

УДК 691.175

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗИН ФТОРСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

К. В. СУХАРЕВА

Научный руководитель А. А. ПОПОВ, д-р хим. наук, проф.
Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
Москва, Россия

Для достижения желаемых характеристик резиновых материалов применяются различные методы модификации поверхности, в том числе направленные на повышение износостойкости и механических свойств. Актуальной задачей является определение экономически выгодного и эффективного подхода к улучшению трибологических характеристик резиновых материалов. Работа направлена на повышение износостойкости путем модификации поверхности обработкой фторполимерсодержащим раствором.

В качестве основного сырья использовался бутадиен-нитрильный каучук NBR (марка БНКС-18, АО КЗСК, г. Красноярск, Россия). Фторполимер (марка ФКМ-32, ГалоПолимер, г. Кирово-Чепецк, Россия) в сочетании с вулканизирующим агентом (хинольным эфиром диоксима-хинона) и дитиофосфатным ускорителем был использован для нанесения на поверхность каучука NBR. Поливинилиденфторид-сохлортрифторэтилен (фторопласт марки Ф32Л, ГалоПолимер, г. Кирово-Чепецк, Россия) растворяли в 1,1,2-трифтор1,2,2-трихлорэтаноле (ХФУ-113).

Образцы каучука NBR в виде образца в форме лопатки (для последующего испытания прочностных свойств) и в форме квадрата (для испытаний на истирание) подвергали различным видам модифицирующих воздействий на поверхность резины. Способы модифицирования поверхности образцов резины представлены в табл. 1. Состав должен покрыть поверхность резины и после сушки и термостатирования совулканизироваться с резиновой подложкой, снижая параметры износа и коэффициент трения.

Методом испытания на истирание определены изменения стойкости к истиранию и среднего коэффициента трения полученного и модифицированного NBR. Анализ показателей стойкости к истиранию и среднего коэффициента трения для NBR-M1 и NBR-M2 показал, что предварительная обработка путем замачивания в метилэтилкетоне оказывает незначительное влияние на эффективность модификации. При использовании хромированной стали в качестве подложки снижается износостойкость при увеличении коэффициента трения. Низкая эффективность методов M1 и M2 может быть обусловлена отсутствием сцепления между поверхностью резины и поверхностным слоем фторэластомера из-за низкой адгезии фторэластомера к поверхности NBR. Каучук после модификации типа M3 показывает значительное снижение истираемости. Про-

цесс фторирования поверхности резины значительно снижает начальный коэффициент трения о металл. Это снижение в первую очередь связано с уменьшением адгезионного взаимодействия между компонентами.

Табл. 1. Способы модифицирования поверхности образцов резины

Тип	Описание метода модификации
М1	На поверхность резины кистью наносили эластомерную композицию следующего содержания: ФКМ-32, хинольный эфир диоксима-хинона и дитиофосфатный ускоритель (10 масс. % раствор в МЭК) с помощью кисти ($T = (25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$). Общее количество нанесенных слоев – 4, время высыхания между слоями – 24 ч. Образец с высушенным покрытием термостатировали при температуре $150 ^\circ\text{C}$ в течение 10 мин
М2	Предварительную обработку каучука NBR проводили путем погружения в метилэтилкетон (МЭК) на 10 мин. На поверхность резины с помощью кисти наносили эластомерную композицию следующего содержания: ФКМ-32, хинольный эфир диоксима-хинона и дитиофосфатный ускоритель (10 масс. % раствор в МЭК) ($T = (25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$). Общее количество нанесенных слоев – 4, время высыхания между слоями – 24 ч. Образец с высушенным покрытием термостатировали при температуре $150 ^\circ\text{C}$ в течение 10 мин
М3	Образцы бутадиен-бутадиена погружали в 10-процентный раствор фторопласта марки Ф32Л в 1,1,2-трифтор-1,2,2-трихлорэтаноле и выдерживали в течение 6 ч ($T = (25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$), после чего высушивали до постоянной массы

Механические свойства модифицированного NBR, такие как модуль растяжения при 100 % и 300 %, а также прочность на растяжение и твердость, улучшены по сравнению с чистым NBR. Прочность на разрыв NBR-M1 и NBR-M2 остается на уровне чистого NBR. Механические свойства, такие как прочность на растяжение и относительное удлинение, сохраняют свою целостность после фторирования, что указывает на то, что объемная структура фторэластомера осталась неизменной. Одновременно значения твердости образцов NBR-M1 и NBR-M2 увеличились на 4 и 6 ед. соответственно. Для каучуков, модифицированных по типу М3, модуль упругости при 100 % и 300 % увеличивается на 86 % и 44 % соответственно, при этом предел прочности при растяжении увеличивается на 20 %, а твердость увеличивается на 9 ед. по сравнению с полученным NBR. Увеличение твердости может быть связано с повышением плотности поперечных связей.

Таким образом, модифицированный по поверхности бутадиен-нитрильный каучук (метод М3) показывает лучшие трибологические (снижение коэффициента трения и скорости износа) и механические характеристики, чем необработанный образец. Наличие атомов галогенов (фтора, хлора) на поверхностном слое образца резины отвечает за комплекс повышенных свойств поверхностно-модифицированного NBR-M3.