

четание комплекса физико-механических показателей наблюдается при температуре 155°C и времени вулканизации 150 минут. Уменьшение общего содержания вулканизирующей группы в составе композиции приводит к тому, что вулканизаты обладают лучшим комплексом физико-механических показателей.

Таким образом нами изучена возможность использования регенерата и резиновой крошки в качестве полимерной матрицы разрабатываемой композиции. Исследовано влияние соотношения компонентов на качество композиции.

Показано влияние качественного и количественного составов на физико-механические показатели композиции.

Разработана рецептура композиции для полимерных покрытий. Разработана технология изготовления композиции для полимерного покрытия.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что оптимальные физико-механические свойства достигаются:

- или при содержании серы 1,26–1,27, а каптакса 0,87–0,88 массовых долей на 100 массовых долей маточной смеси, времени вулканизации 150 минут при температуре 155°C;

- или при содержании серы 0,96–0,99; сульфенамида Ц 0,96–0,99; тиурама Д – 0,03–0,04 массовых долей на 100 массовых долей маточной смеси, времени вулканизации 150 минут при температуре 155°C.

УДК 678.4

С. В. Чернышов, асп.,
Л. Р. Люсова, д-р техн. наук, зав. каф.
(ИТХТ им. М.В. Ломоносова, РТУ МИРЭА,
г. Москва, Российская Федерация)

ЭЛАСТОМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПОЛИИЗОПРЕНА И ПОЛИЭТИЛЕНА КАК ЗАМЕНА НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА

Основой любой резины является каучук и в том числе импортный натуральный каучук (НК), который является незаменимым полимером при производстве различных резиновых изделий, включая авиационные, цельнометаллические и крупногабаритные шины, которые состоят более чем на 85% из него. В России с 60-х годов XX века существует производство синтетического аналога НК – синтетического изопренового каучука марки СКИ-3, но данный каучук уступает натуральному каучуку по ряду показателей. Одним из основных его недостатков по сравнению с НК является низкая когезионная прочность резиновых

смесей на его основе, которая важна при заготовительно-сборочных операциях. Когезионная прочность является важнейшей характеристикой технологических свойств резиновых смесей и во многом определяет их качество [1–3]. В то же время необходимо, чтобы сохранялись на должном уровне все остальные показатели резиновых смесей и резин.

В результате анализа литературных данных было установлено, что существует несколько путей решения проблемы замены натурального каучука в резиновых изделиях [2, 4]. Одним из наиболее доступных и перспективных является использование смесей полимеров, например совмещение синтетического полиизопрена с различными полимерами (с термопластами или эластомерами).

Целью данной работы являлось разработка эластомерных материалов на основе СКИ-3 с повышенной когезионной прочностью и улучшенными усталостными характеристиками путем совмещения СКИ-3 с небольшими добавками полиэтилена и бутадиенового каучука СКД-777.

Для повышения когезионной прочности резиновых смесей вводили два типа полиэтилена: полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) марки ПНД 277-73 производства ООО «Ставролен» и линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП) LLDPE 218 BJ производства SABIC, а для улучшения эксплуатационных свойств вводили бутадиеновый каучук марки СКД-777 (содержание 1,2 звеньев – 77,4%) производства ПАО «Сибур Холдинг».

Изготовление модельных резиновых смесей, наполненных техническим углеродом N330, проводили в резиносмесителе НААКЕ PolyLab в течение 9 минут с последующей доработкой на вальцах (вводили серу в течение 1,5 минут). Исходя из ранее полученных данных [5], была выбрана температура смешения резиновых смесей с добавлением ПЭВП – 140°C, ЛПЭНП – 130°C, а резиновые смеси на основе СКИ-3 и НК изготавливали при температурах 120, 130 и 140°C.

На основании проведенных исследований (рисунок 1) было установлено, что полиэтилен обоих типов значительно повышает когезионную прочность резиновых смесей (вплоть до уровня натурального каучука: 0,50–0,88 МПа).

Для повышения когезионной прочности до уровня резиновой смеси на основе натурального каучука и выше требуется введение 7–10 мас. % полиэтилена. Однако введение как ПЭВП, так и ЛПЭНП в количестве 10 мас. ч. и выше приводит к заметному снижению относительного удлинения при растяжении резиновой смеси и снижению времени начала реверсии при вулканизации.

Введение как полиэтилена ПЭВП, так и ЛПЭНП в количестве до 7 мас. ч. не существенно влияет на физико-механические и эксплуата-

ционные характеристики вулканизатов, однако наблюдается тенденция их снижения. Стоит выделить увеличение остаточного удлинения при разрыве, уменьшение эластичности по отскоку и усталостных характеристик. При содержании 10 мас.ч. происходит заметное снижение физико-механических и усталостных характеристик (рисунок 2).

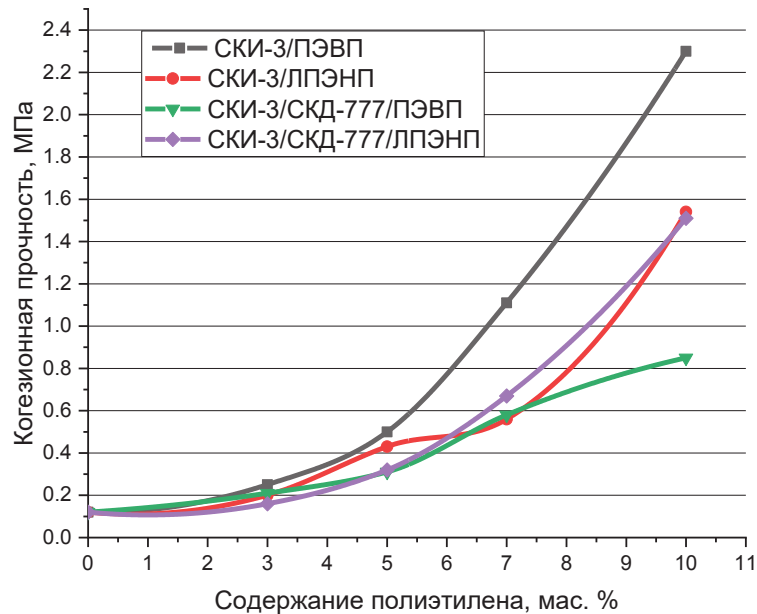


Рисунок 1 – Когезионная прочность резиновых смесей

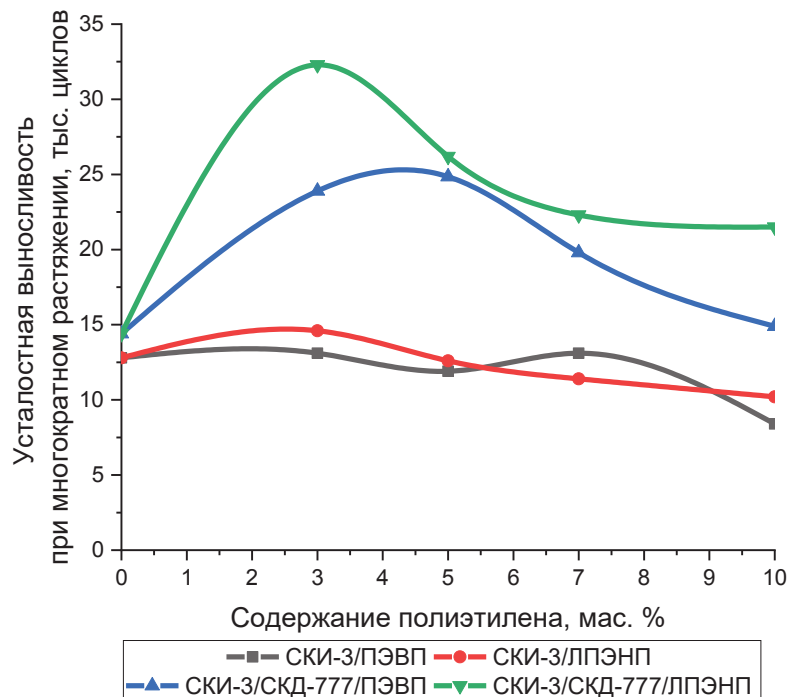


Рисунок 2 – Усталостная выносливость резин при многократном растяжении ($\epsilon=125\%$, частота 3 Гц)

В работе показано, что введение каучука СКД-777 в количестве 10 мас. % в эластомерные материалы на основе СКИ-3 и полиэтилена улучшает ряд ключевых свойств: повышается время начала реверсии резиновых смесей при вулканизации, улучшаются усталостные характеристики и эластичность по отскоку резин. Однако СКД-777 в количестве 10 мас. % приводит к снижению когезионной прочности на 23% и адгезионной прочности при отрыве от латуни на 16% по сравнению с эластомерными композициями на основе смеси СКИ-3 и полиэтилена.

Таким образом, показано, что введение, как полиэтилена высокой плотности, так и линейного полиэтилена низкой плотности в резиновую смесь на основе СКИ-3 позволяет повысить когезионную прочность до уровня резиновой смеси на основе натурального каучука. Впервые рассмотрено совместное использование 1,2-полибутадиена и полиэтилена для улучшения технологических и эксплуатационных свойств эластомерных материалов на основе СКИ-3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Modification of synthetic polyisoprene by combination with high-density polyethylene / S.V. Chernyshov, L.R. Lyusova, M.B. Zharylganova, D.Y. Nebratenko // Military Technical Courier. – 2024. – Vol. 72, No. 4. – P. 1977–1991.
2. Натуральный и синтетические изопреновые каучуки, полученные с использованием катализаторов Циглера-Натта / А.А. Зуев, В.Л. Золотарев, И.П. Левенберг [и др.] // Тонкие химические технологии. – 2024. – Т. 19, № 2. – С. 139–148.
3. Effect of linear low-density polyethylene on the properties of elastomeric materials based on synthetic polyisoprene / S.V. Chernyshov, L.R. Lyusova, M.B. Zharylganova, L.A. Konyaeva // Polyolefins Journal. – 2024. – Vol. 11, No. 4. – P. 213–218.
4. Афанасьев С.В. Пути повышения когезионной прочности эластомеров: тем. обзор. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989. – 68 с.
5. Эластомерные композиции с повышенной когезионной прочностью на основе синтетического полиизопрена, 1,2-полибутадиена и полиэтилена высокой плотности / С.В. Чернышов, Л.Р. Люсова, С.Р. Махмудова [и др.] // Каучук и резина. – 2024. – Т. 83, № 4. – С. 194–199.