

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВОГО АКТИВАТОРА ВУЛКАНИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

А.В. Лешкевич¹, Ж.С. Шашок¹, Е.П. Усс¹, А.В. Турко¹,
О.В. Карманова², А.А. Голякевич²

¹УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия

The influence of a new vulcanization activator with reduced zinc oxide content on the technological and operational properties of elastomer compositions has been studied. It was found that the use of these components in the rubber mixtures will improve the physical and mechanical properties of vulcanizates without deterioration of the technological parameters of elastomer compositions.

В настоящее время в резинотехнической отрасли наблюдается большой интерес к расширению ассортимента вулканизирующей системы. Активатор вулканизации является одним из основных компонентов данной системы, без которого практически нельзя получить более прочные вулканизационные структуры [1–2]. Одним из самых распространенных активаторов является оксид цинка.

Однако следует отметить, что его дефицитность, а также негативное влияние на окружающую среду требует разработки рецептур эластомерных композиций, содержащих пониженную дозировку данного компонента.

Целью работы являлось исследование влияния новых комплексных активаторов вулканизации на технологические и эксплуатационные свойства наполненных эластомерных композиций.

В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси на основе бутадиен-стирольного каучука СКС-30АРК и вулканизаты на их основе, содержащие различные по составу и свойствам активаторы вулканизации (АВ). Опытные образцы резиновых смесей получены путем исключения в стандартной рецептуре 1,00 мас. ч. стеариновой кислоты, 3,00 мас. ч. цинковых белил и введением 4,00 мас. ч. АВ. Новые комплексные активаторы были получены на базе лаборатории ФГБОУ ВО «Воронежского государственного университета инженерных технологий». Данные компоненты представляли со-

бой сплавы оксида цинка (ZnO) и стеариновой кислоты (СтК) в следующих соотношениях: 10÷90, 15÷85, 20÷80, 25÷75, 30÷70, 35÷65, 40÷60, 50÷50.

В ходе предварительных исследований была установлена возможность сокращения продолжительности смешения в присутствии новых комплексных активаторов вулканизации без ухудшения технологических свойств и качества резиновых смесей.

Так, время смешения стандартной резиновой смеси составляло 29 мин, а опытной композиции – 24 мин. Сокращение продолжительности изготовления резиновых смесей на 5 мин обусловлено лучшим распределением новых АВ в эластомерной матрице в отличие от оксида цинка.

Определение вязкости по Муни образцов резиновых смесей при деформации сдвига с заданной скоростью проводили на вискозиметре со сдвиговым ротором в соответствии с ГОСТ Р 54552-2011. Кинетические параметры процесса вулканизации эластомерных композиций исследовали с помощью реометра ODR 2000 согласно ГОСТ 12535-84. Упруго-прочностные характеристики вулканизатов оценивали по ГОСТ 270-75.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что характер изменения показателя вязкости по Муни резиновых смесей на основе СКС-30АРК практически аналогичен для всех активаторов вулканизации. Так, для эластомерных композиций с АВ при различных соотношениях ZnO:СтК, значения вязкости по Муни находятся в пределах 71,0–76,8 усл. ед. Муни, а для стандартного образца значение данного показателя составляет 76,0 усл. ед. Муни.

Анализ кинетических параметров процесса вулканизации показал, что минимальный крутящий момент M_L , характеризующий минимальную вязкость резиновой смеси, в присутствии новых комплексных АВ несколько ниже показателей стандартной эластомерной композиции.

Следует отметить, что максимальный крутящий момент M_H , связанный с жесткостью вулканизата, у опытных образцов при содержании оксида цинка от 30 до 50 мас. % в активаторах вулканизации несколько выше (до 5,1%), чем у стандартного образца.

Использование опытных активаторов вулканизации обеспечивает сокращение на 1,5 мин времени достижения оптимума вулканизации ($t_{c(90)}$) при соотношении ZnO:СтК=30:70 и на 3,9 мин – при соотношении ZnO:СтК=20:80. В тоже время, при использовании опытных акти-

ваторов, общая скорость вулканизации образцов R_v на 10–13% выше, чем у композиции со стандартными активаторами вулканизации.

Анализ упруго-прочностных показателей показал, что резины, содержащие новые комплексные активаторы вулканизации в соотношении $ZnO:СтК=25:75; 30:70; 35:65; 40:60$ и $50:50$, характеризуются большими значениями показателя условного напряжения при 300%-ном удлинении по сравнению со стандартным образцом. Выявленный характер изменения свойств вероятно связан с тем, что в процессе вулканизации в присутствии исследуемых активаторов вулканизации образуется более эффективная пространственная сетка резин.

Установлено, что опытные резины со всеми исследуемыми активаторами вулканизации характеризуются большим (до 13,4%) значением условной прочности при растяжении по сравнению с композицией, содержащей промышленные активаторы. Установлено, что значения показателя относительного удлинения при разрыве для резин, содержащих в качестве активаторов вулканизации новые компоненты, варьируются в пределах 560–650%. Следует отметить, что для стандартной композиции этот показатель равен 550%.

Таким образом, установлено, что лучшим комплексом технологических и эксплуатационных свойств обладают опытные вулканизаты, содержащие сплав оксида цинка и стеариновой кислоты в соотношениях $25:75; 30:70$ и $35:65$.

Данная работа проводилась в рамках выполнения совместного проекта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере для молодых ученых «БРФФИ–ФСРПМ-2022» Т22РПМ-005.

Литература

1. Maciejewska, M. Organic zinc salts as pro-ecological activators for sulfur vulcanization of styrene–butadiene rubber / M. Maciejewska, A. Sowińska, J. Kucharska // *Polymers*. – 2019. – Vol. 11, No. 10. – P. 17–23.
2. Mostoni, S. Zinc-based curing activators: new trends for reducing zinc content in rubber vulcanization process / S. Mostoni, P. Milana, B.D. Credico, M. D'Arienzo, R. Scotti // *Catalysts*. – 2019. – Vol. 9, No. 8. – DOI: 10.3390/catal9080664.