

УДК 622.236.22.001.5

ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЛОИСТЫХ СИЛИКАТОВ

Маськова М.С., студент гр. МНМ-19, III курс

Иванцова Н.Ю., студент гр. МНМ-19, III курс

Научный руководитель: Борисова Л.Г., к.п.н., доцент

Санкт-Петербургский горный университет

г. Санкт-Петербург

Основным направлением в развитии нанотехнологий является возможность интегрирования различных типов структур. Нанотехнологии расширяют наши представления о формах существования вещества, а также расширяют технологические возможности современного общества, что в свою очередь позволяет не только уменьшить размеры функциональных устройств, но и увеличить их коэффициент полезного действия [1].

На сегодняшний день все больше к себе внимания привлекают полимерные наноккомпозиты, основой которых является модифицированные слоистые наносиликаты. Модифицированные слоистые наносиликаты представляют собой различные породы глин (филосиликаты или слоистые алюмосиликаты), к которым относятся глинистый минерал монтмориллонит, вермикулит, гекторит, сапонин, каолин и другие минералы. Данные слоистые природные неорганические структуры улучшают основные характеристики полимеров [5]. Благодаря этому они нашли широкое применение для создания полимерных наноккомпозитов, в основу которых входит органоглина (модифицированный бентонит).

Значительное увеличение широкого спектра физических свойств показывают полимерные наноккомпозиты на основе органически модифицированных слоистых силикатов, в сравнение с простым полимером. Улучшаются такие показатели как огнестойкость, стойкость к проницаемости различных жидких сред, термическая экологическая стабильность, газонепроницаемость. Такие наноккомпозиты в разы легче, чем традиционные композиты. Это выделяет их перед другими материалами и дает преимущество в использовании в определенных областях.

Помимо этого, морфология наноструктур дает возможность исследовать динамику и структуру усиленных и связанных молекулярных цепочек с использованием стандартных методов исследования массива материала (термовозбужденный ток, дифференциальная сканирующая калориметрия, реологические тесты, спектроскопия, ядерно-магнитный резонанс). Морфология наноструктур также помогает образовывать системы, состоящие только лишь из взаимодействующих поверхностей [4].

Монтмориλλονит (получил свое название в честь местности Монтмориλλον в Виенне во Франции) – глинистый минерал или высокодисперсный слоистый алюмосиликат серого или белого цвета. Его образование исходит из основных изверженных пород в условиях щелочной среды. Монтмориλλονит обладает способностью образовывать избыточный отрицательный заряд, который может компенсироваться обменными катионами, расположенными в его межслоевом пространстве. Происходит это за счет нестехиометрических замещений катионов кристаллической решетки. Данный минерал нашел широкое применение благодаря хорошим адсорбирующим свойствам, а также способности к ионному обмену. При его взаимодействии с водой можно получить пластичные массы.

Монтмориλλονит входит в состав бентонитовых глин, название которых произошло от названия местности Бентон.[6].

По своей структуре кристаллическая решетка монтмориλλονита представляет собой совокупность элементарных слоев (монослоев), размеры которых имеют длину 200 нм и толщину слоя порядка 1 нм. Стоит отметить большое соотношение линейных размеров частиц наносиликата [4].

Монослои монтмориλλονита делятся на несколько субслоев. Первым является внешний тетраэдрический слой. Второй, расположенный в центре, называется октаэдрический. Заключающий слой также будет внешним тетраэдрическим. Данная схема представлена на рисунке 1.

Галереями или межслойным пространством называют постоянные промежутки внутри слоев, которые определяются силами Ван дер Ваальса.

Отрицательные заряды создаются меж слоев с помощью изоморфного замещения. Далее эти заряды электростатически уравниваются катионами щелочных и щелочноземельных металлов, которые расположены между слоями. Следствием является повышенная гидрофильность бентонита. Чтобы вода проникла в межслоевое пространство монтмориλλονита и гидратировала его поверхность и обменные катионы, а затем вызвала набухание минерала, следует поместить бентонит в воду. Если продолжить разбавлять бентонит водой, то будет образовываться вязкая суспензия с повышенной текучестью.[4].

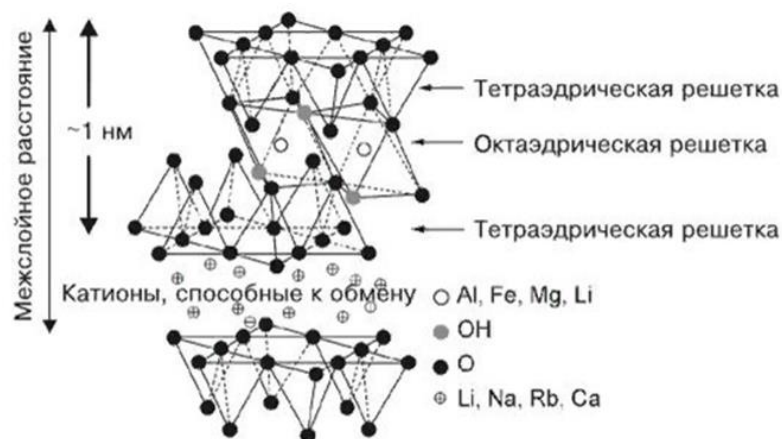


Рисунок 1 - Структура слоистого силиката

На основе различных контактов между мономерными звеньями и органически модифицированным слоистым силикатом (ОМСС) можно отметить несколько различных типов нанокомпозитов, отличающихся своей структурой (рисунок 2):

1) интеркалированные нанокомпозиты, в которых внедрение мономерных звеньев в структуру слоистого силиката происходит в межатомных слоях равномерно с интервалом в несколько нанометров, при этом связь мономеров и ОМСС не оказывает никакого влияния;

2) расшелушенные нанокомпозиты, где слои располагаются в матрице высокомолекулярного соединения на одинаковом расстоянии друг от друга, полностью зависящем от содержания органически модифицированного слоистого силиката [5].



Рисунок 2 - Схематическая иллюстрация двух различных типов нанокомпозитов на основе полимера и слоистого силиката

Интеркалировать полимерные цепочки в силикатные галереи можно различными способами:

- добавление в силикатные галереи мономеров с последующим получением высокомолекулярных веществ.

В таком случае происходит гидратация силиката и между интеркалированными слоями образуются полимеры. Процесс присоединения мономеров может быть вызван повышением температуры, излучением, диффузией иницирующего вещества в межслойное пространство;

- добавление мономерных звеньев в силикатные галереи из жидкого вещества. Основа данного способа заключается в том, что – общая система

растворения применяется для растворения полимеров и гидратации силикатных слоев.

Изначально слоистый силикат набухает в жидком веществе, затем мономерные звенья внедряются в силикат, заменяя растворитель. В итоге остаётся интеркалированная структура.

Последний способ является основным, так как происходит интеркаляция в расплаве. С помощью данного способа можно получить полимерные нанокомпозиты на основе слоистых силикатов [1]. Из раствора необходимо удалить адсорбированные вещества относительно атомов растворителя из силиката и полимерной матрицы, чтобы мономерные звенья правильно могли распределиться в межслойном пространстве.

Список литературы:

1. Борисова Л.Г. Перспективы развития нанотехнологий и создания новых наноматериалов /Л.Г. Борисова, А.С. Лугвищик // Материалы Международной научно-технической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017». СПб.: Изд-во ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский горный университет, 2017. С.58.
2. Борисова Л.Г. Комплексный метод исследования деформации и разрушения материалов /Л.Г. Борисова // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018». СПб.: Изд-во ФГБОУ ВО СПбГУ, 2018. С.47.
3. Борисова Л.Г. Разработка и реализация основных направлений интеграции технического образования с наукой и производством / Л.Г. Борисова // Proceedings includes materials of the international scientific conference «RESONANCES SCIENCE», February 11-12, 2016. - held in Czech Republic.- Karlovy Vary-Russia, Moscow: publishing office Czech Republic, Karlovy Vary, 2016.- 170-173 p.
4. Полимер-силикатные нанокомпозиты: физико-химические аспекты синтеза полимеризацией in situ / С.Н. Чвалун, Л.А. Новокшенова, А.П. Коробко, П.Н. Бревнов // Российский химический журнал. – 2008. – № 5. – С. 52-57.
5. С.М. Ломакин, Г.Е. Заиков Полимерные нанокомпозиты пониженной горючести на основе слоистых силикатов // Высокомолекулярные соединения, серия Б. - 2005. - том 47, №1. - С. 104-120.
6. Т.С. Волкова, Э.Я. Бейдер Наносиликаты и полимерсиликатные композиты // Все материалы. Энциклопедический справочник . - Наука и технологии, 2010. - С. 2-11.2. Полимерные нанокомпозиты [Текст] / под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю ; пер. с англ. А. Е. Грахова под ред. и с предисл. Н. И. Бауровой. - Москва : Техносфера, 2011. - 687 с.