжении вулканизатов. В то же время введение в эластомерные композиции на основе полярного каучука БНКС диоксида кремния приводит к повышению твердости резин. Причем с увеличением дозировки наполнителей в смеси наблюдается и повышение твердости образцов: в случае с синтезированным ККН от 71,5 до 79,1 усл. ед. Шор А, а при использовании Perkasil KS-408 от 71,3 до 74,0 усл. ед. Шор А.

Причиной изменения свойств резин под действием температуры является деструкция макромолекул полимера и вулканизационных связей в результате их окисления и образования радикалов. Этот процесс может быть охарактеризован по степени изменения упругопрочностных свойств вулканизатов. Установлено, что введение в резиновые смеси ККН приводит к повышению стойкости резин к воздействию повышенных температур. Так, изменение условной прочности при растяжении вулканизатов без диоксида кремния составляет 1,0%, а у резин с исследуемыми ККН в зависимости от дозировки и природы наполнителя – 2,0–9,0%. В таблице 2 приведены результаты исследования эксплуатационных характеристик резин.

Таблица 2 – Эксплуатационные характеристики резин

Дозировка минерального наполнителя, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука	Относительная остаточная деформация сжатия, %	Истираемость, м ³ /ТДж	Теплообразование резины, °С
0	58,2	195,26	90,3
5,0 Perkasil KS-408	48,3	156,83	108,8
10,0 Perkasil KS-408	47,5	154,54	109,8
20,0 Perkasil KS-408	46,0	147,01	112,4
5,0 ККН	49,1	192,81	100,1
10,0 ККН	47,9	179,10	110,7
20,0 ККН	46,3	165,16	122,7

Анализ результатов испытаний показал, что введение ККН в эластомерные композиции на основе БНКС способствует снижению показателя относительной остаточной деформации сжатия (ООДС). Так значение данного показателя резин с ККН в зависимости от их дозировки и природы изменяется от 46,0 до 49,1%, а у образца без минерального наполнителя составляет 58,2 %. При этом увеличение содержания кремнекислотных наполнителей в эластомерных композициях способствует некоторому понижению ООДС: на 2,8 % в случае применения синтезированного ККН, и на 2,3 % при использовании Perkasil KS-408. Уменьшению ООДС в случае использования ККН в резинах на основе БНКС может быть обусловлено совместимостью

полярного каучука с полярным наполнителем и хорошей его дисперсией в объеме эластомерной матрицы.

Установлено, что введение в резиновые смеси как синтезированного ККН, так и Perkasil KS-408 во всех дозировках приводит к снижению истираемости резин. Так, значение данного показателя образца без диоксида кремния составляет 195,26 м³/ТДж, а у резин с исследуемыми добавками изменяется от 147,01 до 192,81 м³/ТДж. Уменьшение истираемости вулканизатов, вероятно, связано со взаимодействием частиц минерального наполнителя с компонентами эластомерной композиции. При этом возможно образование поверхностного слоя, обладающего повышенной стойкостью к абразивному износу [2].

Результаты исследования теплообразования в резинах показали, что введение кремнекислотных наполнителей во всех случаях приводит к увеличению данного показателя. При этом наибольшее влияние на теплообразование оказывает введение в эластомерные композиции синтезированного ККН. Так, в зависимости от дозировки изменение температуры образцов при использовании полученного ККН находится в пределах от 100,1 до 122,7°С, а в резинах с Perkasil KS-408 – от 108,8 до 112,4°С (у образца без минерального наполнителя 90,3°С).

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что применение в эластомерных композициях диоксида кремния способствует повышению стойкости резин к воздействию повышенных температур, уменьшению истираемости и накоплению остаточной деформации сжатия. Однако введение ККН нежелательно в эластомерные композиции, предназначенные для изготовления резинотехнических изделий, работающих в условиях многократных деформаций, ввиду увеличения способности вулканизатов к накоплению тепла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касперович А.В., Ташлыков И.С., Шашок Ж.С., Шкодич В.Ф., Стоянов О.В. Методы химической модификации поверхности резинотехнических изделий // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 14. С. 225–230.

2. Шашок Ж.С., Усс Е.П., Касперович А.В., Абзальдинов Х.С. Влияние шунгитовых наполнителей различных марок на технические свойства протекторных резин // Вестник технологического университета. 2016. № 1. С. 84–87.