

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Современные легковые шины должны обладать высоким сопротивлением качению, что снижает расход топлива, иметь хорошее сцепление с мокрой и сухой дорогой, что обеспечивает безопасность движения, низкую истираемость, обеспечивающую долговечность покрышек. Развитие современных шин с желаемыми свойствами идет по пути замены в резиновых смесях технического углерода (ТУ) на коллоидный диоксид кремния. Несмотря на успехи в использовании традиционного усиливающего наполнителя — технического углерода, только при наполнении протекторных резин кремнеземным наполнителем (КН) удастся повысить сопротивление качению, улучшить сцепление с мокрой дорогой при сохранении уровня износостойкости. Вместе с тем простая замена ТУ на КН невозможна из-за особенностей структуры поверхности частиц кремнезема. Химическая природа и энергетика поверхности частиц кремнезема отличаются от структуры и поверхностной энергии частиц ТУ. Водородные связи между поверхностными силанольными группами в агломератах диоксида кремния намного прочнее, чем взаимодействие между полярными силанольными группами наполнителя и неполярными макромолекулами углеводородных каучуков. Это создает значительные трудности при смешении КН с каучуками и не обеспечивает необходимой степени усиления каучуков.

Проблема повышения сродства КН к каучукам и снижения взаимодействия частиц наполнителя друг с другом решается путем модификации поверхности диоксида кремния бифункциональными кремнийорганическими соединениями (силанами). При этом наполнитель лучше диспергируется в среде каучука, вязкость смесей уменьшается. Кроме того, молекулы бифункционального силана вступают в реакцию с компонентами вулканизирующей системы и макромолекулами каучука, что приводит к возникновению химических связей между поверхностью частиц КН и каучуковой матрицей. Всё это приводит к значительному улучшению механических свойства резин.

В настоящее время за рубежом выпускается широкий ассортимент высокоскоростных легковых шин, содержащих КН с высоким уровнем удельной поверхности частиц, производителями которых являются ведущие химические фирмы: Дегусса, Байер (Германия), Акзо (Голландия), Рон Пуленк, Родиа (Франция) и др.

Аналогичные шины в России не выпускаются в связи с крайне ограниченным ассортиментом КН. Марки белой сажи со средним значением удельной поверхности, хотя и достаточно хорошо изучены, не отвечают современным требованиям. Единственной отечественной маркой КН с высоким значением удельной поверхности является Росил 175, производство которого освоено в Стерлитамакском ОАО «Сода». В настоящее время в ОАО «Нижнекамскшина» выпускаются легковые шины «Еврокама», содержащие КН и ТУ.

Одним из ключевых этапов на пути освоения отечественного производства «зелёных шин» является производство бифункционального силана, наиболее распространённая модификация которого известна под названием «Si-69» фирмы Degussa AG (Германия). Однако в России производство этого продукта

или его аналогов отсутствует. Поэтому весьма актуальным является разработка отечественного бифункционального силана.

В лабораторных условиях на Казанском заводе СК осуществлён трёхстадийный синтез бифункционального силана К – 69. По химическому составу это бис-(триэтоксисилилпропил)-тетрасульфид: $(C_2H_5O)_3SiCH_2CH_2CH_2-S_X-CH_2CH_2CH_2Si(OC_2H_5)_3$; X = 4. Химическое строение подтверждено масспектро스코пией. Синтезированный продукт, названный К-69, по своему строению аналогичен Si-69.

В связи с предстоящим переходом российских заводов на выпуск экологических шин нового поколения изучение возможности использования отечественных КН и силанов в протекторных резинах является актуальной задачей.

Целью работы является разработка рецептурных и технологических параметров процесса изготовления резиновых смесей для производства высокоэффективных, экономичных, экологичных шин с отечественными кремнезёмным наполнителем и бифункциональным силаном.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение влияния дозировки КН на вулканизационные и физико-механические свойства резиновых смесей;
- изучение влияния дозировки бифункционального силана на свойства резиновых смесей наполненных КН;
- изучение упруго-гистерезисных характеристик резиновых смесей, наполненных КН;
- изучение упруго-гистерезисных свойств резиновых смесей наполненных КН на основе различных каучуков;
- изучение особенностей взаимодействия в системе каучук - КН;

Научная новизна. Проведена полная замена ТУ в резиновых смесях на отечественный КН Росил 175. В качестве модификатора поверхности КН впервые использовался отечественный бифункциональный силан К – 69.

Показана возможность замены в протекторной резине каучука СКМС30АРКМ15 на новый каучук Триэласт, представляющий собой тройной сополимер изопрена-стирола-дивинила, который позволяет уменьшить гистерезисные потери, повысить сцепление с дорогой при сохранении уровня упругопрочностных свойств и износостойкости.

С использованием реологического подхода, динамической реометрии, ЯМР спектроскопии, электронной спектроскопии, кислотно-основных свойств резиновых смесей и вулканизатов выявлены особенности взаимодействия в системе каучук – КН. Установлено, что спектры времён релаксации резиновых смесей изменяют свою форму и размеры соответственно с ростом дозировки КН, отражая изменение размеров кинетических единиц течения и ММР. С повышением температуры спектр времен релаксации смещается в сторону меньших времён релаксации, что свидетельствует о проходящих процессах разрушения агломератов наполнителя, вследствие чего вязкость композитов снижается. Различие во времени спин-спиновой релаксации для смесей и вулканизатов с КН модифицированных и не модифицированных К – 69 свидетельствует о наличии более подвижных структур с модифицированным КН. Резиновые смеси и вулканизаты наполненные КН в сочетании с К – 69 по