

О. А. Кротова, канд. техн. наук, доц.,
Ж. С. Шашок, д-р техн. наук, проф.,
Е. П. Усс, канд. техн. наук, доц.,
А. В. Лешкевич, канд. техн. наук, ст. преп.,
Чжо Мью Тхант, магистрант (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО АКТИВАТОРА ВУЛКАНИЗАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Вулканизация является одним из важнейших процессов в технологии производства резиновых изделий. Как заключительный процесс получения резиновых изделий с заданными свойствами вулканизация имеет как теоретическое, так и практическое значение. Сложность протекающих при этом химических процессов, их специфичность для каучуков различной природы и строения обусловили исследования в этой области.

К настоящему времени накоплен обширный экспериментальный материал по применению соединений различных классов в качестве вулканизирующих агентов и механизму их действия, выявлен ряд общих закономерностей, связывающих особенности вулканизационных структур с физико-механическими свойствами резин и разработаны технологические процессы получения резиновых изделий на основе каучуков различных типов [1, 2].

Проблема оптимизации режимов вулканизации и получение изделий высокого качества неразрывно связаны с использованием компонентов, проявляющих свою функциональность в реакциях вулканизации в наибольшей степени.

В современном рецептуростроении большое внимание уделяется компонентам полифункционального назначения, ингредиентов, замещающих сырье импортного производства. В этой связи, разработка компонентов вулканизирующей группы, в частности активаторов вулканизации, позволяющих оптимизировать технологический процесс и обеспечить высокое качество резиновых изделий, является актуальной задачей [3, 4].

При создании эластомерных материалов необходимо учитывать взаимодействие между компонентами вулканизирующих групп, на что указывает возрастающее количество исследований по данному направлению: создание синергических смесей ускорителей и активаторов вулканизации, молекулярных комплексов, эвтектических смесей для структурирования эластомеров и др. [5].

Целью работы являлось исследование влияния комплексных активаторов вулканизации на технологические свойства эластомерных композиций на основе натурального каучуков.

В качестве объектов исследования выступала модельная эластомерная композиция на основе НК, в которой оксид цинка и стеариновая кислота были полностью или частично заменены на комплексный активатор вулканизации.

Исследуемые активаторы вулканизации представляют собой органо-минеральный комплекс с различным содержанием оксида цинка: вулктив С1/40 – 40% мас. ZnO, вулктив С1/45 – 45% мас. ZnO, вулктив С1/50 – 50% мас. ZnO, вулктив С1/ДФФД – 33% мас. ZnO и дополнительно модифицирован N,N'-дифенил-п-фенилендиамином. Образцом сравнения являлась эластомерная композиция, содержащая в качестве активаторов вулканизации применяемые в промышленности оксид цинка и стеариновую кислоту. Рецептуры исследуемых резиновых смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1 –Рецептуры исследуемых резиновых смесей

Наименование каучука и ингредиентов	Дозировка, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука		
	В1	В2	В3
НК	100	100	100
Сера	3,00	3,00	3,00
Каптакс	0,70	0,70	0,70
Оксид цинка	5,0	–	2,50
Стеариновая кислота	0,50	–	–
Комплексный активатор вулканизации	–	5,50	3,00

Результаты исследования кинетических параметров процесса вулканизации резиновых смесей на основе НК при 143°C приведены в таблице 2. Анализ кинетических параметров процесса вулканизации показал, что полная и частичная замена промышленных активаторов вулканизации приводит к увеличению времени нахождения резиновой смеси в вязко-текучем состоянии. Так, время увеличения минимального крутящего момента на 2 ед. образца сравнения составляет 8,40 мин, а у эластомерных композиций с новыми активаторами находится в пределах 9,02–12,25 мин. Увеличение показателя t_{s2} может обеспечить безопасную переработку резиновых смесей без подвулканизации и равномерное заполнение полости пресс-формы в процессе формования.

Установлено, что замена оксида цинка и стеариновой кислоты на органо-минеральный комплекс приводит к увеличению времени достижения оптимальной степени вулканизации эластомерных компози-

ций на 18,7–27,8 %, что, вероятно, обусловлено механизмом взаимодействия компонентов вулканизирующей системы в процессе сшивания.

Таблица 2 – Кинетические параметры процесса вулканизации

Наименование активаторов	M_L , дН·м	M_H , дН·м	t_{s2} , мин	t_{90} , мин	R_v , дН·м/мин
V1	1,25	18,80	8,40	21,43	2,93
V2 C1/40	1,43	16,85	9,98	26,74	1,96
V2 C1/45	1,10	16,78	9,02	25,51	2,02
V2 C1/50	1,21	17,12	9,33	25,44	2,03
V2 C1/ДФФД	1,31	16,06	10,41	25,62	1,92
V3 C1/40	1,58	15,74	10,99	26,88	1,91
V3 C1/45	1,70	16,34	10,69	26,31	1,87
V3 C1/50	1,39	15,92	11,30	27,12	1,76
V3 C1/ДФФД	1,30	14,63	12,25	27,39	1,73

Примечание. M_L – минимальный крутящий момент, дН·м; M_H – максимальный крутящий момент, дН·м; t_{s2} – время увеличения минимального крутящего момента на 2 дН·м, мин; t_{90} – оптимальное время вулканизации, мин; R_v – скорость вулканизации, дН·м/мин.

Таким образом, установлено, что исследуемые активаторы вулканизации, представляющие собой органо-минеральный комплекс с различным содержанием оксида цинка, оказывают существенное влияние кинетические параметры процесса вулканизации модельных эластомерных композиций на основе натурального каучука.

ЛИТЕРАТУРА

1. Создание активирующих систем для эффективной вулканизации эластомеров / О. В. Карманова [и др.] // Вестник ВГУИТ. – 2014. – № 3. – С. 126–129.
2. Evaluation of vulcanization nanoactivators with low zinc content: characterization of zinc oxides, cure, physico-mechanical properties, Zn^{2+} release in water and cytotoxic effect of EPDM compositions / A. A. Gujel [et al.] // Polymer Engineering and Science. – 2018. – Vol. 58, № 10. – P. 1800–1809.
3. Шутилин Ю.Ф. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров: монография. – Воронеж: ВГТА, 2003. – 871 с.
4. Марк Дж., Эрман Б., Эйрич Ф. Каучук и резина. Наука и технология. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 7672 с.
5. Резниченко С. В., Морозов Ю. Л. Большой справочник резинщика. – М.: Техинформ, 2012. – Ч. 1. – 744 с.