

Таблица 2 – Изменение свойств резин после старения

| Наименование ингредиента | Изменение показателя | | |
|--------------------------|---|---|--|
| | по условному напряжению при 300% удлинении, % | по условной прочности при растяжении, % | по относительному удлинению при разрыве, % |
| СИС | +38,5 | -31,1 | -29,7 |
| НПС-1 | +32,1 | -25,2 | -30,2 |
| НПС-2 | +30,4 | -13,4 | -20,6 |
| НПС-3 | +31,5 | -17,0 | -25,7 |

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что введение исследуемых нефтеполимерных смол в эластомерные композиции на основе комбинации каучуков общего назначения позволяет получить резины, не уступающие по стойкости к воздействию повышенных температур образцам с промышленным мягчителем. Это может быть обусловлено физико-химическим составом НПС: неопределенностью, фракционным составом, типом радикалов, а также совместимостью данных смол с каучуком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев, А.Е. Технология эластомерных материалов / А.Е. Корнев, А.М. Буканов, О.Н. Шевердяев. – М.: ЭКСИМО, 2009. – 287 с.
2. Донцов, А.А. Каучук – олигомерные композиции в производстве резиновых изделий / А.А. Донцов, А.А. Канаузова, Т.В. Литвинова. – М.: Химия, 1986. – 215 с.
3. Бергштейн, Л.А. Лабораторный практикум по технологии резины / Л.А. Бергштейн. – Л.: Химия, 1989. – 248 с.
4. Жовнер, Н.А. Структура и свойства материалов на основе эластомеров / Н.А. Жовнер, Н.В. Чиркова, Г.А. Хлебов. – Омск: Филиал РосЗИТЛП, 2003. – 276 с.

УДК 678.4(043.3)

Студ. А.М. Гавлик, П.С. Петрушко

Науч. рук. доц. Ж.С. Шашок

(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Эластомерные материалы – особый класс уникальных конструкционных полимерных материалов, способных легко

деформироваться под действием небольших нагрузок и восстанавливать свою форму после весьма значительных деформаций [1].

Для увеличения работоспособности резиновых изделий наряду с совершенствованием конструкций и технологии их изготовления большое значение имеет повышение качества эластомерных композиций, которое может достигаться физической и химической модификацией за счет применения новых типов каучуков, наполнителей, вулканизирующих систем, противостарителей, а также нанесением покрытий [2]. Одним из способов получения новых эластомерных композиций является использование нанодисперсных, нанопористых веществ, уникальные свойства которых связаны с нанометровым размером частиц. В связи с этим открываются перспективы улучшения существующих и создания принципиально новых конструкционных и функциональных материалов [3].

Целью работы являлось исследование влияния наноструктурированного углеродного материала на технологические и упруго-прочностные свойства эластомерных композиций.

В качестве объектов исследования использовались следующие виды углеродного наноматериала (УНМ):

- УНМ монофракции «Р» (ТУ ВУ 691460594.005–2017);
- УНМ «легкая фракция» (ТУ ВУ 690654933.001–2011).

Данные УНМ вводились в эластомерную матрицу на основе комбинации каучуков НК+СК(М)С-30АРК+СКДН в дозировках 0,1 и 0,2 масс. ч. на 100,0 масс. ч. каучука.

Специфику переработки каучуков, а также резиновых смесей определяют их вязкоупругие свойства. Результаты исследований вязкости по Муни эластомерных композиций представлены в таблице 1. Результаты исследования показали, что введение УНМ в резиновые смеси на основе комбинации каучуков общего назначения приводит к уменьшению до 17% вязкости по Муни. Такой характер изменения свойств, вероятно, обусловлен природой полимерной матрицы и вводимых добавок, а также особенностями их взаимодействия друг с другом.

Таблица 1 – Вязкость по Муни резиновых смесей

| Наименование добавки | Дозировка добавки (масс. ч.) | Mmax, усл. ед. Муни | ML, усл. ед. Муни |
|----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| Без добавки | – | 80,3 | 50,3 |
| Монофракция «Р» | 0,1 | 74,3 | 45,2 |
| | 0,2 | 76,2 | 46,8 |
| Легкая фракция | 0,1 | 85,6 | 48,9 |
| | 0,2 | 68,0 | 41,9 |

Примечание – Mmax – начальная вязкость по Муни (пиковое значение крутящего момента после прогрева образца, «пик Муни»), усл. ед. Муни; ML – вязкость по Муни, усл. ед. Муни.

В таблице 2 приведены данные по определению релаксации напряжения исследуемых композиций.

Таблица 2 – Показатели релаксации напряжений резиновых смесей

| Наименование добавки | Дозировка добавки (масс. ч.) | $\operatorname{tg}\alpha'$ | K_p , % |
|----------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|
| Без добавки | – | -0,481 | 37,36 |
| Монофракция «Р» | 0,1 | -0,465 | 39,17 |
| | 0,2 | -0,468 | 38,58 |
| Легкая фракция | 0,1 | -0,475 | 42,87 |
| | 0,2 | -0,454 | 38,40 |

Примечание – $\operatorname{tg}\alpha'$ – тангенс угла наклона касательной к кривой релаксации через 1 с после остановки ротора; K_p – коэффициент релаксации, %.

Выявлено, что введение различных типов структурированного углеродного материала в композиции на основе неполярных каучуков приводит к некоторому облегчению протекания релаксационных процессов в объеме полимерной матрицы. Так, введение в смесь легкой фракции в дозировке 0,1 масс. ч. приводит к увеличению коэффициента релаксации K_p на 15%, по сравнению с образцом без добавок. Изменения релаксационных свойств резиновых смесей при введении УНМ может быть обусловлен влиянием нанодобавки на взаимодействие частиц наполнителя друг с другом, что облегчает ориентацию макромолекул, а также оказывает влияние на взаимодействия компонентов смеси друг с другом при наличии в объеме эластомерной матрицы высокодисперсной реакционноспособной добавки. На прочностные свойства резин большое влияние оказывают природа каучука, тип вулканизирующей системы и характер образующихся в процессе сшивания пространственных структур. Результаты исследования упруго-прочностных свойств резин на основе НК+СК(М)С-30АРК+СКДН представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Упруго-прочностные свойства

| Наименование добавки | Дозировка масс. ч. | Условная прочность при растяжении, МПа | Относительное удлинение при разрыве, % |
|----------------------|--------------------|--|--|
| Без добавки | – | 23,4 | 485 |
| Монофракция «Р» | 0,1 | 23,3 | 460 |
| | 0,2 | 23,0 | 480 |
| Легкая фракция | 0,1 | 23,1 | 490 |
| | 0,2 | 23,7 | 490 |

Из представленных данных видно, что введение в эластомерные композиции исследуемых УНМ во всех дозировках практически не оказывает влияния на упруго-прочностные свойства вулканизаторов. Так, значение условной прочности при растяжении и относительного

удлинения при разрыве у исследуемых образцов находятся в пределах 23,0–23,7 МПа и 460–490 %, а у образца сравнения 23,4 МПа и 485 % соответственно.

Стойкость резин к воздействию повышенных температур во многом определяет их эксплуатационные свойства. На рисунке 1 и 2 представлены коэффициенты старения резин по относительному удлинению при разрыве и условной прочности при растяжении (при 100°С в течении 72 и 120 часов).

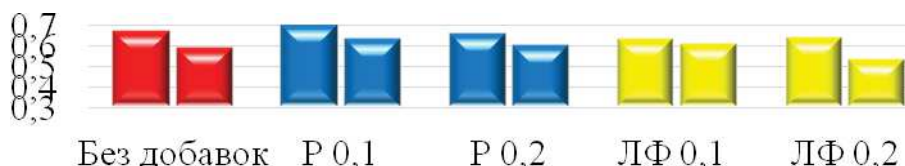


Рисунок 1 – Коэффициент старения резин по относительному удлинению при разрыве



Рисунок 2 – Коэффициент старения резин по условной прочности при растяжении

Установлено, что введение в эластомерные композиции 0,1 масс. ч. монофракции «Р» приводит к повышению стойкости резин к тепловому старению до 25%. Такой характер изменения свойств, вероятно, обусловлен тем, что применение в резиновых смесях УНМ приводит к образованию в вулканизатах менее сульфидных поперечных связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мищенко, С. В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С. В. Мищенко, А. Г. Ткачев. – М. : «Машиностроение», 2008. – 172 с.
2. Модификация свойств полимерных материалов малыми концентрациями фуллероидов / И. С. Епифановский [и др.]. // Перспективные материалы. – 2006. – № 2. – С. 15–18.
3. Юрковский Б, Юрковская Б. Некоторые исследования наноконкомпозитов каучука / Тез. докладов международной конференции по каучуку и резине, – Москва, 2004. – С. 28