

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Р.М. Долинская, Н.Р. Прокопчук

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

Studies have shown that the use of semi-efficient sulfur cross-linking systems makes it possible to obtain rubbers based on EPDM with an acceptable level of performance properties.

В связи с созданием техники нового поколения в настоящее время к комплектующим изделиям, используемым на различных машиностроительных предприятиях, предъявляются повышенные требования.

Однако используемые в настоящий момент эластомерные материалы не всегда удовлетворяют предъявляемому комплексу требований и для их переработки необходимо применение пероксидных сшивающих систем.

Пероксидные сшивающие системы – это агрессивные материалы, поэтому к перерабатываемому оборудованию предъявляются повышенные требования (специальная оснастка, использование легированной стали и наличие систем вентиляции).

Предприятия резинотехнической отрасли Республики Беларусь не располагают соответствующим оборудованием и их помещения не приспособлены к изготовлению изделий с использованием пероксидных сшивающих систем. Поэтому резинотехнические изделия, изготавливаемые при помощи пероксидных сшивающих систем, закупаются за рубежом.

В связи с этим большой интерес представляют эластомеры, позволяющие при высоком уровне эксплуатационных свойств перерабатывать их на стандартном оборудовании резинотехнической промышленности, например, этиленпропиленовые эластомеры тройные сополимеры.

Этиленпропилендиеновые каучуки (международное название – EPDM) являются каучуками специального назначения и присутствуют на рынке материалов с 1963 г. Эти аморфные терполимеры получают путем сополимеризации этилена в различных пропорциях (терполимер содержит от 40 до 75% (по массе) этилена), пропилена и не-

большого количества несопряженного диена. В качестве диена используют, например, 2-этилиден-5-норборнен или дициклопентадиен.

Согласно европейским нормам EPDM является биоматериалом («материал, предназначенный для взаимодействия с биологическими системами...»). Каучук имеет высокий коэффициент разбавления, способен принимать большие количества наполнителей, что позволяет в ряде случаев снижать цену резиновых смесей на его основе; обладает хорошей устойчивостью к кетонам, разбавленным кислотам и щелочам; проявляет отличную стойкость к окислению озоном, кислородом воздуха, к погодным условиям, свету, холоду; обладает отличными электроизоляционными свойствами. Однако следует отметить нестойкость EPDM к большинству масел, бензину, керосину, ароматическим и алифатическим углеводородам, галогенированным растворителям и концентрированным кислотам.

Резиновые смеси EPDM, вулканизованные с использованием пероксидов вместо серы, обладают улучшенными свойствами, такими как превосходные термостойкость, стойкость к сжатию и электроизоляционные характеристики для формованных изделий, а также повышенной стабильностью при смешивании с окрашенными веществами.

Однако, если вулканизация пероксидами проходит в присутствии воздуха, то возможны поверхностные дефекты, такие как избыточная липкость, сниженная прочность или недостаточная твердость, что приводит к понижению эксплуатационных характеристик резин – низкой износостойкости (растрескиванию) и повышенному скольжению.

Этиленпропиленовые эластомеры тройные сополимеры – синтетические каучуки специального назначения, его макромолекулы характеризуются малой степенью неопределенности основной полимерной цепи.

Эти особенности строения макромолекул этиленпропиленовых эластомеров тройных сополимеров позволяют применять для сшивки эластомерной матрицы не только пероксидные вулканизирующие системы, но и серные, а также обуславливают достаточно высокий уровень эксплуатационных свойств эластомерных композиций на их основе, т. е. высокие термо- и озоностойкость.

Целью данной работы являлось разработать рецептуру для изготовления резин, обладающих высокими термо- и озоностойкостью,

на основе марок этиленпропиленовых каучуков в основном вулканизуемых пероксидными вулканизирующими системами.

Этиленпропилендиеновые каучуки имели вязкость по Муни от 50 до 120 (ML 1+4 при 100°C – по ГОСТ Р 54552–2011) и содержали от 90 до 40% (по массе) высокомолекулярного EPDM, этилена – от 73 до 85% (мольн.) (характеристическая вязкость  $[\eta]$  – от 2,5 до 5,0 дл/г) и от 10 до 60% (по массе) низкомолекулярного EPDM, имеющего содержание этилена от 73 до 85% (мольн.) с характеристической вязкостью  $[\eta]$  – от 0,15 до 0,8 дл/г.

В качестве вулканизирующего агента использовалась сера.

Для вулканизации данных смесей использовали различные по эффективности серные сшивающие системы (обычную, полуэффективную и эффективную). Режим вулканизации был разработан исходя из анализа кинетики вулканизации, проведенного на реометре Monsanto (модель ODR 2000). Вулканизацию осуществляли в гидравлическом прессе в пресс-формах. Температура вулканизации составляла приблизительно 143°C, а время вулканизации – 40 мин.

Первым этапом данной работы было исследование влияния различных серных сшивающих систем на технологические свойства композиций на основе EPDM. Изучение проводилось на основании данных полученных с помощью вискозиметра Муни.

Результаты исследования показали, что при переходе от обычной к эффективной серной сшивающей системе наблюдается уменьшение скорости подвулканизации, что обусловлено, вероятно, уменьшением содержания свободной серы.

Анализ полученных данных показал, что уровень физико-механических свойств, при применении как обычной так и полуэффективной серных сшивающих систем, практически не отличается.

Однако, учитывая технологические свойства, наиболее целесообразным является использование полуэффективной системы.

Исходя из комплекса физико-механических свойств композиций, сшитых эффективной серной сшивающей системой, можно сделать вывод о том, что применение небольшого количества серы не позволяет достичь необходимой плотности поперечных сшивков. Это также подтверждается значениями условно-равновесного модуля.

При необходимости обеспечения таких свойств, как условная прочность, относительная остаточная деформация сжатия и стойкость в агрессивных средах целесообразно применять пероксидную сшивающую систему.

Однако в тех случаях, когда не предъявляется жестких требований к относительной остаточной деформации сжатия, а более важную роль играют эластические свойства, будет более оправдано применение серной сшивающей системы.

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что применение серных полуэффективных сшивающих систем позволяет получать резины на основе EPDM с приемлемым уровнем эксплуатационных свойств.

## **ХИМИЧЕСКИЕ КАНЦЕРОГЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В РЕЗИНОВОЙ КРОШКЕ**

Кривошеева Л.В., Белицкий Г.А.

ФГБНУ «Российский онкологический научный центр им. Н.Н.Блохина», г. Москва, Россия

High concern has been generated in the last years about the safety of recycled tire rubber used for recreational sports surfaces. We detected significant amount of carcinogenic compounds including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and volatile N-nitrosamines (NA) in recycled tire crumb. Analysis of rubber crumb samples stored more than 5 years showed a significant decrease in the content of both PAHs and NA. The mechanism of this effect is discussed.

Проблема защиты биосферы имеет глобальное значение. В связи с огромным количеством промышленных и бытовых отходов, поступающих в окружающую среду непосредственно вблизи жилых массивов и транспортных магистралей, очевидно и значительное внимание, посвященное теме утилизации отходов. Вредное воздействие полигонов, содержащих отходы так же, как и выбросов мусоросжигательных заводов, не оснащенных в достаточной степени технологиями, позволяющими максимально снизить содержание вредных включений, влияет на экологическую ситуацию и здоровье населения, растительного и животного мира.

Большой вклад в общую массу отходов вносят отработанные автомобильные шины, распространённым видом утилизации которых является использование в виде резиновой крошки для самых разнообразных целей – от мульчирования почвы в сельском хозяйстве до покрытия дорог, стадионов, детских площадок и производства раз-