

УДК 678.04(043.3)

Студ. А. В. Булавко

Науч. рук. доц. Ж. С. Шашок

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

## ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ВОЛОКНИСТЫМИ ДОБАВКАМИ

В резиновые смеси для улучшения некоторых показателей и снижения себестоимости резин вводят различные наполнители. В отличие от общепринятых наполнителей? волокна, являющиеся анизотропными, способны ориентироваться в эластомерных материалах. Благодаря этому открывается возможность направлено регулировать технические свойства резин [1]. Особый интерес представляет применение волокнистых наполнителей в качестве основных ингредиентов резиноволокнистых композитов [2]. Например, из волокнистых наполнителей с добавками полимерного связующего при повышенных температурах и давлениях формируют пластины. Используют волокнистые наполнители в составах резин для внутренних деталей обуви, придавая им повышенную прочность и жесткость при изгибе [3].

Целью данной работы являлось исследование влияния волокнистых модифицирующих добавок на технологические свойства резиновых смесей и физико-механические показатели вулканизатов.

В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси на основе комбинации каучуков БНКС–28 АН и БНКС–18 АМН, в которые вводились разные марки и дозировки волокон: Рубротекс, Фибротекс, Волокно химическое измельченное (ВХИ). Исследуемые компоненты отличались основой и размером волокон. Данные волокна вводились в дозировках 1,00; 5,00; 10,00; 15,00; 20,00 масс. ч. на 100,00 масс. ч. каучука.

Технические требования для волокон, использующихся в качестве наполнителя, приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Техническая характеристика исследуемых волокон**

Показатель	Единица измерения	Волокна		
		Рубротекс	Фибротекс	ВХИ
Длина волокна	мм	1,0–15,0	1,0–15,0	Не более 6
Диаметр волокна	мм	0,4–0,8	0,4–0,8	$(18-2) \cdot 10^{-3}$
Разрывная нагрузка	Н	300,0–500,0	200,0–300,0	–
Удлинение при разрыве	%	16,0–30,0	3,0–10,0	–
Фактическая влажность	%	Не более 2	Не более 2	Не более 5

На основании полученных экспериментальных данных по определению вязкости по Муни резиновых смесей (табл. 2) выявлено,

что при увеличении дозировки вводимых волокон Фибротекс, вязкость увеличивается на 23,1–9,7 % по сравнению с композицией, не содержащей волокна. Определено, что при добавлении волокон типа ВХИ нет выраженной зависимости изменений вязкости по Муни от дозировок, минимальное значение вязкости составляет 74,60 усл. ед. Муни, максимальное значение – 82,20 усл. ед. Муни, при введении 5,00 и 15,00 масс. ч. волокон, соответственно. При исследовании образцов с волокнами Рубротекс установлено, что с увеличением дозировки с 1,00 до 20,00 масс. ч. вязкость уменьшается на 0,1–8,8 %, но при этом не наблюдается выраженной зависимости вязкости резиновых смесей от дозировки. Такое изменение пластичности может быть связано с особенностями природы волокон и их распределением в объеме эластомерной матрицы.

**Таблица 2 – Вязкость по Муни наполненных резиновых смесей с исследуемыми добавками**

Показатель	Тип и дозировки волокон															
	Без добавок	Рубротекс					Фибротекс					ВХИ				
		1,00	5,00	10,00	15,00	20,00	1,00	5,00	10,00	15,00	20,00	1,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Вязкость по Муни	78,70	78,60	80,10	79,10	71,80	72,40	60,50	78,70	82,70	83,20	86,30	80,00	74,60	76,90	82,20	79,10

В таблице 3 представлены результаты определения оптимального времени вулканизации исследуемых резиновых смесей ( $t_{90}$ ), которые проводились при температуре 153 °С (25 минут).

**Таблица 3 – Исследование кинетики вулканизации резиновых смесей**

Показатель	Тип и дозировки волокон															
	Без добавок	Рубротекс					Фибротекс					ВХИ				
		1,00	5,00	10,00	15,00	20,00	1,00	5,00	10,00	15,00	20,00	1,00	5,00	10,00	15,00	20,00
$t_{90}$ , мин	5,61	6,50	6,75	7,06	7,45	7,35	7,32	6,25	5,69	6,66	5,29	6,24	6,37	6,32	6,18	7,56

На основании экспериментальных данных установлено, что при увеличении содержания волокон Рубротекс в эластомерной композиции увеличивается время достижения оптимальной степени вулканизации на 15,9–32,8 %. Анализ кинетических кривых вулканизации показал, что нет выраженной зависимости изменения

$t_{90}$  от вводимых дозировок волокон Фибротекс. При введении минимального количества (1,00 масс. ч.) оптимальное время вулканизации увеличивается на 30,5 %, а при максимальном введении (20,00 масс. ч.) – уменьшается на 5,7 %, по сравнению с образцами без добавок. Выявлено, что при увеличении дозировки волокон типа ВХИ с 1,00 до 15,00 масс. ч. значение  $t_{90}$  увеличивается на 11,2–13,5%, но при этом не наблюдается выраженной зависимости изменения оптимальной степени вулканизации от дозировки используемого волокна. При дозировке ВХИ 20,00 масс. ч. наблюдается резкое увеличение  $t_{90}$  до 7,56 мин по сравнению с образцом без волокон (5,61 мин).

В таблице 4 приведены значения коэффициентов стойкости резин к тепловому старению по относительному удлинению при разрыве ( $k_\epsilon$ ) и по условной прочности при растяжении ( $k_{fp}$ ).

**Таблица 4 – Результаты исследования упруго-прочностных характеристик резин**

Показатель	Тип и дозировки волокон															
	Без до-ба-вок	Рубротекс					Фибротекс					ВХИ				
		1,00	5,00	10,00	15,00	20,00	1,00	5,00	10,00	15,00	20,00	1,00	5,00	10,00	15,00	20,00
$k_\epsilon$	0,70	0,75	0,80	0,90	0,70	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,50	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80
$k_{fp}$	1,07	0,85	1,08	1,21	0,78	0,88	1,12	1,19	1,10	1,11	1,21	1,03	1,22	1,12	1,16	1,18

В результате исследования стойкости к тепловому старению резин установлено, что введение волокон в эластомерную композицию способствует сохранению упруго-прочностных свойств при воздействии повышенной температуры и кислорода воздуха. При этом наилучшим комплексом свойств характеризуются резины, содержащие волокна ВХИ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев, Е.М. Получение волокнистых наполнителей резин и пути улучшения их свойств: Тем. обзор / Е.М. Соловьев, Т.Н. Несиоловская, И.А. Кузнецова. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1986. – 50 с.
2. Современные проблемы модификации природных и синтетических волокнистых и других полимерных материалов: теория и практика / под. ред. А. П. Морыганова, Г. Е. Заикова – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 466 с.
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология / под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2009. – 560 с.