

О. А. Кротова, ст. преп., канд. техн. наук;
Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук;
Е. П. Усс, доц., канд. техн. наук;
Н. Г. Белоблоцкая, студ. (БГТУ, г. Минск);
А. Ю. Люштык, нач. ЦЗЛ – гл. химик
(ОАО «Белшина», г. Бобруйск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШИННЫХ РЕЗИН С КРЕМНЕКИСЛОТНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Шинные резины, наполненные техническим углеродом, обладают высокими упруго-прочностными свойствами и износостойкостью. Однако они характеризуются большими гистерезисными потерями, вызванными перестройкой адсорбционных связей технического углерода с молекулами каучука при наложении деформационных сил на резины. С другой стороны резины, наполненные коллоидной кремниевой кислотой, обладают, по сравнению с вулканизатами с техническим углеродом, меньшей прочностью, износостойкостью, но лучшим сопротивлением раздиру и старению, эластичностью и относительным удлинением. Для уменьшения гистерезисных потерь в наполненные техническим углеродом эластомерные композиции рекомендуется вводить кремнекислотные соединения, которые обеспечивают образование прочных межфазовых связей и усиление матрицы каучука. В настоящее время проводится ряд исследований, направленных на поиск оптимальных соотношений между техническим углеродом и диоксидом кремния, вводимых в резиновую смесь протектора легковых шин. При найденных оптимальных соотношениях комплекс наиболее важных свойств протекторной резиновой смеси и резины на её основе должен быть в целом лучше, чем при отдельном использовании техуглерода и кремнекислотного наполнителя (ККН) [1].

Целью работы являлось установление соотношения технического углерода и кремнекислотного наполнителя, позволяющего получить протекторные резины с улучшенными динамическими свойствами. Исследования проводились с использованием композиции на основе комбинации каучуков НК+БСК+СКД. В качестве наполнителей использовали технический углерод марки N339 и ККН марки Exstrasil 150 ВД, вводимые в резиновые смеси в соотношении 1:1 и 3:1 соответственно. Испытание проводились на динамическом механическом анализаторе путем циклического сжатия вулканизатов при статической нагрузке 0,56 МПа, динамической нагрузке 0,50 МПа, скорости нагрева 2 К/мин и частоте 11 Гц. Температурный интервал, в котором происходило измерение показателей, от 20 до 70°C.

Комплексный модуль E^* представляет собой результирующее нормальное напряжение, отнесенное к нормальной деформации. Иными словами, комплексный модуль определяет общую сопротивляемость материала деформации.

Зависимость комплексного модуля E^* вулканизатов от температуры представлена на рис. 1.

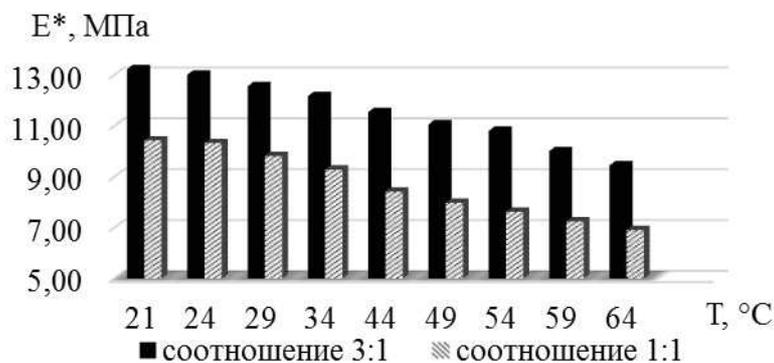
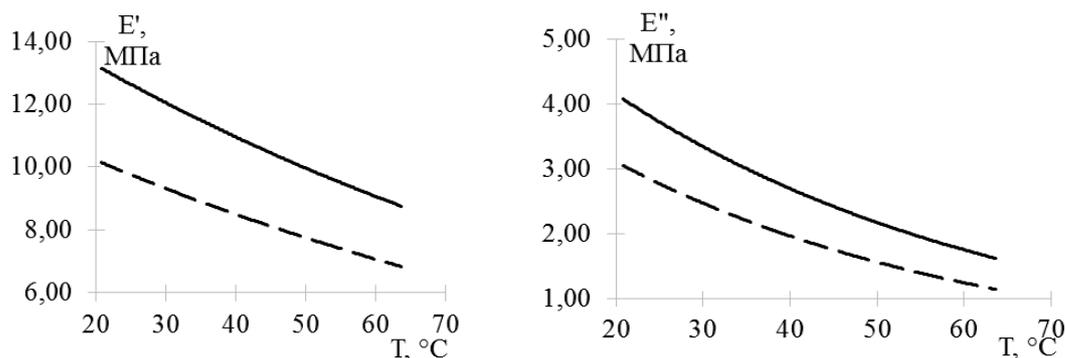


Рисунок 1 – Зависимость комплексного модуля резин от температуры

Выявлено, что с повышением температуры происходит снижение комплексного модуля упругости резин вне зависимости от соотношения применяемых наполнителей (в 1,51 раз и в 1,49 раз при соотношении 1:1 и 3:1 соответственно). При этом установлено, что резины, содержащие комбинацию технического углерода с ККН в соотношении 1:1 характеризуются на 21–26% меньшими значениями данного показателя в сравнении с вулканизатами, содержащими наполнители в соотношении 3:1. Следовательно, вулканизаты с одинаковым содержанием применяемых наполнителей обладают меньшей сопротивляемостью материала деформации, по сравнению с вулканизатами, где наполнители находятся в различном соотношении, что позволит улучшить сцепление шины с дорогой.

Составляющими комплексного модуля являются модуль упругости (накопления) и модулем потерь. Модуль упругости E' характеризует часть механической работы, которая накапливается в виде упругой деформации и обратимо возвращается при разгрузке. То есть нормальный модуль эластичности E' определяет упругость материала и способность сохранять энергию. Модуль потерь E'' определяет часть механической работы, которая необратимо рассеивается в каждом цикле в виде тепла. Чем больше значение E'' , тем больше материал нагревается в процессе эксплуатации, что приводит к большим потерям тепла в окружающую среду, и, как следствие, увеличению расхода топлива.

Зависимости модуля упругости E' и модуля потерь E'' образцов от температуры представлена на рисунок 2.



соотношение технический углерод ККН = 1:1
 соотношение технический углерод ККН = 3:1

Рисунок 2 – Зависимости модуля упругости E' и модуля потерь E'' от температуры

Результаты исследования составляющих комплексного модуля упругости вулканизатов показали, что образцы, содержащие техуглерод и ККН в соотношении 1:1, имеют на 20–24% меньшее значение модуля упругости и на 22–28% меньшее значение модуля потерь по сравнению с резинами, содержащими данные наполнители в соотношении 3:1. Т. е. вулканизаты с равным количеством наполнителей будут обладать лучшим сцеплением с дорожным покрытием и меньшими потерями тепла в окружающую среду.

Более низкие значения комплексного модуля, модуля упругости и модуля потерь резин, наполненных техуглеродом и ККН марки Exstrasil 150 ВД в соотношении 1:1 могут быть обусловлены морфологическими отличиями данных наполнителей. Т. к. толщина граничного слоя композита напрямую связана с активностью наполнителя, применение в резиновой смеси комбинации технического углерода и ККН в соотношении 1:1 обеспечивает переход в межфазный слой меньшего количества полимера ввиду небольшого содержания техуглерода, что ведет к уменьшению толщины граничного слоя, и, как следствие, снижению адгезионного взаимодействия между каучуком и частицами наполнителя.

Таким образом, наиболее целесообразно вводить в рецептуру протекторных резиновых смесей легковых шин технического углерода совместно с минеральным наполнителем Exstrasil 150 в соотношении 1:1, что позволит получить вулканизаты, характеризующиеся повышенной эластичностью и сцеплением с дорожным покрытием, а также меньшими потерями тепла в окружающую среду и расходом топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуслицер, Р.Л. Шина и автомобиль / Р.Л. Гуслицер. Москва: Научно-технический центр «НИИШП», 2007. 283 с.