

## МОДИФИЦИРОВАННЫЕ АЛИФАТИЧЕСКИМИ КАУЧУКАМИ СИЛОКСАНОВЫЕ РЕЗИНЫ

Резины на основе силоксановых каучуков широко распространены в кабельной промышленности, благодаря их высокой теплостойкости, что обеспечивает безотказную работу изделий в условиях повышенных температур (до 250 °С) и короткого замыкания. Технический прогресс постоянно повышает требования к изделиям, эксплуатирующимся в жестких условиях, с целью обеспечения надежной работы в широком интервале температур эксплуатации, экологичности. Учитывая вышесказанное, перспективным направлением является разработка резин на основе силоксанового каучука [1].

В связи с высокой стоимостью силоксанового каучука, перспективным является разработка резин на основе силоксанового каучука с добавлением более дешевого каучука при сохранении уровня свойств и работоспособности при повышенных температурах. Благодаря своим свойствам: химической стойкости, устойчивости к озонному старению, работоспособности в широком диапазоне температур, возможность пероксидной вулканизации, высокой прочности, а также доступности на рынке и относительно низкой стоимости – этиленпропилендиеновые каучуки представляют особый интерес при разработке резин с улучшенными характеристиками [2]. Учитывая это, введение в силоксановую резину СКЭПТа позволит снизить стоимость резины, но при этом несмотря на небольшое снижение уровня свойств, будет возможна работа изделия в заданном интервале температур.

Также для удешевления резины рассматривался бутилкаучук. Бутилкаучук отличается высокой тепло-, холодо-, свето- и озоностойкостью, высокими электрическими свойствами, исключительной низкой воздухо- и паропроницаемостью. Бутилкаучук отличается хорошей водостойкостью и проявляет высокую устойчивость к действию многих агрессивных сред [3-4]. Исходя из свойств бутилкаучука, было предположено, что его введение в силоксановый каучук позволит также снизить стоимость резин без сильного ухудшения свойств.

Изучено влияние содержания этиленпропилендиенового каучука (СКЭПТ) (от 5 до 35 %) в силоксановой резине на физико-механические и термические свойства резин на основе силоксанового каучука.

Установлено, что введение СКЭПТа в небольших количествах позволяет сохранить уровень физико-механических свойств резин на основе силоксановых каучуков.

Оценивалось влияние содержания СКЭПТа на степень набухания силоксановых резин в воде и в толуоле. Степень набухания и в воде, и в толуоле растет с увеличением содержания СКЭПТа в смеси.

После выдержки в термошкафу при 300 °С 18 часов контрольные образцы СКЭПТа разрушились, а силоксановые резины, содержащие 35% СКЭПТа, хотя и не разрушились, но были настолько хрупкие, что провести физико-механические испытания невозможно. Все резины, кроме образца с содержанием СКТВ/СКЭПТ 80/20, после выдержки обладают удовлетворительной прочностью, однако уровень относительного удлинения даже у контрольного образца слишком мал. При увеличении в композиции содержания СКЭПТа твердость после выдержки увеличивается, а вот эластичность по отскоку наоборот падает, как и сопротивление раздиру. Увеличение твердости, уменьшение относительного удлинения резины связаны с процессами деструкции СКЭПТа, выражающимся в дополнительном сшивании СКТВ.

Также проводилось исследование термостабильности резины методом ДСК-ТГА. По кривым ТГА определили, что потеря массы резины в количестве 40% у образцов, содержащих 5 и 10 % СКЭПТа происходит при температуре, выше, чем у контрольных образцов, что позволяет сделать вывод о том, что совмещение СКЭПТа и СКТВ в этих соотношениях позволяет сохранить термостабильность резин на основе силоксанового каучука.

Анализируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что совмещение в композиции СКТВ и СКЭПТа представляет из себя очень перспективное направление, так как позволяет не снижая уровня основных свойств снизить стоимость резины. Однако, содержание СКЭПТа для сохранения термостойкости силоксановых резин не должен превышать 15%.

Изучено влияние содержания бутилкаучука (БК) (от 5 до 20 %) в силоксановой резине на физико-механические и термические свойства резин на основе силоксанового каучука. Установлено, что введение БК в небольших количествах позволяет немного повысить уровень физико-механических свойств резин на основе силоксановых каучуков. Оценка влияния содержания бутилкаучука в композиции на степень набухания в воде и в толуоле показывает, что с увеличением содержания бутилкаучука до 10 % степень набухания в воде и в толуоле растет, но дальнейшее увеличение содержания БК уже не приводит к росту степени набухания.

После выдержки в термощкафу при 300 °С 24 часа контрольные образцы БК разрушились, образцы с содержанием БК 15 и 20 % хоть и не разрушились, однако, оказались настолько хрупкими, что проведение физико-механических испытаний было невозможным. Уровень прочностных свойств силоксановых резин, содержащих 10 и 5 % БК, остался после термостарения удовлетворительным, однако, относительное удлинение слишком низкое. Сопротивление раздиру у резин, содержащих 5 и 10 % бутилкаучука, после термостарения сильно снизилось по сравнению с контрольным образцом, в отличие от эластичности по отскоку, уровень которой при введении БК даже немного увеличивается. Твердость при увеличении содержания бутилкаучука растет. Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод, что использование бутилкаучука в сочетании с силиконовой резиной представляет интерес при использовании до 10 % БК для сохранения термостойкости таких резин.

Целью исследования совмещения именно СКЭПТа и БК с силоксановым каучуком было изучение разного механизма при термостарении. БК в процессе термостарения деструктурирует, а СКЭПТ и силоксановый каучук структурируются. Однако, эффект от деструкции БК после термостарения при совмещении с силоксановым каучуком не проявился. Поэтому при сравнении результатов в данной работе можно сделать вывод, что эффективнее использование СКЭПТа в композициях с силоксановым каучуком, так как он при использовании его до 15 % позволяет сохранить достаточный уровень физико-механических свойств и термостойкости по сравнению с БК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Большой справочник резинщика: в 2 ч. Ч.1. Каучуки и ингредиенты / под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. – М.: Техинформ МАИ, 2012. – 744 с.
2. Охотина Н.А. Сырье и материалы для резиновой промышленности: учебное пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. / Н.А. Охотина, А.Р. Курбангалеева, О.А. Панфилова.– Казань: Издательство Казанского национального исследовательского технологического университета, 2014.–112 с.
3. Шишкина Н.Н., Закирова Л.Ю., Самуилов Я.Д. Использование добавок на основе карбамида в резиновых смесях как агентов полифункционального действия // Каучук и резина. 2020. Т. 79. № 4. С. 198–202.
4. Пени В.С., Технология переработки синтетических каучуков, [пер. с англ.], М, 1964. – С. 138–223.