

Изменение механических характеристик под действием динамической нагрузки протекторных резин оценивали на приборе DMA Erplexor 500 фирмы Netzsch в соответствии с DIN 53513. Образцы подвергали циклическому сжатию при статической нагрузке 0,56 МПа, динамической нагрузке 0,50 МПа, при постоянной частоте 11 Гц. Температурный интервал, в котором происходили испытания, составил от 20 до 70°C при скорости нагрева образцов 2 К/мин. Для прогноза потерь шины на качество рекомендуется оценивать $\text{tg } \delta$ при температуре 50–70°C. При этом, чем тангенс потерь ниже, тем меньше потери [1].

Выявлено, что при снижении дозировки более высокодисперсной и высокоструктурной марки наполнителя на 6 мас. ч. в протекторной резине значения динамического модуля и модуля внутреннего трения достигают значений данных показателей для образцов, содержащих наполнители с меньшей дисперсностью.

Результаты исследования тангенса угла механических потерь, измеренного в режиме динамических испытаний при температуре 60°C, для резин с различными марками технического углерода показали, что при использовании более высокодисперсного технического углерода в уменьшенной на 3 мас. ч. дозировке показатель $\text{tg } \delta$ снижается до 15,8%, а при уменьшении дозировки на 6 мас. ч. – до 26,4% в сравнении с резинами, содержащими марки техуглерода с меньшей удельной поверхностью.

Литература

1. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. М.: ОАО «ВПК НПО «Машиностроение», 2008. 383 с.
2. Семенов В.К., Белкин А.Е. Экспериментальное исследование гистерезисных свойств протекторных резин в условиях циклического нагружения, характерного для автомобильных шин / Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2013. №2. С. 9–14.
3. Гришин Б.С. Теория и практика усиления эластомеров. Состояние и направления развития. Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. 420 с.

УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН С КРЕМНЕКИСЛОТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ И КАПЛИНГ-АГЕНТОМ

Ж.С. Шашок¹, Е.П. Усс¹, О.А. Кротова¹, А.В. Лешкевич¹,
А.Ю. Люштык², С.Н. Каюшников²

¹УО «Белорусский государственный технологический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь, ²ОАО «Белшина», г. Бобруйск, Республика Беларусь

The influence of dosages of silica fillers of Zeosil-1165MP and Zeosil Premium 200MP brands on the stress-strain properties of rubbers based on solution styrene-butadiene rubber DSSK-2163 was determined. It has been established that with an increase in the filler dosage, the strength characteristics of rubbers increase and the elastic properties of vulcanizates decrease, with the most significant changes were revealed in the case of using a more highly dispersed Zeosil Premium 200MP filler.

Кремнекислотный наполнитель (ККН) с силанольными и силоксановыми функциональными группами отличается от технического углерода по своему химическому составу и общепринятому способу изготовления резиновых смесей [1, 2]. Полярная поверхность ККН имеет меньшее сродство к неполярным каучукам, в результате чего взаимодействия между частицами больше, чем с углеводородными молекулами каучука.

Силаны (каплинг-агенты) при механическом смешении каучука с наполнителем при температуре химически взаимодействует с силанольными группами поверхности частиц кремнекислоты. В результате поверхность покрывается привитыми молекулами модификатора и меняет свои физические свойства: становится более гидрофобной, а взаимодействие между частицами ослабляется. При вулканизации молекулы силана за счет полисульфидных и меркаптогрупп вступают во взаимодействие с вулканизирующей группой и, в конечном итоге, с каучуком. В результате в резине резко возрастает доля связанного каучука, что приводит к улучшению комплекса свойств резин [3].

Целью работы являлось исследование влияния дозировки кремнекислотного наполнителя на основные упруго-прочностные свойства резин.

В качестве объектов исследований использовались эластомерные композиции на основе растворного бутадиен-стирольного каучука марок ДССК-2163. В составе резиновой смеси применялись две марки кремнекислотного наполнителя Zeosil-1165MP и Zeosil Premium 200MP, различающиеся величиной удельной поверхности по адсорбции азота и цетилтриметиламмоний бромиду (ЦТАБ). Дозировка наполнителя составляла 60,0; 65,0 и 70,0 мас. ч.

Каплинг-агентом являлся силан марки X 50-S, представляющий собой смесь бифункционального серосодержащего органосилана

(бис(триэтоксисилилпропил)тетрасульфид, который наиболее известен под торговой маркой Si 69 (TESPT)) и технического углерода типа N 330 в соотношении 1:1 по массе.

Результаты определения упруго-прочностных свойств резин на основе ДССК-2163 с кремнекислотным наполнителем Zeosil-1165MP показали, что, увеличение дозировки наполнителя приводит к повышению показателей условного напряжения при заданном удлинении на 31,0–33,3% и условной прочности при растяжении на 10,9–21,5%, при этом эластические свойства снижаются, поскольку показатель относительного удлинения при разрыве уменьшается на 25,0–26,2%. В тоже время показатель сопротивления раздиру резин имеет наибольшие значения при дозировке 65,0 мас.ч. наполнителя.

В случае композиций на основе каучука ДССК-2163 с кремнекислотным наполнителем марки Zeosil Premium 200MP установлено, что увеличение дозировки наполнителя приводит к повышению показателя условного напряжения при 300%-ном удлинении на 30,0–40,5% и условной прочности при растяжении на 11,2–18,0%. В тоже время показатель относительного удлинения при разрыве не имеет значительных изменений (показатель уменьшается менее чем на 9%) с увеличением дозировки наполнителя Zeosil Premium 200MP. Следует отметить что, показатель сопротивления раздиру резин не изменился с увеличением дозировки наполнителя с 60,0 мас. ч. до 65,0 мас. ч. и увеличился до 27,3% при дозировке ККН 70,0 мас. ч.

Выявленный характер изменения основных упруго-прочностных свойств вулканизатов обусловлен влиянием как количественного содержания наполнителя, так и дозировкой каплинг-агента, поскольку в процессе вулканизации при формировании вулканизационной структуры происходит взаимодействие не только макромолекул каучука с сшивающим агентом, но и взаимодействие наполнителя с каучуком, а также участие каплинг-агента в стадии получения пространственной сетки вулканизата, что обуславливает различия в плотности сшивания и природе поперечных связей.

Данная работа проводилась в рамках выполнения комплексного задания «Разработка научных основ получения и методов исследования эластомерных композиций различного назначения с улучшенным комплексом свойств» Государственной программы научных исследований «Материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограмма «Многофункциональные и композиционные материалы».

Литература

1. Song S.H. Influence of eco-friendly processing aids on silica-based rubber composites // Applied Sciences. – 2020. – Vol. 10. – DOI:10.3390/app10207244.
2. Ansarifar M.A., Nanapoolsin T., Jain A. Silane-silica reinforcement of some natural rubber vulcanisates // Journal of Rubber Research. – 2002. – Vol. 5. – P. 11–27.
3. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин: науч. издание. – М.: Машиностроение, 2008. – 383 с.