

Список использованных источников

1. Колесник, И.В., Елисеев, А.А. Методические материалы к спецпрактикуму «Методы получения и анализа неорганических материалов» «Химические методы синтеза наноматериалов» / И.В. Колесник, А.А. Елисеев. – Москва: МГУ им. Ломоносова, 2011 – 40 с.
2. Laurent S., Forge D., Port M., Roch A., Robic C., Elst L.V., Muller R.N. // Chem. Rev. 2008. V. 108. P. 2064.
3. Толмачева, В.В., Апяри, В.В., Кочук, Е.В., Дмитриенко С.Г. Магнитные сорбенты на основе наночастиц оксидов железа для выделения и концентрирования органических соединений / В.В. Толмачева, В.В. Апяри, Е.В. Кочук, С.Г. Дмитриенко. – Москва: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2015 – 23 с.

УДК 678.046:678.074:678.4

А.С. Калейник, К.В. Вишевский

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования влияния модификации кремнекислотного наполнителя и мела на вязкость по Муни резиновых смесей на основе силоксанового каучука.

A.S. Kaleinik, K.V. Vishnevsky

Belarusian State Technological University
Minsk, Belarus

EFFECT OF FILLER CONTAINING ON THE PROPERTIES OF SILICON-BASED RUBBER BLENDS

Abstract. Study of an effect of silica and chalk filler modification on silicon-based rubber blends Mooney viscosity is presented in this paper.

В настоящее время активно ведётся поиск экономически выгодных путей усиления силоксанового каучука путём введения наполнителей. Традиционным наполнителем для силоксановых каучуков признаны кремнекислотные наполнители [1]. Однако

кремнекислотный наполнитель, обладая полярными кислородсодержащими группами на поверхности, может неудовлетворительно диспергироваться в каучуках, имеющих неполярные функциональные группы в своём составе, к примеру, винилсилоксановом каучуке. Это объясняется поверхностными явлениями, приводящими к тому, что агломераты полярного наполнителя, к примеру, кремнекислотного, агрегируются в более крупные образования, препятствующие полноценной диспергации наполнителя в матрице каучука. Это приводит к ухудшению пластозластических свойств резиновых смесей и технических свойств их вулканизатов.

Одним из возможных путей решения этой проблемы является модификация поверхности кремнекислотного наполнителя путём прививания на неё неполярных соединений класса силанов. Гидрофобизируя наполнитель, они обеспечивают снижение вязкости резиновых смесей, хорошую их гомогенность, а также улучшают физико-механические свойства их вулканизатов.

Целью данной работы являлись исследования влияния модификатора винилтриэтоксисилана на вязкость и плотность резиновых смесей. На рис. 1 представлено строение молекулы винилтриметиоксисилана.

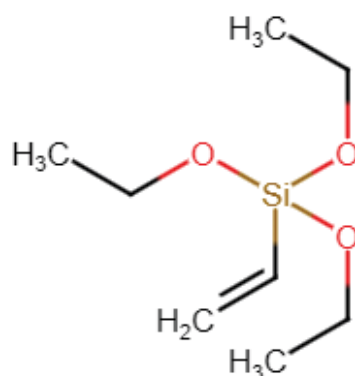


Рис. 1- Строение молекулы винилтриэтоксисилана

Предполагаемый механизм модификации наполнителя является двухстадийным. На первой стадии происходит взаимодействие метокси-групп молекулы силана с гидроксильными радикалами кремнекислотного наполнителя и конденсация с отщеплением этилового спирта. На второй стадии при проведении процесса вулканизации винильный радикал привитого на поверхность кремнекислоты силана взаимодействует с неполярными группами

силоксанового каучука с формированием новой углеродной цепи, связывающей молекулу силана и макромолекулу каучука. Таким образом, модификация одновременно позволяет и препятствовать агрегации агломератов кремнекислоты, и уменьшать энергию поверхностного взаимодействия полярных и неполярных групп за счёт уменьшения полярности поверхности кремнекислотного наполнителя.

В данном исследовании модификация кремнекислотного наполнителя (ККН) проводилась путём прививания на поверхность винилтриэтоксисилана в присутствии уксусной кислоты в качестве катализатора. Также в качестве гидрофобизированного наполнителя для некоторых образцов использовался гидрофобный мел. Далее осуществлялось изготовление резиновых смесей и оценка их вязкости по Муни. Также было проведено измерение плотности резиновых смесей. В таблице 1 представлены рецептуры резиновых смесей.

Таблица 1 - Рецептуры резиновых смесей

Наименование ингредиента	Исходная смесь	Масс. ч. на 100 масс. ч. каучука						
		ККН 10 Г	ККН 10	ККН 20 Г	ККН 20	М 10	М 20	М 30
Винилилоксановый каучук	100	100	100	100	100	100	100	100
ККН	–	10	10	20	20	–	–	–
Винилтриэтоксисилан	–	1	–	1	–	–	–	–
Мел	–	–	–	–	–	10	20	30
Пероксид дикумила	1	1	1	1	1	1	1	1
Всего	101	112	111	122	121	111	121	131

В таблице 2 представлены данные по вязкости по Муни и плотности резиновых смесей.

Таблица 2 - Вязкость по Муни и плотность резиновых смесей

Шифр резиновой смеси	Вязкость по Муни, усл. ед. Муни	Плотность резиновых смесей, г/см ³
Исходная смесь	22,6	1,171
ККН 10	34,6	1,194
ККН 10 Г	28,3	1,229
ККН 20	52,5	1,234
ККН 2 Г	50,0	1,256
М 10	21,1	1,240
М 20	21,8	1,287
М 30	22,3	1,322

Как можно увидеть из приведенных данных, осуществление

модификации наполнителя приводит к некоторому уменьшению вязкости по Муни образцов, наполненных кремнекислотным наполнителем. При сравнении образцов, наполненных 10 масс. ч. ККН исходной и гидрофобизированной, можно увидеть, что вязкость у модифицированного образца снизилась на 18%, что может свидетельствовать об улучшении диспергирования наполнителя в матрице каучука и уменьшении поверхностной энергии на границе раздела «полимер – наполнитель». При увеличении степени наполнения тенденция к уменьшению вязкости у обработанного образца сохраняется, однако является гораздо менее выраженной и находится в пределах статистической погрешности. Это можно обосновать тем, что при таком количестве ввода кремнекислотного наполнителя оптимум наполнения превышен и заметного влияния на вязкостные свойства резиновых смесей проведение силанизации не оказывает, поскольку в данном случае у смесей более выражены пластические свойства. При рассмотрении образцов, наполненных гидрофобизированным мелом, можно заметить, что введение наполнителя уменьшает вязкость по Муни по сравнению с исходной смесью у всех трёх образцов. Поскольку сам по себе негидрофобизированный мел является полярным наполнителем, это свидетельствует о том, что его гидрофобизация положительно влияет на свойства резиновых смесей на основе модифицированного мела.

При рассмотрении данных по плотностям резиновых смесей можно заметить, что образцы, содержащие модифицированный наполнитель, демонстрируют увеличение данного показателя по сравнению с немодифицированными образцами. Это может быть объяснено тем, что при улучшении диспергирования наполнителя в матрице каучука происходит более интенсивное взаимодействие между слоями полимера и слоями наполнителя, что приводит к повышению плотности резиновых смесей.

Список использованных источников

1. Ghunem, R. A. Common perceptions about the use of fillers in silicone rubber insulation housing composites / R. A. Chunem, Y. Hadjadj, H. Parks // *Energies*. – 2021. – Т. 14, № 12. – С. 3655–3664.