

Ж.С. Шашок, д-р техн. наук, проф.;
А.В. Лешкевич, канд. техн. наук, ассист.;
Е.П. Усс, канд. техн. наук, доц.;
А.В. Турко, студ. (БГТУ, г. Минск);
О.В. Карманова, д-р техн. наук, зав. кафедрой ГОСПиТБ;
А.А. Голякевич, асп.
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация)

КОМПЛЕКСНЫЙ АКТИВАТОР ВУЛКАНИЗАЦИИ В СОСТАВЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

В настоящее время в технологии эластомеров наблюдается устойчивая тенденция к расширению ассортимента ускорителей и активаторов вулканизации, потребность в которых постоянно возрастает в связи с увеличением объемов выпуска и номенклатуры резиновых изделий.

Известно [1], что выбор вулканизирующей группы является одним из ответственных этапов разработки рецептур резин, поскольку она определяет не только технические свойства готового изделия, но и важнейшие технологические характеристики резиновой смеси. В состав вулканизирующей группы для каучуков общего назначения входят активаторы вулканизации, которые обеспечивают формирование прочной вулканизационной структуры.

Самым распространенным активатором вулканизации в технологии резины является оксид цинка, который в ходе сшивания каучуков образует комплексы с другими компонентами вулканизирующей группы и участвует в создании действительных агентов вулканизации (ДАВ) оптимальной структуры [2–4].

В то же время возрастающие требования к качеству, экологическим, технико-экономическим показателям готовой продукции определяют тенденции, связанные с созданием ингредиентов с улучшенным комплексом показателей. Так, например, в мировой практике большую значимость имеют исследования по снижению содержания соединений цинка в резинотехнических изделиях для улучшения экологической обстановки. Поэтому технологии получения и использования компонентов, позволяющие сократить содержание оксида цинка в рецептурах резиновых смесей, получили широкое распространение.

Целью данной работы являлось исследование влияния нового комплексного активатора вулканизации с пониженным содержанием оксида цинка на технологические свойства эластомерных композиций на основе бутадиен-стирольного каучука.

В качестве объектов исследования использовались резиновые смеси, содержащие различные по составу и свойствам активаторы вулканизации (АВ) в виде сплава оксида цинка и стеариновой кислоты (СтК) в следующих соотношениях: 10:90, 15:85, 20:80, 25:75, 30:70, 35:65, 40:60, 50:50. Технология получения данных компонентов была разработана в лаборатории ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». Данные сплавы получали в реакторе при 100°С в течение 60 минут.

В качестве образца сравнения использовалась стандартная эластомерная композиция на основе каучука общего назначения СКС-30АРК, содержащая широко применяемые в промышленности оксид цинка (3,00 мас. ч.) и стеариновую кислоту (1,00 мас. ч.) (таблица 1). В исследуемых эластомерных композициях данные компоненты были заменены на АВ в дозировке 4,00 мас. ч.

Таблица 1 – Рецепт стандартной резиновой смеси на основе каучука СКС-30АРК

№ п/п	Наименование ингредиентов	Содержание, мас. ч.
1	Каучук СКС-30АРК	100,00
2	Стеариновая кислота	1,00
3	Цинковые белила БЦОМ	3,00
4	Сульфенамид Т (ТВБС)	1,00
5	Технический углерод N330	50,00
6	Сера техническая	1,75
Итого:		156,75

Определение вязкости по Муни резиновых смесей на ротационном вискозиметре MV2000 проводилось согласно ГОСТ Р 54552-2011 [5]. Исследование кинетических параметров процесса вулканизации эластомерных композиций осуществлялось по кривым, полученных на виброреометре ODR2000 в соответствии с ГОСТ 12535-84 [6]. Технологические свойства резиновых смесей с различными активаторами вулканизации представлены в таблице 2.

Установлено, что вязкость по Муни у исследуемых эластомерных композициях с АВ практически аналогична стандартной резиновой смеси. Так, данный показатель для резиновой смеси, содержащей АВ в соотношении ZnO:СтК=20:80 составляет 74,0 усл. ед. Муни, а для стандартного образца – 76,0 усл. ед. Муни.

Анализ вулканизационных характеристик показал, что минимальные крутящие моменты M_L , характеризующие вязкость смеси в присутствии АВ несколько ниже показателей стандартной резиновой смеси. Так, для всех исследуемых композиций данный показатель находится в пределах от 9,0 до 10,5 дН·м, а для смеси, содержащей в

своем составе промышленные активаторы вулканизации, минимальный крутящий момент равен 10,6 дН·м. Максимальные крутящие моменты M_H , связанные с жесткостью вулканизата, у исследуемых эластомерных композициях при содержании оксида цинка в АВ 30–50% мас. выше (до 5,0%), чем у стандартного образца.

Таблица 2 – Технологические свойства эластомерных композиций при варьировании соотношения «ZnO:СтК»

Наименование показателей	Стандартный	Исследуемые комплексные активаторы вулканизации, соотношение «ZnO:СтК»							
		10 : 90	15 : 85	20 : 80	25 : 75	30 : 70	35 : 65	40 : 60	50 : 50
Вязкость по Муни, усл. ед. Муни	76	71	72	74	74	74	74	76	75
Вулканизационные характеристики:									
M_L , дН·м	10,6	9,3	9,5	9,5	9,0	10,0	9,8	10,5	10,1
M_H , дН·м	33,8	31,0	30,3	33,5	33,4	34,4	34,5	35,5	33,9
t_{s2} , мин	2,6	3,0	2,7	2,7	2,8	2,7	2,6	2,4	2,8
$t_{c(90)}$, мин	24,0	23,0	21,1	20,1	21,5	22,5	21,0	20,9	21,3
R_v , дН·м/мин	4,7	5,9	6,5	5,7	5,5	5,1	5,0	5,4	5,1

Примечание: M_L – минимальный крутящий момент, дН·м; M_H – максимальный крутящий момент, дН·м; t_{s2} – время начала вулканизации, определяемое увеличением минимального крутящего момента на 2 дН·м, мин; $t_{c(90)}$ – оптимальное время вулканизации, мин; R_v – показатель скорости вулканизации, дН·м/мин.

Использование АВ во всех соотношениях ZnO:СтК обеспечивает сокращение времени достижения оптимальной степени вулканизации на 4,2–16,3%. При этом, наибольшее снижение наблюдается при соотношении ZnO:СтК=20:80. Следует отметить, что при использовании АВ скорость вулканизации образцов (R_v) на 6,4–38,3% выше по сравнению со стандартной резиновой смесью.

Таким образом установлено, что замена широко применяющихся в промышленности активаторов вулканизации на новые исследуемые комплексные активаторы вулканизации, представляющие собой сплав оксида цинка и стеариновой кислоты в соотношении 15:85 и 20:80, обеспечивает наилучший комплекс технологических свойств, так как полученные резиновые смеси характеризуются меньшим (на 8,3–12,6%) временем достижения оптимальной степени вулканизации и большей (на 21,3–38,3%) скоростью данного процесса, по сравнению со стандартной эластомерной композицией.

Следует отметить, что частичное снижение оксида цинка в составе активаторов вулканизации позволяет не только снизить вредное воздействие на окружающую среду, но и уменьшить энергозатраты на

получение и переработку резиновых смесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов В. Ф., Новопольцева О. М. Каучуки и рецептуры эластомерных композиций [Электронный ресурс]. Часть 2. – Волжский : Волгоградский государственный технический университет, 2017. – 210 с.
2. Maciejewska M., Sowińska A., Kucharska J. Organic zinc salts as pro-ecological activators for sulfur vulcanization of styrene–butadiene rubber //Polymers. – 2019. – Т. 11. – №. 10. – С. 1723.
3. Mostoni S. et al. Zinc-based curing activators: new trends for reducing zinc content in rubber vulcanization process //Catalysts. – 2019. – Т. 9. – №. 8. – С. 664.
4. Sugimoto H., Ashiura M. Rubber composition for tire and pneumatic tire : пат. 10450454 США. – 2019.
5. Каучуки и резиновые смеси. Определение вязкости, релаксации напряжения и характеристик подвулканизации с использованием вискозиметра Муни : ГОСТ Р 54552–2011 ; введ. 29.11.2001. – М. : Стандартинформ, 2013. – 9 с.
6. Смеси резиновые. Метод определения вулканизационных характеристик на вулканометре : ГОСТ 12535-84. – Взамен ГОСТ 12535-67; введ. 01.06.86. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 33 с.

УДК 661.715

А.С. Минибаев, ассист.

(ИХТИ ФБГОУ ВО «УГНТУ», г. Стерлитамак, Российская Федерация)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ 4-ХЛОР-2-ПЕНТЕНА

При производстве изопрена в Российской Федерации образуется в качестве побочного продукта десятки тысяч тонн пиперилена(1,3-пентадиена), который, в отличие от других короткоцепных сопряженных диенов, не находят квалифицированного применения. Между тем, сопряженная диеновая структура пиперилена дает широкие возможности для синтеза на его основе различного класса органических соединений, представляющих, в том числе и практический интерес [1, 2]. Например, благодаря тому что пиперилен является простейшим несимметричным 1,3-диеном, он широко используется в качестве модельного соединения в диеновом синтезе Дильса-Альдера.

Реакция может привести к разным региоизомерам [2].