

содержащими промышленный пластификатор И-40. Так, коэффициент старения (после 72 часов старения) по условной прочности при растяжении вулканизатов, содержащих 10,0 масс. ч. ДВЧ, составляет 0,90, а при введении И-40 (в той же дозировке), данный показатель равен 0,79.

Таким образом, результаты исследования свойств эластомерных композиций на основе СКИ-3 с продуктом переработки отработанного масла ДВЧ показали, что характер изменения свойств резиновых смесей не имеет значительных различий по сравнению с композициями, содержащими широко применяемый в промышленности пластификатор – масло И-40. При этом следует отметить, что резины с компонентом ДВЧ имеют несколько более высокую стойкость к тепловому старению.

УДК 678.04(043.3)

Студ. Ю. И. Стасюкевич
Науч. рук. доц. Ж.С. Шашок
(кафедра технологии нефтехимического синтеза и
переработки полимерных материалов, БГТУ)

СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ

Улучшение комплекса свойств резиновых изделий возможно за счет модификации эластомерных композиций наноматериалами, преимущества которых связаны с наноразмерным состоянием их структурных единиц.

Использование новых высокодисперсных добавок, введенных в небольших количествах позволяют улучшить технологические и технические свойства резиновых смесей и резин [1].

В настоящее время большой научный и практический интерес представляет возможность использования углеродных наноматериалов в резинах для придания им особых технических свойств. [2].

Целью данной работы являлось исследование влияния добавок с высокой дисперсностью на технологические свойства резиновых смесей.

Объектами исследования являлись эластомерные композиции на основе комбинации синтетических каучуков специального назначения БНКС-28 АН и БНКС-18 АМН. В качестве добавок использовался высокодисперсный углеродный наноматериал (УНМ), полученный на предприятии «Перспективные исследования и технологии» (г. Минск). Было испытано три типа наноматериала в дозировке 0,1 и 0,2 масс. ч. Первый (УНМ1) – материал, полученный непосредственно с

установки, представляющий собой широкодисперсную смесь углеродных нанотрубок и нановолокон с примесями аморфного углерода, металлов и их окислов. Второй и третий материалы прошли специальную обработку (функционализацию) для прививки кислородсо-держущих групп (УНМ2) и аминогрупп (УНМ3) с целью увеличения эффективности взаимодействия частиц добавки с матрицей. Образцами сравнения являлись резиновые смеси без добавок.

Результаты исследований резиновых смесей на вискозиметре Муни представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что при введении в эластомерную композицию углеродных наноматериалов вязкость по Муни резиновых смесей снижается. Так, значение вязкости по Муни резиновой смеси без добавки составляет 90,70 усл. ед. Муни, а максимальное значение вязкости для смесей с углеродным наноматериалом выявлено для образца с дозировкой 0,2 масс. ч. УНМ1 и составляет 81,80 усл. ед. Муни.

Таблица 1 – Вязкость по Муни наполненных резиновых смесей с исследуемыми высокодисперсными добавками

Наименование введенного ингредиента	Дозировка добавки, масс. ч. на 100 масс. ч. каучука	Начальная вязкость резиновой смеси, усл. ед. Муни, (Init)	Вязкость резиновой смеси, усл. ед. Муни, (ML)
Без добавок	–	184,4	90,7
УНМ1	0,1	140,9	79,2
	0,2	143,2	81,8
УНМ2	0,1	146,5	81,2
	0,2	144,6	81,2
УНМ3	0,1	140,7	80,6
	0,2	145,4	81,7

Из таблицы видно, что введение УНМ2 в резиновую смесь приводит к уменьшению вязкости по Муни на 10,5 %. При этом дозировка не оказывает влияния на показатель вязкости по Муни и в данном случае составляет 81,2 усл. ед. Муни.

По результатам экспериментальных данных выявлено, что при введении УНМ3 в минимальной дозировке наблюдается наибольшее снижение вязкости по Муни (на 11,1 %), чем при введении 0,2 масс. ч. исследуемой нанодобавки.

В таблице 2 представлены результаты исследований кинетики вулканизации резиновых смесей на основе комбинации каучуков БНКС-28 АН и БНКС-18 АМН при температуре 153 °С (30 минут). Анализ кинетических кривых вулканизации показал, что введение в

резиновую смесь нефункционализированной нанодобавки, окисленного и аминированного углеродного наноматериала приводит к сокращению времени достижения оптимальной степени вулканизации резины. При этом с увеличением дозировки вводимых высокодисперсных добавок оптимум вулканизации сокращается в большей степени. Так, в случае введения УНМ1 в количестве 0,10 масс. ч. t_{90} составляет 6,76 мин, а при введении 0,20 масс. ч. – 6,21 мин.

Таблица 2 – Исследование кинетики вулканизации резиновых смесей

Наименование введенного ингредиента	Дозировка добавки, масс. ч. на 100 масс. ч. каучука	Время достижения оптимальной степени вулканизации, мин	Скорость вулканизации, дН·м/мин
Без добавок	–	7,58	8,74
УНМ1	0,10	6,76	9,46
	0,20	6,21	11,33
УНМ2	0,10	6,46	10,30
	0,20	6,33	9,86
УНМ3	0,10	6,70	10,61
	0,20	6,62	10,82

Анализ кинетических кривых вулканизации показал, что введение в резиновую смесь нефункционализированной нанодобавки, окисленного и аминированного углеродного наноматериала приводит к сокращению времени достижения оптимальной степени вулканизации резины. При этом с увеличением дозировки вводимых высокодисперсных добавок оптимум вулканизации сокращается в большей степени. Так, в случае введения УНМ1 в количестве 0,10 масс. ч. t_{90} составляет 6,76 мин, а при введении 0,20 масс. ч. – 6,21 мин.

Установлено, что в наименьшей степени природа и дозировка нанодобавки оказывает влияние на время достижения оптимальной степени вулканизации в случае введения УНМ3. В данном случае изменение оптимума вулканизации составило 11,6–12,7 % (при исследуемых дозировках) по сравнению со значением t_{90} для композиции без добавки. В то же время введение УНМ2 позволяет сократить время достижения оптимума вулканизации в 1,17 – 1,20 раза.

Таким образом, на основании результатов исследований было установлено, что введение высокодисперсных добавок уменьшает значение вязкости резиновых смесей. Снижение сопротивления течению эластомерной композиции, по-видимому, связано с уменьшением напряжений сдвига, необходимых для смещения центров тяжести со-

седних макромолекул, вследствие облегчения ориентации сегментов макромолекул в направлении течения и их движения относительно друг друга под действием нанодобавок. Функционализированные нанодобавки обладают высокой активностью и разнообразным химическим составом поверхности модифицированного УНМ, и вероятно, что привитые группы могут взаимодействовать между собой, что оказывает влияние на вязкость по Муни резиновых смесей. Сокращение времени достижения оптимальной степени вулканизации, по-видимому, связано с одновременным взаимодействием нанодобавок с ингредиентами вулканизирующей системы и, что в итоге и позволяет ускорить процесс образования пространственной сетки. При введении функционализированного УНМ могут образовываться прочные межфазные связи между поверхностными функциональными группами нанодобавок и полимерной матрицей, а также техническим углеродом, что также может приводить к уменьшению времени достижения оптимума вулканизации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гусев А. И. Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев [и др.] – М.: Физматлит, 2000. – 224 с.
- 2 Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашев / под редакцией Ю.Д. Третьякова – Москва: Физматлит, 2010. – 456 с.

УДК 678.04(043.3)

Студ. Ю. В. Демидчук

Науч. рук. ст. преп. К. В. Вишнеvский

(кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ПРОДУКТАМИ НА ОСНОВЕ АДДУКТОВ КАНИФОЛИ

Канифоль, ее разнообразные производные (полимеризованная, окисленная, гидрированная, этерифицированная, диспропорционированная, модифицированная канифоль и т. д.) широко применяются в резиновых смесях главным образом как повысители клейкости. Применение модифицированной канифоли в любой отрасли промышленности во всех случаях улучшает качество выпускаемой продукции и повышает ее долговечность [1]. Также модифицированная канифоль оказывает влияние на процесс переработки резиновых смесей, их вязкость и на процесс вулканизации.