

УДК 678.04 (043.3)

Ж. С. Шашок, доц., канд. техн. наук;
Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Б., профессор, доктор хим. наук;
Е. П. Усс, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Структура резин, как и многих других материалов, неоднородна. Местная концентрация напряжений может быть следствием наличия в резине материальных дефектов (микротрещин, полостей, включений, нарушений химической структуры) и структурной неоднородности материалов (неодинаковая длина участков молекулярных цепей, заключенных между узлами вулканизационной сетки, наличие несвязанных в сетку концов макромолекул, зависящее от молекулярной массы каучука, неравномерное распределение связей по объему вулканизата, наличие упорядоченных областей, кристаллических включений в аморфной фазе каучука, присутствие твердой и мягкой фазы в наполненных резинах, наличие поверхности раздела фаз и др.). Такие микродефекты и микронеоднородности являются очагами, дающими начало разрушению в материале, находящимся под нагрузкой. Согласно статистической теории С. Н. Журкова и А. П. Александрова прочность материалов определяется наиболее опасным дефектом, а распределение дефектов в материале носит статистический характер, поэтому маловероятно в разных образцах одной и той же резины встретить дефекты одинаковой степени опасности. Следовательно, различные образцы одной и той же резины могут иметь разную прочность [1, 2].

На прочность резины большое влияние оказывают химический состав и конфигурация макромолекул каучука, тип вулканизирующей системы и характер образующихся при вулканизации структур, концентрация и морфологические характеристики наполнителей, пластификаторов, модификаторов и некоторые другие факторы [1].

Цель работы – определение влияния наноструктурных углеродных добавок на основные упруго-прочностные свойства вулканизатов на основе натурального каучука (НК).

В работе использовался углеродный наноматериал (УНМ), полученный на предприятии «Перспективные исследования и технологии» (ТУ ВУ690654933.001-2011). Было опробовано три типа наноматериала. Первый (УНМ1) – материал, полученный непосредственно с установки, представляющий собой широкодисперсную смесь углеродных нанотрубок и нановолокон с примесями аморфного уг-

лерода, металлов и их окислов. Второй и третий материалы прошли специальную обработку (функционализацию) для прививки кислородсодержащих групп (УНМ2) и аминогрупп (УНМ3) с целью увеличения эффективности взаимодействия частиц добавки с эластомерной матрицей. Углеродные наноматериалы вводились в эластомерные композиции в дозировках от 0,1 до 0,5 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Резиновые смеси, содержали в качестве наполнителя высокоактивный технический углерод марки N134 и малоактивный технический углерод марки N772.

В композициях на основе НК с малоактивным техническим углеродом марки N772 выявлено, что изменение упруго-прочностных свойств при введении углеродных наноматериалов существенно зависит от степени наполнения техуглеродом эластомерной матрицы, так при дозировке 25,0 мас. ч. наполнителя показатель условной прочности уменьшается на 4,5–15,4%, а показатель относительного удлинения на 10,5–15,8%, в то время как при дозировке 50,0 мас. ч. техуглерода изменение прочности составляет всего 3,5–4,4%, но ухудшение эластических свойств для резин с наноматериалами составляет 12,5–23,4%. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии углеродных наноматериалов на процесс формирования поперечных связей структуры резины при вулканизации, которые обуславливают изменение основных упруго-прочностных свойств эластомерного материала. В композициях с высокоактивным техническим углеродом N134 установлено, что введение наноматериалов позволяет повысить на 3,2–11,7% условную прочность при растяжении резин, при этом изменение показателя относительного удлинения при разрыве резин зависит от дозировки основного наполнителя и природы наноуглеродной добавки. Определено, что резины с УНМ1 и УНМ3 характеризуются повышенной стойкостью к тепловому старению, при чем дозировка указанных наноматериалов не оказывает существенного влияния на процесс протекания термоокислительной деструкции. Повышение стойкости резин к воздействию повышенной температуры и кислорода воздуха позволит увеличить работоспособность и долговечность резинотехнических изделий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жовнер Н. А. Структура и свойства материалов на основе эластомеров : учеб. пособие. Омск: Филиал Рос-ЗИТЛП, 2003. 276 с.
- 2 Шутилин Ю. Ф. Физикохимия полимеров. Воронеж: Воронеж. обл. тип., 2012. 972 с.