

Ж.С. Шашок, д-р техн. наук, проф. ;  
Н.Р. Прокопчук, д-р хим. наук, член-корр. НАН Б., проф. ;  
Е.П. Усс, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

## **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ВУЛКАНИЗАЦИОННОЙ СЕТКИ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Изменение при повышенной температуре структуры резины на основе полярного бутадиен-нитрильного каучука обусловлено процессами окисления эластомера, в результате которого образуются промежуточные продукты, являющиеся эффективными ингибиторами окисления [1], а также влиянием электрофильного заместителя у двойной связи на термоокисление каучука [2]. В связи с этим при термическом, термоокислительном и термомеханическом воздействии на резины на основе БНКС в основном протекают процессы структурирования, а не деструкции. Введение углеродных наноматериалов, вероятно, приводит к некоторому их участию в образовании не только поперечных связей в процессе вулканизации, но и в термоокислительных процессах, происходящих в объеме резины при тепловом старении.

Цель работы – определение влияния наноструктурных углеродных добавок на показатели структуры вулканизационной сетки резин на основе бутадиен-нитрильного каучука (БНКС-18).

В работе использовались углеродные наноматериалы (УНМ) трех типов, полученных на предприятии «Перспективные исследования и технологии» (ТУ ВУ690654933.001-2011). Первый (УНМ1) – материал представлял собой смесь углеродных нанотрубок и нановолокон с примесями аморфного углерода, металлов и их окислов. Второй и третий материалы прошли функционализацию для прививки кислородсодержащих групп (УНМ2) и аминогрупп (УНМ3). 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.

Результаты определения показателей пространственной сетки резин на основе БНКС-18 с техническим углеродом марки N772 в дозировке 25,0 мас. ч. и наноматериалами выявили, что резины, содержащие углеродные нанодобавки, характеризуются меньшими значениями плотности сшивки по сравнению с резиной без наноматериала.

Практически аналогичная зависимость показателей структуры вулканизационной сетки при использовании в составе резин наноматериалов выявлена и после теплового старения. Получение резин с меньшей плотностью сшивки обуславливает более высокие эластические свойства вулканизатов как до, так и после теплового старения.

Выявлено, что в эластомерных композициях на основе полярного БНКС-18 с малоактивным техническим углеродом N772 в дозировке 50,0 мас. ч. при воздействии повышенной температуры для резин с наноструктурными углеродными материалами процесс структурирования протекает в большей степени (плотность поперечного сшивания увеличивается в 1,29–1,31 раза), чем для резины, не содержащей наноматериал (плотность поперечного сшивания увеличивается в 1,23 раза).

В композициях с высокоактивным техническим углеродом N134 в дозировке 25,0 мас. ч. плотность поперечного сшивания резин с наноматериалами, при воздействии повышенной температуры и кислорода воздуха увеличивается в большей степени (в 1,47–1,49 раза), чем для резины без наноматериала (в 1,33 раза).

В случае композиций с высокоактивным техническим углеродом N134 в дозировке 50,0 мас. ч. структура резин, содержащих наноструктурные углеродные материалы, по сравнению с резиной без добавки различается в зависимости от типа вводимых наноматериалов; для резин с УНМ2 наиболее существенные различия в структуре резин выявлены также при использовании данного наноматериала в дозировке 0,1 мас. ч., а для резин с УНМ3 при введении 0,1 и 0,2 мас. ч.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о различиях строения вулканизационной сетки резин, а также о возможном участии реакционноспособных групп поверхности наноматериалов в процессах термоокислительной деструкции и обусловлены, прежде всего, плотностью поперечного сшивания и природой образующихся вулканизационных связей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. – М.: НППА «Истек», 2009. – 502 с.
2. Жовнер Н.А., Чиркова Н.В., Хлебов Г.А. Структура и свойства материалов на основе эластомеров. – Омск: Филиал Рос-ЗИТЛП, 2003. – 276 с.