

вулканизатов приближаются к значениям показателя немодифицированных образцов, что, возможно, объясняется разрывом межмолекулярных связей между ПЭО и каучуком.

В случае образцов резин на основе БНКС-40, модифицированных в ПЭО 400, отмечается повышение значений ТКЛР в исследуемом температурном диапазоне по сравнению с немодифицированными образцами. Это может быть связано с пластифицирующим действием олигомерной среды на композицию.

Таким образом, анализ результатов проведенных исследований свидетельствует об изменении структуры эластомерных композиций в результате диффузии полиэтиленоксида в эластомерную матрицу. При этом изменение структуры модифицированных композиций связано как с поверхностно-активными свойствами низкомолекулярного полиэтиленоксида, так и с образованием межмолекулярных связей физического типа между гидроксильными группами макромолекул полиэтиленоксида и нитрильными группами макромолекул каучука, что способствует формированию более плотной пространственной сетки.

Литература

1. Усс Е.П. Влияние теплоносителя на свойства вулканизатов / Е.П. Усс, А.В. Касперович // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – Минск, 2008. – Вып. XVI. – С. 90–93.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

Вишневецкий К.В., Шапок Ж.С., Прокопчук Н.Р.

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

The stress relaxation test can be used alone or with other low and high strain tests to predict and control processability of rubber. Work was performed to determine the influence of carbon nanomaterial in order to increase processing quality of mixed rubber stocks. The effects of different dosage of carbon nanotubes and nanofibers on stress relaxation were observed. Adding the nanomaterial allows to reduce the time of relaxation of the sample, that decreases internal strain in the product resulting in increased performance figures.

Работы [1], проведенные еще в начале 90-х годов прошлого столетия, свидетельствуют о том, что технологичность (обрабатываемость) каучука и резиновых смесей не может быть полностью охарактеризована вязко-

стью по Муни. В то время, как этот показатель коррелирует со значениями средней молекулярной массы, существует большое количество других характеристик связанных с реологическими свойствами смесей, которые не могут быть определены при испытании по определению вязкости по Муни. Сегодня исследователям и технологам доступен дополнительный критерий для оценки многих показателей сырых резин и каучуков – определение релаксации напряжения. Важными преимуществами релаксационных напряжений являются: информативность и короткое время, необходимое для исследования.

Цель данной работы – оценить влияние углеродных наноматериалов (УНМ) на технологичность наполненных резиновых смесей на основе бутадиен-нитрильного каучука с помощью определения релаксации напряжений.

Исследовалась наполненная эластомерная композиция, рецептура которой построена на основе бутадиен-нитрильного каучука с содержанием связанного акрилонитрила 17-23 % мас. Углеродные наноматериалы вводились в резиновые смеси в дозировках от 0,05 до 0,2 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука. В качестве объектов сравнения использовались образцы, не содержащие нанодобавку.

Исходный наноматериал был получен в плазме высоковольтного разряда. После комплексной обработки кислотами и отжигом, углеродный наноматериал с помощью ультразвука был разделен на фракции. В качестве добавок в эластомерную композицию использовались фракции «пленка», которая по составу представляет собой частицы графита и аморфного углерода, относительно крупные сплетения нанотрубок и волокон и «суспензия» - отдельные углеродные нанотрубки, с небольшими примесями других аллотропных модификаций углерода. Углеродные наноматериалы были синтезированы и разделены на фракции в ИЧП «Перспективные исследования и технологии» (г. Минск).

Определение релаксации проводили на роторном вискозиметре MV2000, который после проведения испытания вязкости по Муни ($M_L(1+4)$) в течении минуты после остановки ротора фиксировал показания остаточного крутящего момента через небольшие промежутки времени. По полученным данным прибор строится график зависимости вращающего момента от времени в логарифмических координатах. Тангенс угла наклона касательной к графику релаксации через 1 сек после остановки ротора ($tg\alpha$) или графика релаксации на логарифмической шкале, является мерой скорости релаксации. Коэффициент дисперсии при испытаниях составил 1,07 %, что указывает на отличную повторяемость опыта и оборудования. Также в ходе исследования рассчитывался коэффициент релаксации (K), который является процентом снижения вращающего момента за 1 сек.

На тангенс угла наклона касательной и графика релаксации могут оказывать влияние процесс полимеризации, молекулярно-массовое распределение, разветвление, средняя молекулярная масса, микроструктура, содержание наполнителей и размер их частиц, и др [2]. При этом, следует принять во внимание тот факт, что во всех случаях эластомерная основа оставалась неизменной, а изменялось лишь количество вводимого наноматериала.

Полученные в ходе испытаний данные свидетельствуют о небольшом, но очевидном повышении скорости релаксации. Так, исходные эластомерные композиции, не содержащие нанодобавку, имеют значение $\text{tg}\alpha$ равное $-0,386$, в то время, как образцы, содержащие $0,1$ мас.ч. «суспензии» и $0,2$ мас.ч. «пленки», имеют значения тангенса угла наклона соответственно $-0,417$ и $-0,406$. Рассчитанные коэффициенты релаксации коррелируют со значениями $\text{tg}\alpha$, и составляют: $51,7\%$ для фракции «суспензия» ($0,1$ мас.ч.), $50,8\%$ в случае «пленки» ($0,2$ мас.ч.) и $49,7\%$ для резиновой смеси, не содержащей углеродную нанодобавку.

Несколько большая скорость релаксации композиции, содержащей фракцию «суспензия», показывает преимущества этого вида углеродных добавок над «пленкой» по обрабатываемости композиций, хотя значения вязкости по Муни практически одинаковы ($49,5 - 0,1$ мас.ч. «суспензии» и $50,1 - 0,2$ мас.ч. «пленки»). Полученные данные по коэффициентам релаксации свидетельствуют об удовлетворительном распределении нанотрубок в объеме эластомерных композиций. Подобное, возможно, связано со способностью активных частиц взаимодействовать с полярными макромолекулами применяемого каучука.

Таким образом, понижение времени релаксации обеспечивает снижение внутренних напряжений в изделии, что в свою очередь приводит к повышению долговечности, теплостойкости, устойчивости к истиранию и других важных эксплуатационных характеристик.

Литература

1. H.G. Burhin, W. Spreutels, J. Sezna / Kautschuk Gummi Kunststoffe, (43) 1990, № 5, Pp. 431-436
2. Ю.Ф. Шутилин /Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров: Монография. – Воронеж: Воронеж гос. технол. акад., 2003. – 871 с.