

значение данного показателя образца сравнения изменяется от 6,38 до 6,80 Дж/мм³, а у резин с синтезированным ККН – от 5,19 до 6,08 Дж/мм³ при дозировках 5,0–20,0 мас. ч. соответственно. Увеличение сопротивления истирания, вероятно, связано со взаимодействием частиц минерального наполнителя с компонентами эластомерной композиции. При этом возможно образование поверхностного слоя, обладающего повышенной стойкостью к абразивному износу [2].

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что синтезированный ККН может применяться в резиновых смесях на основе полярного БНКС для получения эластомерных композиций не уступающим по свойствам композициям, содержащим применяемый в промышленности Perkasil KS-408.

Литература

1. Modified silica-based isoprene rubber composite by a multi-functional silane: Preparation and its mechanical and dynamic mechanical properties / Xuefei Wang, Lingling Wu, Haiwen Yu, Tongliang Xiao, Huaming Li, Jun Yang // *Polymer Testing*. – 2020. – Vol. 91. – DOI: 10.1016/j.polymertesting.2020.106840.

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

УДК 678.046

**Кротова О.А., Касперович А.В.,
Шашок Ж.С., Усс Е.П.**

(Белорусский государственный технологический университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ

Наполнитель в эластомерных композициях в большинстве случаев необходим для улучшения физико-механических свойств вулканизатов. Основным наполнителем, применяемым при производстве резинотехнических изделий, является технический углерод. Однако все большую популярность приобретает использование в рецептурах резиновых смесей минеральных наполнителей, в частности диоксида кремния, позволяющего получать вулканизаты со специфическими свойствами [1].

Целью работы являлось исследование влияния синтезированного в БГТУ диоксида кремния на технологические и упруго-прочностные свойства эластомерных композиций на основе комбинации каучуков общего назначения. Образцом сравнения являлась композиция без минерального наполнителя. Исследуемый ингредиент вводился в дозировках 5,0, 10,0 и 20,0 мас. ч на 100 мас. ч. каучука в рецептуру резиновых смесей на основе комбинации изопренового СКИ-3 и бутадиенового СКД каучуков (в соотношении 75:25).

Анализ кинетических параметров процесса вулканизации показал, что использование в исследуемых эластомерных композициях синтезированного наполнителя в дозировках 5,0 и 10,0 мас. ч. приводит к сокращению до 15% времени достижения оптимума вулканизации по сравнению с образцом сравнения (рисунок 1). Это может быть обусловлено значением рН минерального наполнителя, повышенная величина которого может приводить к увеличению скорости вулканизации резиновых смесей при использовании серных вулканизирующих систем.

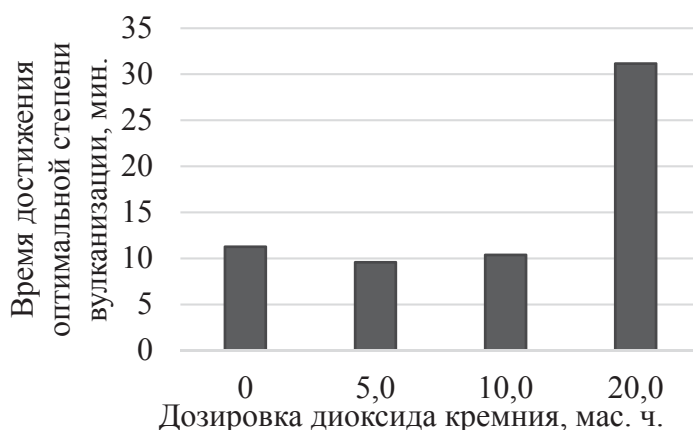


Рисунок 1 – Время достижения оптимальной степени вулканизации

Следует отметить, что изменение дозировки минерального наполнителя в резиновой смеси от 5,0 до 20,0 мас. ч. приводит к увеличению времени достижения оптимальной степени вулканизации от 9,58 до 31,16 мин. Такой характер изменения кинетических параметров процесса вулканизации эластомерных композиций может быть обусловлен адсорбцией компонентов вулканизирующей системы на поверхности диоксида кремния, и, следовательно, замедлением процессов образования поперечных связей [2].

Результаты определения условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и твердости резин на основе комбинации каучуков СКИ-3 + СКД представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Упруго-прочностные свойства резин

Дозировка минерального наполнителя, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Твердость по Шору А, усл. ед.
0 (образец сравнения)	14,9	530	53,5
5,0 ККН	15,2	560	51,3
10,0 ККН	14,2	600	48,6
20,0 ККН	14,0	545	51,5

Из полученных данных видно, что применение в эластомерных композициях на основе СКИ-3 + СКД синтезированного диоксида кремния практически не оказывает влияния на величину условной прочности при растяжении вулканизатов. Значения данного показателя исследуемых образцов находятся в диапазоне 14,0–15,2 МПа, а у образца сравнения 14,9 МПа. В тоже время, резины, содержащие минеральный наполнитель, характеризуются большим значением относительного удлинения при разрыве: 545–600% у исследуемых образцов и 530% у образца сравнения.

Установлено, что введение в эластомерные композиции диоксида кремния приводит к снижению твердости резин по Шору А. Так, значение данного показателя образца сравнения составляет 53,5 усл. ед. Шора А, а у образцов с минеральным наполнителем в зависимости от его дозировки находится в пределах 48,6–51,5 усл. ед. Шора А.

Причиной изменения свойств резин под действием температуры является деструкция макромолекул полимера и поперечных связей в результате их окисления и образования радикалов. Стойкость резин к тепловому старению оценивали по изменению условной прочности при растяжении ($S\sigma$) и относительного удлинения при разрыве ($S\varepsilon$) после старения в воздушной среде при 100°C в течение 72 ч (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение упруго-прочностных показателей резин

Дозировка минерального наполнителя, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука	Изменение условной прочности при растяжении $S\sigma$, %	Изменение относительного удлинения при разрыве $S\varepsilon$, %
0 (образец сравнения)	-8,7	-21,7
5,0 ККН	-9,9	-14,3
10,0 ККН	-2,1	-10,8
20,0 ККН	-7,1	-19,3

Анализ полученных данных показал, что использование в эластомерных композициях диоксида кремния в дозировках 10,0 и 20,0 мас. ч. приводит к повышению стойкости резин к воздействию повышенных

температур по условной прочности при растяжении по сравнению с образцом без минерального наполнителя. Так, после 72 ч старения изменение условной прочности при растяжении резин, содержащих 10,0 и 20,0 мас. ч. синтезированного наполнителя, составляет –2,1 и –7,1% соответственно. В тоже время, значение данного показателя у образца сравнения составляет –8,7%.

Аналогичный характер имеет и изменение относительного удлинения при разрыве после теплового старения. Минимальное значение $S\varepsilon = -21,7\%$ выявлено у резины без минерального наполнителя, значение данного показателя образцов с минеральными наполнителями находится в диапазоне от –19,3 до –10,8%.

Проведенные исследования показали возможность применения синтезированного диоксида кремния в резиновых смесях на основе каучуков общего назначения для получения вулканизатов не уступающим по упруго-прочностным свойствам серийным резинам и превосходящих их по стойкости к воздействию повышенных температур.

Литература

1. Jong, L. Improved mechanical properties of silica reinforced rubber with natural polymer / L. Jong // Polymer Testing. – 2019. – Vol. 79. – DOI: 10.1016/j.polymertesting.2019.106009.
2. Меледина, Л. А. Новые наполнители и промоторы адгезии для резин, полученные на основе синтетических слоистых силикатов : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 05.17.06 / Л. А. Меледина ; Московская госуд. Академия тонкой химической технологии имени М. В. Ломоносова. – М., 2006. – 24 с.

УДК 678.7 – 036

**Ленартович Л.А., Прокопчук Н.Р.,
Касперович О.М, Марач Д.Г.**

(Белорусский государственный технологический университет)

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Применение полимерных материалов в различных областях требует от них устойчивости к воздействию повышенных температур в присутствии кислорода воздуха, УФ-излучению, повышенных деформационно-прочностных, диэлектрических, фрикционных свойств,