

Д.А. Богданович, магистрант;
В.И. Жолнеркевич, асп.;
О.А. Кротова, канд. техн. наук, доц.;
Ж.С. Шашок, д-р техн. наук, доц.;
Е.П. Усс, канд. техн. наук, доц.;
Е.И. Грушова, д-р техн. наук, проф. (БГТУ, г. Минск)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВУЛКАНИЗАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ

Одним из методов модификации полимеров является пластификация. Суть ее состоит в изменении свойств полимеров путем введения в них низкомолекулярных веществ – пластификаторов, изменяющих вязкость системы, гибкость молекул, подвижность надмолекулярных структур. Пластифицирующие компоненты вводят в полимеры с целью повышения их пластичности или эластичности при переработке и эксплуатации.

В настоящее время в качестве мягчителя в резиновой промышленности находят широкое применение нефтяные масла, которые в полной мере отвечают основным требованиям, предъявляемым к пластификаторам. Однако, из-за значительного содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), большое внимание уделяется разработке эффективных методов очистки нефтехимического сырья [1, 2].

Целью работы являлось исследование влияния пластифицирующих добавок на физико-механические свойства вулканизатов на основе комбинации каучуков общего назначения.

Объекты исследования – эластомерные композиции на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД, содержащие нефтяные масла. Исследуемые добавки представляют собой экстракт селективной очистки вакуумного дистиллята ВД-4 и его рафинаты, очищенные различными технологиями: рафинат, полученный в процессе селективной очистки экстракта ВД-4 растворителем N-метилпирролидоном, содержащим 10 масс.% этиленгликоля (далее – N-МП + 10 масс.% ЭГ); рафинат, полученный в процессе экстракции окисленного экстракта ВД-4 при температуре 60°C растворителем N-МП + 10 масс.% ЭГ; рафинат, полученный в процессе экстракции предварительно обработанного в течении 3 минут СВЧ-облучением экстракта ВД-4 растворителем N-МП + 10 масс.% ЭГ. В качестве образца сравнения выступала резиновая смесь, содержащая масло И-40, применяемое в резиновой промышленности. Исследуемые пластифицирующие компоненты вводились в

резиновые смеси в дозировке 5,0 и 10,0 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука.

Изменение основных упругопрочностных свойств резин оказывает непосредственное влияние на эксплуатационные характеристики изделия и его работоспособность. Результаты определения упругопрочностных свойств резин приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Упругопрочностные свойства резин

Наименование пластифицирующей добавки	Дозировка, масс. ч. на 100 масс. ч. каучука	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
И-40	5,0	17,7	555,0
	10,0	18,3	565,0
Экстракт ВД-4	5,0	18,6	555,0
	10,0	18,9	605,0
Рафинат, выделенный из экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ	5,0	18,2	545,0
	10,0	18,0	590,0
Рафинат, выделенный из окисленного экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ	5,0	18,0	545,0
	10,0	17,6	605,0
Рафинат, выделенный из экстракта ВД-4 после СВЧ 3 мин + N-МП + 10 масс.% ЭГ	5,0	18,9	545,0
	10,0	19,1	585,0

Анализ полученных данных показал, что введение в резиновые смеси исследуемые пластифицирующие добавки приводит к некоторому увеличению (до 8%) условной прочности при растяжении. Так, значения данного показателя у резин, содержащих масло И-40, составляет, в зависимости от дозировки пластифицирующего компонента, 17,7–18,3 МПа, а для вулканизатов с исследуемыми добавками находится в пределах 17,6–19,1 МПа. При этом, введение в композиции рафината, выделенного из экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ и рафината, выделенного из окисленного экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ, в дозировке 10,0 масс. ч. приводит к незначительному уменьшению (до 4%) условной прочности при растяжении.

Выявлено, что применение в резиновых смесях исследуемых пластификаторов в дозировке 5,0 масс. ч. приводит к некоторому снижению относительного удлинения при разрыве. Так, значение данного показателя образца сравнения составляет 555%, а у резин с исследуемыми маслами находится в пределах 545–555%. Введение же в композиции экстракта ВД-4 и его рафинатов в дозировке 10,0 масс. ч. позволяет повысить данный показатель до 7%. Так, значение пока-

зателя для образца сравнения составляет 565%, а у резин с исследуемыми маслами находится в пределах 585–605%.

Свойства резины изменяются во времени при температуре окружающей среды, а также изменяются с большей скоростью под действием тепла. При повышенных температурах сильнее проявляется влияние окислительных процессов, кроме того увеличивает скорость диффузии кислорода. Следовательно, испытания на тепловое старение проводят для измерения изменений в физических свойствах резин при повышенных температурах, которые могут быть близки к температурам эксплуатации реального изделия.

Для оценки влияния пластифицирующих компонентов на скорость протекания термоокислительного старения были рассчитаны изменения упругопрочностных характеристик вулканизатов в процессе теплового старения (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Изменение упругопрочностных показателей резин

Наименование пластифицирующей добавки	Дозировка, масс. ч. на 100 масс.ч. каучука	Изменение условной прочности при растяжении S_{σ} , %	Изменение относительного удлинения при разрыве S_{ε} , %
И-40	5,0	-31,1	-45,1
	10,0	-30,6	-45,1
Экстракт ВД-4	5,0	-31,2	-43,2
	10,0	-38,1	-49,6
Рафинат, выделенный из экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ	5,0	-31,9	-45,9
	10,0	-27,8	-48,3
Рафинат, выделенный из окисленного экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ	5,0	-28,3	-47,7
	10,0	-29,0	-50,4
Рафинат, выделенный из экстракта ВД-4 после СВЧ 3 мин + N-МП + 10 масс.% ЭГ	5,0	-36,5	-45,0
	10,0	-37,7	-48,7

Сравнительный анализ полученных данных показал, что образцы резин, содержащие рафинат, выделенный из окисленного экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ, в исследуемых дозировках, а также рафинат, выделенный из экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ, в дозировке 10,0 масс.ч., характеризуются большей теплостойкостью, по сравнению с композицией, содержащей масло И-40. Выявлено, что введение экстракта ВД-4, во всех дозировках, и его рафинат, выделенный из экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ, в дозировке 5,0 масс.ч., в эластомерные композиции позволяет получать вулканизаты, которые по термоокислительной стойкости не уступают резинам с

промышленным маслом И-40.

Следует отметить, что использование в составе резиновых смесей рафината, выделенного из экстракта ВД-4 после СВЧ 3 мин + N-МП + 10 масс.% ЭГ, приводит к получению резин, которые характеризуются несколько меньшей стойкостью к воздействию повышенной температуры по сравнению с вулканизатами, содержащими образец сравнения.

В случае изменения относительного удлинения при разрыве выявлено, что введение исследуемых пластификаторов в дозировке 5,0 масс. ч. не оказывает влияния на данный показатель. В тоже время, применение рафината, выделенного из окисленного экстракта ВД-4 + N-МП + 10 масс.% ЭГ, и всех исследуемых добавок в дозировке 10,0 масс. ч. приводит к незначительному уменьшению стойкости к тепловому старению.

Выявленный характер изменения свойств, вероятно, обусловлен тем, что при очистке пластифицирующих добавок удаляются ароматические амины, которые могут выполнять функцию химических противостарителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резниченко С. В. Большой справочник резинщика: в 2 ч. / С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозов. – Техинформ, 2012. – Ч. 1: Каучуки и ингредиенты. – 744 с.
2. Бенабиди Б. Получение экологически безопасных ароматических масел-мягчителей каучука и резины / Б. Бенабиди, А. А. Гайле, Н. В. Кузичкин // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2015. – № 30. – С. 42–48.
3. Исследование влияния нефтеполимерных смол на упруго-прочностные свойства шинных резин / Ж. С. Шашок [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2020. № 2. С. 190–197.
4. Дик Дж. С. Технология резины: рецептуростроение и испытания. СПб: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.