

Студент гр. 10401119 Козловский А.В.
Научный руководитель – Астрейко Л.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В данное время, в связи с ухудшением экологической ситуации во всем мире, особенно остро стоит вопрос разработки так называемых «зеленых» технологий, не наносящих вред окружающей среде с использованием экологичных природных и искусственных материалов. К настоящему времени разработано большое количество методов и способов получения наноматериалов. Это обусловлено разнообразием состава и свойств наноматериалов с одной стороны, а с другой – позволяет расширить ассортимент данного класса веществ, создавать новые и уникальные образцы. Наибольший интерес представляют природные углеродные материалы, благодаря их невысокой стоимости, экологичности, фракционной однородности, коррозионной и антифрикционной стойкости, хорошей тепло- и электропроводности. Однако синтезированные углеродные материалы, несмотря на их дороговизну, обладают уникальными свойствами: сверхтвердостью, сверхпрочностью и др. Использование углеродных наноматериалов на основе графита, угля, алмаза и др. позволит получать покрытия и материалы многофункционального назначения с более высокими эксплуатационными свойствами. В настоящей работе рассматривается возможность осаждения на инструменты износостойкого покрытия с применением синтезированных наноматериалов на основе сажи.

Выделяют три метода получения наноматериалов на основе сажи.

Первый метод – плазмохимический синтез фуллереновой сажи при разложении мазута под воздействием импульсного тлеющего разряда. Плазмохимический синтез наноразмерной сажи происходит на установке, в которой на верхний графитовый электрод и нижний электрод в виде медной емкости с жидким углеводородом (мазутой) подают импульсное напряжение около 12 кВ с частотой 80 кГц, создаваемое генератором мощностью 300 Вт. При этом достигается диссоциация молекул электронами, произведенными во время импульса, без образования дугового разряда. В разрядной камере находится воздух при атмосферном давлении.

Второй метод – получение нанодиспергированной сажи с помощью энергии низкотемпературной плазмы. Способ основан на термическом разложении и испарении угля (графита) с помощью энергии низкотемпературной плазмы и последующем быстрым охлаждением (конденсацией) газообразной фазы. При этом уголь нагревают в камере совмещенного плазменного реактора в потоке высококонцентрированной низкотемпературной плазмы с созданием вращающейся электрической дуги в поперечном сечении реактора, в котором создается температура в пределах от 2800 до 4500 °С. Затем проводят совмещенный процесс газификации и активирования угля в камере совмещенного плазменного реактора, где образуется мелкодисперсная сажа, содержащая углеродные наноматериалы.

Третий способ – метод электрогидравлического воздействия на бензол. В основе этого метода лежит явление резкого увеличения в жидкости гидравлического и гидродинамического воздействия вместе с амплитудой ударного воздействия электрического (до 50 кВ) разряда при условии минимального укорочения длительности самого импульса (до 100 мс.). В итоге на вещество комплексно воздействует высоковольтный короткоимпульсный электрогидравлический разряд, сочетающий в себе одновременное воздействие сильного механического сжатия, мощного ультразвука, жесткого рентгеновского, УФ- и ИК-излучений. Образующиеся в процессе разряда электромагнитные поля также оказывают сильное влияние, как на сам разряд, так и на процессы, протекающие в окружающей его жидкости.

При выполнении метода бензол объемом 100 мл помещают в рабочую ячейку установки, где подвергают действию 800 импульсов электрического разряда с напряжением 20 кВ.

В результате получают непрозрачный коллоидный раствор черного цвета, который не расслаивается в течение двух недель. Этот факт свидетельствует о мелкодисперсности частиц сажи. Затем эта водная суспензия выпаривается на водяной бане при температуре 80 °С. Получаемые частицы сажи имеют сферическую форму диаметром 20 нм.

В состав сажи, которую получают при неполном сгорании или термическом разложении органических веществ, входит углерод (до 99,0 мас. %), водород, кислород, сера, минеральные вещества. Кристаллическая решетка сажи более деформирована, чем решетка графита. Установлено, что сажа может состоять из нано- и микроразмерных частиц, образующих разветвленные цепочки. Наноразмерные частицы сажи имеют сферическую форму размером 20 ± 5 нм с шероховатой поверхностью. Нанодисперсия графитовой сажи имеет повышенную кислотность на уровне pH 5-6 и в ней отсутствует углерод, химически связанный с кислородом. В результате исследования наноразмерной мазутной сажи методом масс-спектрометрии (MALDI), установлен широкий ряд соединений с формулой C_n+C_{2m} , где $n > 50$, $m = 1-300$. Используя плазму, можно получать шихту из наносажи, а с помощью химической обработки можно выделить из нее углеродные нанотрубки и фуллерены.

Наноразмерная сажа играет большую роль в промышленности. Там ее используют в производстве полиэтилена (при введении в него 2-4 % наносажи сопротивление растрескиванию повышается более 20 раз), производстве резин (наносажа, введенная в резину, улучшает прочность на разрыв, относительное удлинение при предельной нагрузке и др.); в производстве лаков, красок (их насыщенность и чернота увеличиваются с уменьшением размера частиц сажи); в электротехнике для экранов электромагнитного излучения (ведение наносажи в полимерные матрицы приводит к увеличению поглощающей способности экранов); в биотехнологии для создания электропроводящих биоконструкций, применяемых в биотопливных элементах, в том числе и потенциально имплантируемых в организм человека; в производстве смазок (введение в смазку наносажи снижает коэффициент трения изделий) и т.д. А графитированная наносажа применяется в физико-химических исследованиях поверхностных явлений, адсорбции, хроматографии, электрохимии.