

## ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ РЕЗИН С ЛЕСОХИМИЧЕСКИМИ И НАНОРАЗМЕРНЫМИ ПРОДУКТАМИ

Е.П. Усс, Н.Р. Прокопчук, Ж.С. Шашок, А.Ю. Ключев, О.А. Кротова,  
А.Д. Карпович

УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

The influence of rosin-containing and nano-sized additives on the elastic-strength properties and structure of the spatial network of filled elastomer compositions after exposure to elevated temperatures in air has been studied. It has been established that the resistance of filled rubbers containing rosin and nanosized additives to elevated temperatures is higher, and their cross-linking density is lower than that of rubbers with rosin adducts only.

Повысители клейкости являются наиболее распространенными технологическими добавками, регулирующими вязкоупругие и конфекционные свойства резиновых смесей. Данные компоненты играют важную роль при технологической сборке многослойных резиновых изделий [1, 2]. Изыскание новых продуктов в качестве эффективных повысителей клейкости для эластомерных материалов является актуальным направлением исследовательских работ. Применение наноматериалов в составе эластомерных композиций является перспективным способом модификации, позволяющим улучшить их эксплуатационные характеристики [3].

Целью работы являлось исследование совместного влияния канифолесодержащих и наноразмерных добавок на показатели упругопрочностных свойств и структуры пространственной сетки наполненных эластомерных композиций после воздействия повышенной температуры в воздушной среде.

Объектами исследования являлись эластомерные композиции на основе комбинации синтетических полиизопренового (СКИ-3) и бутадиенового (СКД) каучуков, применяемые для производства боковин легковых шин и не содержащие в своем составе пластификаторы и повысители клейкости. Опытные канифолесодержащие образцы представляли собой многокомпонентные сплавы из малеопимаровой кислоты, аддуктов терпеновых углеводов с малеиновым ангидридом, стирольномалеинового аддукта и смоляных кислот, не реагирующих с малеиновым ангидридом [4].

Их получали путем высокотемпературной обработки смеси терпентина и стирола малеиновым ангидридом при соотношении терпентин/стирол в реакционной смеси 95:5 и 80:20 мас. % и содержании малеинового ангидрида соответственно 46 и 55 мас. %. Аддукты вводили в исследуемые композиции в дозировке 2,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука.

Образцом сравнения являлась наполненная смесь с промышленным повысителем клейкости – канифолью сосновой, которая применялась в равнозначной дозировке с опытными аддуктами. В качестве наноразмерных модификаторов применяли образцы модифицированной алмазосодержащей шихты, отличающиеся содержанием наночастиц, в дозировках 0,1 и 0,2 мас. ч. на 100,00 мас. ч. каучука.

Стойкость резин к термическому старению в воздушной среде оценивали после выдержки их в термостате при температуре  $100\pm 2^\circ\text{C}$  в течение  $72\pm 1$  ч согласно ГОСТ 9.024-74. Показатели вулканизационной структуры резин определяли с помощью метода равновесного набухания с применением уравнения Флори-Ренера [5].

Установлено, что практически все исследуемые резины, содержащие канифольные и наноразмерные добавки, характеризуются более высокой стойкостью к воздействию повышенной температуры по сравнению с резинами без нанодобавок. Определено, что наименьшим изменениям упруго-прочностных характеристик после теплового старения подвержены образцы с опытными аддуктами и шихтой, содержащей большее количество наночастиц, в дозировках 0,1 и 0,2 мас. ч.

Анализ изменения пространственной структуры и упруго-прочностных показателей резин, содержащих канифольные и наноразмерные добавки, показал, что стойкость указанных резин к воздействию повышенной температуры выше, а плотность поперечного сшивания несколько ниже, чем у резин с аддуктами и без наноматериалов. При этом для композиций с аддуктами и нанодобавками не выявлено однозначной зависимости структуры вулканизационной сетки от количественного и качественного состава алмазосодержащей шихты.

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных исследований можно предположить, что установленные изменения упруго-прочностных и структурных показателей наполненных резин с канифолесодержащими и наноразмерными добавками после терми-

ческого воздействия в среде воздуха связаны с участием исследуемых добавок в процессе формирования пространственной сетки резин при вулканизации, определяющих густоту и природу образующихся поперечных связей.

Данная работа выполнялась по заданию «Создание и использование новых композиционных лесохимических продуктов и биодegradуемых полимерных материалов» Государственной программы научных исследований «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» подпрограммы «Создание новых наукоемких отечественных материалов различного функционального назначения на основе лесохимического и растительного сырья».

#### Литература

1. Baraghoosh M., Zohuri G. H., Behzadpour M., Gholami M., Hosseinpour., Arabi S. M. Effect of Different Tackifiers on Emulsion-Based Pressure-Sensitive Adhesive (PSA) // Progress in Color Colorants Coating. 2022. № 15. P. 295–303.
2. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности. В 2-х ч. Ч. 1. Казань: КГТУ, 2010. 506 с.
3. Шашок Ж.С., Прокопчук Н.Р. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях. Минск: БГТУ, 2014. 232 с.
4. Получение и применение малеиновых аддуктов на основе терпентина / А.Ю. Ключев [и др.] // Полимерные материалы и технологии. 2018. Т. 4, № 1. С. 75–81.
5. Flory P.J., Rehner J. Statistical mechanics of crosslinked polymer networks // II. Swelling, J. Chem. Phys. 1943. №11. P. 521.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ЦИНКОЛЕТ ИЗ ИНДИИ — ЗАМЕНА СТРУКТОЛА?**

С. И. Черница

ООО «Руберг», г. Москва, Россия

Технологические добавки позволяют направленно регулировать технологические свойства резиновых смесей. За рубежом такие добавки широко применяются уже на протяжении нескольких десятилетий. Добавки позволяют не только направленно регулировать свойства готовой продукции и улучшить переработку полимерных композиций, но и повысить срок службы и атмосферостойкость