

А. В. Фирсова, зав. лабораторией, канд. техн. наук;
Е. Л. Полухин, вед. науч. сотр., канд. хим. наук;
В. В. Бердников, асп.;

А. Ю. Василевская, науч. сотр.;

Е. Ю. Брызгунова, науч. сотр.;
(Воронежский филиал ФГБУ «НИИСК»,
г. Воронеж, Российская Федерация);

О. В. Карманова, зав. кафедрой ТОСиПП, д-р техн. наук
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация)

НАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СТЕРЕОРЕГУЛЯРНОГО ПОЛИИЗОПРЕНА

В настоящее время актуален вопрос о замене натурального каучука синтетическим. В этой области продолжаются исследования и разработки различных направлений для решения данной проблемы. Одним из способов решения данной задачи является модификация (за счет каталитических комплексов, координирующих полимер в определенную структуру) и функционализация (за счет присоединения функционализирующего агента к полимерной цепи) каучука на стадии синтеза [1–4]. Также не менее перспективным считается направление, связанное с исследованием рецептурных решений по химической и физической модификации синтетического изопренового каучука (СКИ) в процессах смешения и вулканизации [3–4].

Целью данного исследования является получение и исследование физико-механических свойств наполненного композиционного материала, состоящего из стереорегулярного полиизопрена, полученного на основе металл-алкоголятных систем, и канифоли, а также комплексной соли на основе кислот канифоли. Для осуществления заданной цели проводились исследования в лабораторных условиях и на пилотной установке опытного завода Воронежского филиала ФГБУ «НИИСК». Синтетический стереорегулярный изопреновый каучук получен анионной полимеризацией изопрена в среде инертного растворителя с использованием каталитической системы, состоящей из литийорганического инициатора и модификатора.

Модификатор представляет собой смесь натрия, калий, барий, кальциевых алкоголятов аминоспирта и эфироспирта (М-1) путем последовательной их подачи в реакционную массу. Полученные образцы достигали 100% конверсии мономеров, достигнуто статистическое распределение звеньев в полимерной цепи. Из данных, представленных на рисунке 1 следует, что конверсия, близкая к 100% для СКИ-М (М-модифицированный) достигается за более короткое время, чем для СКИ-Л (Л-литиевый).

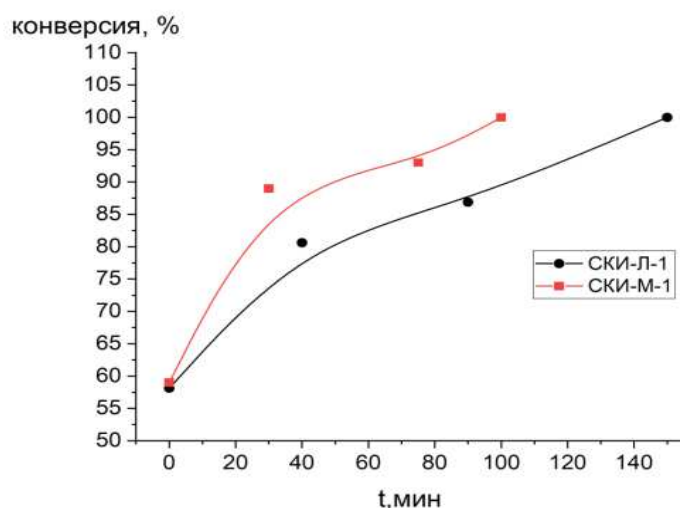


Рисунок 1 – Кинетика полимеризации

Установлено, что использование модификатора в составе иницирующей системы подавляет нежелательный процесс гелеобразования, а также открывает возможность получения полиизопрена в широком диапазоне молекулярных масс, что подтверждается значениями характеристической вязкости (от 2,0 и выше) и вязкости по Муни соответственно (при 100°С от 44 до 88).

На сегодняшний день одним из широко применяемых способов модификации изопренового каучука является добавление в него различных наполнителей, способных улучшить его технологические и физико-механические свойства [4]. В данной работе изучено влияние модификации каучуков СКИ-Мна эксплуатационные характеристики, реализуемой путем жидкофазного наполнения каучуков диспрактолом КС БП (ООО «Эластохим») и сосновой канифолью.

Для реализации настоящего исследования по завершении процесса сополимеризации раствор полученного СКИ-М, массовая доля полимера в котором составляла 14%, разделили на три части. Первую часть раствора (СКИ-МД) наполнили диспрактолом, представляющим собой сложную комплексную соль, полученную при взаимодействии оксида цинка с кислотами канифоли (в количестве 0,5% масс. на массу чистого полимера), вторую часть (СКИ-МК) наполнили канифолью (в количестве 0,5% масс. на массу чистого полимера), третью часть использовали в качестве образца сравнения (СКИ-М1), затем каучуки СКИ-М были выделены из растворов методом водной дегазации и высушены на лабораторных вальцах.

Проведены физико-механические испытания опытных каучуков, резиновых смесей и вулканизатов на их основе. Результаты испытаний приведены в таблице.

**Таблица – Физико-механические свойства резиновых смесей
и вулканизатов на основе каучуков СКИ-М**

| Наименование показателей | Значение показателя | | |
|---|---------------------|--------|--------|
| | СКИ-М1 | СКИ-МД | СКИ-МК |
| <i>Физико-механические свойства резиновых смесей</i> | | | |
| Когезионная прочность, МПа | 0,16 | 0,24 | 0,13 |
| <i>Физико-механические характеристики вулканизатов</i> | | | |
| Условное напряжение при 300% удлинении, МПа | 9,6 | 9,1 | 15,3 |
| Условная прочность при растяжении, МПа | 318 | 277 | 303 |
| Относительное удлинение при разрыве, % | 618 | 600 | 625 |
| Относительное остаточное удлинение, % | 33 | 30 | 31,5 |
| Сопротивление многократному растяжению при 100% деформации, тыс. циклов | 97 | 120 | 391 |

Как видно из результатов, приведенных в таблице, при наполнении каучука СКИ-М диспрактолом, его когезионная прочность возрастает в 1,7 раза, что связано с наличием функциональных групп, входящих в состав диспрактола КС БП. В случае наполнения каучука канифолью, наблюдается четырехкратное увеличение показателя сопротивления многократному растяжению при 100% деформации при сохранении физико-механических характеристик вулканизата в сравнении с ненаполненным образцом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глуховской В. С., Папков В. Н., Бердников В. В., Фирсова А. В., Комаров Е. В., Земский Д. Н. Структурные аспекты анионной полимеризации изопрена в присутствии металл-алкоголятных систем // Промышленное производство и использование эластомеров. Москва, 2020. – № 3–4. – С. 14–19.
2. Patent US 6025450Amine containing polymers and products therefrom. Appl. No.: 09/112,913. Date of Patent: Feb. 15, 2000.
3. Ахметов И. Г., Васильев В. А., Насыров И. Ш., Агзамов Р. З. Химическая модификация изопренового каучука // Каучук и резина. Москва, 2023. – Т. 82, № 3. – С. 130–139.
4. Минченков Н. Д. Модификация синтетического каучука и математический метод определения оптимального содержания присадок // Вестник молодого ученого УГНТУ. Уфа, 2022. – № 4 (20). – С. 39–51.