

УДК 678.028.2

Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук; Е. П. Усс, доц., канд. техн. наук;  
О. А. Кротова, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);  
А. Ю. Люштык, гл. химик – нач. лаборатории;  
Я. М. Прокопович, инж.-техн. (ОАО «Белшина», г. Бобруйск)

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШИННЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ КОМБИНАЦИИ НАПОЛНИТЕЛЕЙ**

Теплообразование является следствием гистерезисных потерь в результате динамических нагрузок в процессе работы шины, при которых часть механической энергии теряется в виде тепла. Теплообразование является важным параметром резин шин, т.к. в результате теплообразования повышается температура резин шины, что повышает скорость старения резины, снижает прочность резины, силу связи резины с тканью или металлокордом в брекере и каркасе, а также связь между слоями в шине, тем самым снижая долговечность шины. Большое влияние на теплообразование в резинах оказывают конструкционные, технологические и рецептурные факторы [1, 2].

Целью данной работы являлось исследование влияния рецептурных факторов на технологические характеристики шинных резиновых смесей на основе натурального каучука.

Объектами исследования являлись шинные резиновые смеси, содержащие различные системы наполнителей:

– 34 масс. ч. технического углерода марки N347 + 10 масс. ч. кремнекислотного наполнителя;

– 24 масс. ч. технического углерода марки N347 + 20 масс. ч. кремнекислотного наполнителя;

– 36 масс. ч. технического углерода марки N330 + 10 масс. ч. кремнекислотного наполнителя;

– 38 масс. ч. технического углерода марки N650 + 10 масс. ч. кремнекислотного наполнителя.

В качестве образца сравнения использовалась резиновая смесь с 44,0 масс. ч. технического углерода марки N347.

Вязкость резиновой смеси определяли методом ротационной вискозиметрии. Условия испытания в рабочем зазоре ротационного вискозиметра схожи с условиями механической обработки материала в рабочей зоне резиносмесителя закрытого типа, а также корпусе червячных машин, что является главным фактором его широкой распространенности вискозиметров Муни [3].

Установлено, что частичная замена технического углерода различных марок на кремнекислотный наполнитель во всех случаях приводит к

снижению вязкости по Муни резиновых смесей на 3–7 усл. ед. Муни. Это может быть связано с полярной поверхностью частиц кремнекислоты, имеющей меньшее сродство к неполярному каучуку, в результате чего снижается взаимодействие в системе наполнитель-каучук [4].

Эффект Пейна получил широкое распространение в качестве меры, характеризующей плотность вторичной сетки, образуемой наполнителем в результате взаимодействия наполнитель-наполнитель, приводящего к образованию агломератов. Эффект Пейна количественно характеризуют комплексным динамическим модулем  $G'$ .  $G'$  определяют как разницу между эластичности при малой амплитуде деформации  $G_0'(1\%)$  и модуль сдвига при большой деформации  $G_\infty'(100\%)$  [5]. Определение эффекта Пейна проводили на анализаторе перерабатываемости резиновых смесей фирмы Alpha Technologies марки RPA 2000 в течение 3 мин при частоте деформаций 1,00 Гц и температуре 100°C.

Определено, что частичная замена части технического углерода на кремнекислотный наполнитель приводит к снижению комплексного динамического модуля  $G'$ . Наименьшее значение  $G'$  наблюдается для системы 38 масс. ч. N650+10 масс. ч. Perkasil-408, что объясняется использованием менее активного технического углерода марки N650 по сравнению с марками N347 и N330. При замене технического углерода N347 на менее структурный N330 комплексный динамический модуль снижается на 54,84 кПа. Снижение  $G'$  является следствием снижения прочности сетки наполнителя и объясняется использованием наполнителей разной природы: неполярного технического углерода и полярного кремнекислотного, что снижает силу взаимодействия наполнитель-наполнитель [7].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дик Дж.С. Технология резины: Рецептуростроение и испытания / Под ред. Дика Дж.С; пер. с англ. яз. под ред. Шершнева В. А. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. 620 с.
2. Аверко-Антонович И.Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров: учеб. пособие / И.Ю. Аверко-Антонович, Р.Т. Бикмуллин. Казань: КГТУ, 2002. 604 с.
3. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин / А.М. Пичугин. М.: НТЦ «НИИШП», 2008. 383 с.
4. Гришин Б.С. Теория и практика усиления эластомеров. Состояние и направление развития: моногр. Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. 420 с.
5. Zhang, P. Material Development for Lowering Rolling Resistance of Tires / P. Zhang, M. Morris, D. Doshi // Rubber Chem. Technol. 89, 79 (2016).