

И. М. Терещенко, доц., канд. техн. наук,
Б. П. Жих, мл. науч. сотр.,
А. П. Кравчук, доц., канд. техн. наук,
А. В. Гаргун, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА НАНОДИСПЕРСНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В РБ

В настоящее время одним из основных способов модификации свойств полимерных материалов является введение наполнителей, которые, будучи равномерно распределенными в объеме композиции способны обеспечивать повышение прочности материала. Наиболее распространены два типа наполнителей: технический углерод и осажденный диоксид кремния (белая сажа). Использование белой сажи как наполнителя обеспечивает повышение диэлектрических свойств, клейкости при относительно малом снижении и износостойкости резины, обладают высокими показателями относительного удлинения, износо- и изгибоустойчивостью, сопротивлением тепловому старению, в сравнении с техническим углеродом. Благодаря его активности прочность изделий на основе синтетического каучука повысилась практически в 10 раз, а из натурального – почти в два раза. В итоге содержание кремнезёмистого наполнителя в резиновых смесях непрерывно возрастает и достигает в настоящее время 100 кг SiO₂/100 кг смеси.

Кроме того, синтетический диоксид кремния находит применение в производстве зубных паст, в качестве добавки и вспомогательного вещества в пищевой и фармацевтической промышленности, в компьютерной и медицинской технике, катализаторов и адсорбентов.

Белая сажа представляет собой диоксид кремния, который получается осаждением из раствора силиката натрия (жидкого стекла) кислотой (соляной в РФ и серной за рубежом), с последующей фильтрацией, промывкой и сушкой. Химическая формула – $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Белая сажа – тонкодисперсная гидратированная двуокись кремния, содержащая 85 – 95 % SiO₂, а также примеси оксидов железа, алюминия, магния и натрия. Важнейшими характеристиками белой сажи, определяющими ее усиливающую способность, является удельная поверхность частиц, их структура, количество и размер пор, строение поверхности кремнезема.

Разработан технологический процесс получения белой сажи на основе сырья Республики Беларусь: серной кислоты производства

ОАО «Гомельский химический завод» и жидкого стекла производства ОАО «Парад» (образец 1а), сделана попытка получения нанодисперсного SiO₂ на основе кремнегеля – отхода химической промышленности (образец 1б).

Удельная поверхность образцов 1а и 1б составляет 278 м²/г и 215 м²/г соответственно, это указывает на то, что данные образцы обладают высокой упрочняющей способностью как наполнители. Сорбционный объём имеет показатели: 0,812 см³/г и 0,64 см³/г.

Полученные результаты химического состава показывают, что в лабораторных условиях удалось достигнуть получения продукта с содержанием кремнезёма 98,4 и 97,4 мас. %. Наличие примесей образующих солей в ходе синтеза в пределах, допустимых требованиям ГОСТ 18307-78. Эти значения говорят о том, что в лабораторных условиях достигается необходимая степень чистоты продукта.

По результатам исследования гранулометрического состава при механическом измельчении у образца 1а достигается большее содержание частиц в диапазоне 20–50 мкм, а именно 39 %, чем у образца 1 б, в котором содержание составило 35 %.

Снижение интенсивности перемешивания при осаждения до и рН среды, приводит к снижению показателей свойств по сравнению с предыдущими.

Все образцы характеризуются высокими значениями сорбционного объема, что в свою очередь свидетельствует о том, что в частицах данных образцов большое количество мезо- и микропор. В связи с этим они обладают высокой адсорбционной способностью, что в свою очередь улучшает их взаимодействие с полимерной матрицей в гидрофобных каучуках.

Изотермы адсорбции образцов характеризуется крутым подъемом кривой при малых относительных давлениях. Это свидетельствует об однородности пор данных образцов белой сажи по размерам и о том, что они очень тонки и заполняются в первом акте адсорбционного процесса.

Гранулометрический состав, обеспечивающий наибольшее количество частиц фракции 20–50 мкм, связан с их последующей обработкой – при введении белой сажи в качестве наполнителя в резинотехнические смеси происходит их дополнительное измельчение при перемешивании смеси.

Рассчитанные экономические данные показывают, что при объеме производства 4322,2 т/год полная себестоимость единицы продукции составляет 1614,09 руб/т, что в два раза ниже существующих аналогов.