

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВУЛКАНИЗАЦИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА**

Настоящая работа посвящена исследованию возможности применения метода ДСК для изучения процесса вулканизации каучуков на примере бутадиен-нитрильного каучука.

В качестве объектов исследования были выбраны резиновые смеси на основе модифицированного бутадиен-нитрильного каучука. В данной работе для вулканизации резин на основе БНК были использованы серные вулканизирующие системы.

При выборе состава серной сшивающей системы были рассмотрены обычная, полуэффективная и эффективная системы.

Изготовление резиновых смесей осуществляли на лабораторных вальцах ЛВ 320 160/160 при температуре валков  $40 \div 60^\circ\text{C}$  по стандартной методике, вулканизацию резиновых смесей осуществляли в гидравлическом прессе при температурах  $140 \pm 3$ ,  $160 \pm 3$  и  $180 \pm 5^\circ\text{C}$  и давлении 20 МПа.

Для изучения процесса вулканизации использовали дифференциальный сканирующий микрокалориметр ДСМ-3А.

Применение метода ДСК для количественных измерений основано на том, что теплота, выделяемая при нагревании образца в калориметре, при условии неизменности его массы в ходе опыта, является прямым отражением хода реакции [1].

Для калибровки температуры и теплового потока использовали стандартные образцы индия ( $T_{пл.} = 156,6^\circ\text{C}$ ,  $\Delta H_{уд.} = 28,4419$  Дж/г). Масса исследуемого образца составляла около 20 мг. Образцы нагревали в неизотермических условиях со скоростью 2 град/мин. Температурные зависимости получены в интервале температур  $40 \div 300^\circ\text{C}$ . Потери массы образцов в процессе исследования были незначительны – не более 0,5% от исходной массы образца. Количество выделяемой энергии определяли по площади пика на кривой ДСК. Точность определения температур сшивания составляла  $\pm 1^\circ\text{C}$ , теплоты сшивания –  $\pm 5\%$ .

Степень поперечного сшивания вулканизатов определяли по методу равновесного набухания в бензоле. Проведенные исследования показали, что серная вулканизация протекает в одну стадию. При этом

следует отметить, что количество энергии, выделяемой при вулканизации резиновых смесей с использованием обычных серных вулканизирующих систем, практически соответствует количеству энергии, выделяемой при вулканизации с использованием полуэффективных серных систем. При использовании для вулканизации эффективных систем величина выделяемой энергии минимальна. Следовательно, можно предположить, что вулканизаты, полученные с применением эффективных вулканизирующих систем будут иметь более низкую плотность поперечного сшивания по сравнению с вулканизатами, полученными при использовании обычной и полуэффективной систем.

При использовании для вулканизации резин обычной и полуэффективной серных вулканизирующих систем степень поперечного сшивания вулканизатов практически одинаковая. Однако использование для вулканизации резин эффективных серных вулканизирующих систем приводит к уменьшению степени сшивания. Это, вероятно, объясняется тем, что при небольшой концентрации свободной серы в системе в условиях малой неопределенности (~ 4%) самого модифицированного бутадиен-нитрильного каучука резко снижается вероятность образования поперечных связей между двумя макромолекулами каучука.

Таким образом, с помощью метода ДСК можно изучать процессы, протекающие при вулканизации каучуков. Показано, что тепловые эффекты, возникающие при вулканизации, характеризуют интенсивность процессов, протекающих в эластомерной матрице при образовании поперечных связей.

При исследовании вулканизации серными системами различной эффективности было установлено, что применение эффективной серной вулканизирующей системы с минимальным количеством свободной серы не обеспечивает образование достаточно плотной сетки поперечных связей при вулканизации модифицированного БНК с остаточной неопределенностью ~ 4%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Остроухова О.А. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии в исследовании вулканизации изопренового каучука / О.А. Остроухова, Н.Н. Колесникова, В.Д. Юловская, А.А. Попов, В.А. Шершнева // Каучук и резина. – 2005. – № 3. – С. 28.