

Масейков С.С.

(ЗАО «Амкодор-Эластомер»)

Касперович А.В., Боброва В.В., Колосовский Р.С.

(УО «Белорусский государственный технологический университет»)

Тихомиров С.Г., Карманова О.В.

(Воронежский государственный университет инженерных технологий)

**ВЛИЯНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МОДЕЛЬНЫХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
НА ОСНОВЕ КАУЧУКА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Экологические проблемы, связанные с применением синтетических пластификаторов и мягчителей, вызвали интенсивный поиск устойчивых альтернатив в области полимерного материаловедения. Поскольку потребность в биоразлагаемых материалах становится все более актуальной, исследование добавок на основе биомассы рассматривается как многообещающий подход к снижению негативного воздействия полимерных материалов на окружающую среду [1]. Среди этих добавок интеграция натуральных масел в качестве пластификаторов и мягчителей приобрела значительную известность в последние годы благодаря ряду преимуществ [2]. Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) определяет пластификаторы и мягчители как вещества, добавляемые к полимерам для улучшения определенных свойств, таких как гибкость, пластичность и др. [3]. Такие добавки играют решающую роль в изменении эксплуатационных характеристик полимеров, позволяя использовать их в широком спектре. Хотя основная функция добавок заключается в улучшении технологичности и механических свойств полимеров, их присутствие настолько значимо, что они считаются неотъемлемой частью рецептур, а не просто добавками [4]. По мере роста потребительского спроса на более безопасные и более устойчивые альтернативы разработка пластификаторов и мягчителей на основе биомассы приобретает все большую популярность. Эти натуральные компоненты предлагают многообещающий путь к улучшению устойчивости полимерных материалов при сохранении или улучшении желаемых свойств полимеров [5].

Целью данного исследования являлось установление влияния технологически активной добавки (ТАД-ЖК) при частичной и/или полной замене отдельных ингредиентов вулканизирующей группы на реологические и кинетические характеристики модельных эластомерных композиций на основе синтетического изопренового каучука общего назначения СКИ-3.

Применяемая в данной работе ТАД-ЖК представляет собой органо-минеральный комплекс на основе смеси жирных кислот и природного бентонита, полученный модификацией сопутствующих продуктов рафинации масла подсолнечника при введении сернокислого алюминия и ферментного препарата (ООО «Совтех», г. Воронеж, Российская Федерация) [6].

Определено, что частичная замена (до 30%) отдельных компонентов вулканизирующей системы (кроме стеариновой кислоты) на ТАД-ЖК в модельных эластомерных композициях на основе каучука общего назначения СКИ-3 приводит к снижению значений показателя вязкости по Муни резиновых смесей до 60,2%. Снижение вязкости исследуемых резин, вероятно, обусловлено эффектом пластификации за счет жирных кислот, входящих в состав ТАД-ЖК. Стоит отметить, что при частичной и полной замене стеариновой кислоты на ТАД-ЖК показатель вязкости по Муни исследуемых резиновых смесей увеличивается на 9,6–59,0% в сравнении с исходной смесью. В случае увеличения процентной замены отдельных компонентов вулканизирующей группы на ТАД-ЖК (свыше 50%) определено увеличение показателя вязкости по Муни. Бентонит, входящий в состав ТАД-ЖК, как и другие глины, обладает высокой способностью к образованию межмолекулярных взаимодействий, таких как водородные связи и ван-дер-Вальсовы силы. Модификация бентонита жирными кислотами может изменить его химическую совместимость с непрерывной фазой полимерной матрицы, что приводит к более сильному взаимодействию между компонентами смеси, что в свою очередь, может увеличить вязкость резиновой смеси.

Частичная замена отдельных компонентов вулканизирующей группы на ТАД-ЖК приводит к повышению стойкости исследуемых резиновых смесей к подвулканизации, поскольку показатель времени начала вулканизации (t_{s2}) возрастает до 57,3%. В случае замены цинковых белил во всех исследуемых дозировках данный показатель уменьшается незначительно. Стоит отметить, что применение исследуемой технологически активной добавки приводит к снижению времени достижения оптимума вулканизации (t_{90}) при замене каждого из ингредиентов вулканизирующей группы во всех исследуемых дозировках. Данное изменение кинетических параметров вулканизации резиновых смесей на основе каучука общего назначения с ТАД-ЖК может быть обусловлено наличием в добавке высокого количества металлов (до 13,0%) и серы (до 3,0%), что способствует ускорению процесса вулканизации.

Результаты, полученные в данном исследовании, показали, что технологически активная добавка на основе смеси жирных кислот и природного бентонита является эффективным модификатором для

эластомерных композиций на основе СКИ-3. Она позволяет целенаправленно регулировать свойства резиновых смесей, улучшая их технологичность (снижая вязкость и ускоряя вулканизацию).

ЛИТЕРАТУРА

1. Vieira M.G.A., da Silva M.A., Santos L.O., Beppu M.M. Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review // *European Polymer Journal*. – 2011. – Vol. 47. – P. 254–263.
2. Marturano V., Marotta A., Agustin-Salazar S., Ambrogi V., Cerruti P. Recent advances in bio-based functional additives for polymers // *Progress in Materials Science*. – 2023. – Vol. 139. – P. 101186.
3. Oh E., Kim B. A Trend and Market in Eco-friendly Plasticizers: Review and Prospective // *Composites Research*. – 2022. – Vol. 35. – P. 232–241.
4. Xie C., Li H., Li L., Yu Sh. Liu F. Synthesis of plasticizer ester using acid-functionalized ionic liquid as catalyst // *Journal of Hazardous Materials*. – 2008. – Vol. 151. – P. 847–850.
5. Jia P., Xia H., Tang K., Zhou Y. Plasticizers Derived from Biomass Resources: A Short Review // *Polymers*. – 2018. – Vol. 10. – P. 1303.
6. RU 2 396 293 C2, 2010.

УДК 678.074.046.3.03

Касперович А.В., Боброва В.В.

(УО «Белорусский государственный технологический университет»)

Ефремов С.А., Нечипуренко С.В.

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби)

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОД-КРЕМНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В ПРОТЕКТОРНОЙ ЧАСТИ ШИНЫ

Одним из перспективных методов практического использования продуктов переработки рисовой шелухи и стебля является применение их карбонизатов в составе эластомерных композиций в качестве замены промышленных наполнителей [1]. Из-за своей низкой цены и большого содержания кремнезема, по сравнению с другими натуральными материалами, рисовая шелуха была признана подходящей для широкого спектра использования в производственных и прикладных процессах. Уникальные физико-химические характеристики рисовой шелухи, а именно высокое содержание аморфного кремнезема (87–97 мас.% SiO₂), развитая пористая структура, низкая плотность и большая удельная поверхность, обуславливают ее востребованность в различных промышленных