

## **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ РЕЗИН С ЗАМЕНИТЕЛЯМИ КАНИФОЛИ И НАНОМОДИФИКАТОРАМИ**

**Усс Е.П., Прокопчук Н.Р., Шашок Ж.С., Кротова О.А.,  
Лешкевич А.В., Вишневский К.В.**

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*  
uss@belstu.by

Повысители клейкости являются одними из важнейших ингредиентов, используемых в рецептуростроении многослойных эластомерных изделий. Применение повысителей способствует повышению склеивающей способности разнородных деталей таких изделий между собой, в результате чего улучшаются монолитность и свойства многослойной системы. При этом они не должны оказывать существенного влияния на кинетику процесса вулканизации, структуру и свойства эластомерных материалов. В резиновой промышленности широко применяют канифоль и ее производные, инден-кумароновые, стирольно-инденовые, углеводородные, алкилфенольные смолы и другие продукты [1, 2]. В данной работе изучено влияние новых заменителей канифоли в присутствии наномодификаторов на изменение структуры эластомерных композиций.

Целью данной работы являлось исследование влияния совместного применения заменителя канифоли на основе лесохимического сырья и наноразмерных модификаторов на кинетические параметры вулканизации и структурные особенности эластомерных композиций на основе комбинации синтетических полизопренового и полибутадиенового каучуков. Объектом исследования являлись эластомерные композиции, предназначенные для изготовления боковины грузовых шин. Данные композиции не содержали промышленных пластифицирующих добавок. В качестве нового заменителя канифоли применяли канифолетерпеностирольномалеиновый аддукт (КТСМА), полученный путем высокотемпературной обработки смеси терпентина и стирола малеиновым ангидридом. Соотношение терпентин/стирол в реакционной смеси составляло 95:5 мас. %, а содержание малеинового ангидрида для обработки смеси 46 мас. %. Аддукт представляет собой многокомпонентный сплав из малеопимаровой кислоты, аддуктов терпеновых углеводов с малеиновым ангидридом, стирольномалеинового аддукта и смоляных кислот, не реагирующих с малеиновым ангидридом [3]. Дозировка аддукта в резиновых смесях составляла 2,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Для сравнения использовали канифоль сосновую в равнозначной дозировке с опытным аддуктом. В эластомерные композиции также вводились наноразмерные материалы в виде образцов алмазосодержащей шихты марки АШ-А и ультрадисперсного синтетического алмаза УДА СП производства НП ЗАО «Синта» (г. Минск, Республика Беларусь) в дозировках 0,1 и 0,2 мас. ч. на 100,00 мас. ч. каучука.

Результаты исследования кинетики вулканизации резиновых смесей показали, что использование опытного аддукта в присутствии наномодификаторов любого типа или без них приводит к увеличению показателя, характеризующего время начала вулканизации, до 16,68–17,51 мин, а применение канифоли индивидуально или с нанодобавками обеспечивает для смесей данный показатель в диапазоне 14,45–15,71 мин. Определено увеличение времени достижения оптимальной степени вулканизации до 7 мин для резиновых смесей, содержащих опытный аддукт. Такой характер изменения вулканизационных параметров может быть обусловлен более кислым характером вводимого аддукта. Анализ показателей пространственной структуры вулканизатов, полученных методом равновесного набухания, показал, что равнозначная замена канифоли на аддукт не приводит к существенному изменению плотности сшивки: в резине с канифолью плотность сшивки равна  $1,77 \cdot 10^{-4}$  моль/см<sup>3</sup>, а в резине с аддуктом –  $1,75 \cdot 10^{-4}$  моль/см<sup>3</sup>. Однако введение исследуемых нанодобавок в смеси с канифолесодержащими добавками приводит к некоторому снижению густоты сетки резин, что может быть связано с адсорбцией компонентов вулканизирующей системы на поверхности наномодификаторов.

#### **Литература:**

1. Basak G. C., Bandyopadhyay A., Bhowmick A. K. The role of tackifiers on the autoadhesion behavior of EPDM rubber // J. Mater. Sci. 2012. Vol. 47. P. 3166–3176.
2. Гришин Б. С. Материалы резиновой промышленности. В 2-х ч. Ч. 1. Казань: КГТУ, 2010. 506 с.
3. Получение и применение малеиновых аддуктов на основе терпентина / А. Ю. Ключев [и др.] // Полимерные материалы и технологии. 2018. Т. 4, № 1. С. 75–81.