

Студент группы 10401119 Шматова А.А.

Научный руководитель – Пацеко Е.К.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Анализ состояния и тенденций развития объектов наноиндустрии в настоящее время позволяет сделать вывод о том, что одной из наиболее перспективных областей нанотехнологий является синтез углеродных наноматериалов (УНМ) – фуллереноподобных структур, представляющих собой новую аллотропную форму углерода в виде замкнутых, каркасных, макромолекулярных систем.

Можно заметить, что с ухудшением экологической ситуации во всем мире особенно остро стоит разработка новых технологий с использованием экологичных природных и искусственных материалов. В настоящей работе рассматривается возможность осаждения на инструменты износостойких покрытий с применением природного угля. Углеродные материалы имеют множество применений в разных областях. Наибольший интерес представляют природные углеродные материалы, благодаря их невысокой стоимости, экологичности, фракционной однородности, коррозионной и антифрикционной стойкости, хорошей тепло- и электропроводности. Хотя синтезированные углеродные материалы оцениваются в высокую стоимость, они обладают следующим рядом свойств: сверхтвёрдостью, сверхпрочностью и др. Использование углеродных наноматериалов на основе графита, угля, алмаза и др. позволит получать покрытия и материалы многофункционального назначения с более высоким сроком службы. Углеродсодержащие материалы имеют большие перспективы развития и практического применения, благодаря природным особенностям углерода, который способен образовывать химические связи разного типа и полимерные цепочки неограниченной длины, иметь высокую температуру плавления, достигающую 3450-3550 °С, взаимодействовать с большинством металлов Периодической системы элементов (ПСЭ) при температурах выше 1000 °С и другие уникальные свойства.

Поскольку в наноматериалах улучшаются многие важные физико-химические, механические и технологические свойства, интенсивно ведутся исследования в области нанодиспергирования углеродных материалов. В настоящей статье выполнен обзор методов получения наноматериалов на основе природного угля.

#### Способ механохимической активации

Для получения наноразмерного порошка угля используют измельченный активированный и коксованный уголь чистотой 99,5 %. Уголь измельчают в планетарных шаровых мельницах АГО-2 и РМ-100 в процессе длительного (12-48 часов) механохимической активации. Процесс диспергирования происходит в атмосфере аргона при ускорении 400 м/с<sup>2</sup> с использованием алундовых шаров диаметром 5 мм. Соотношение массы шаров и массы порошков составляет 100:1. Этот процесс сопровождается необратимым изменением химического состава, физических и технологических свойств активированных и коксованных углей. В результате повышается относительное содержание углерода, снижается содержание кислорода, повышаются такие физические свойства, как удельная теплота сгорания, твёрдость, плотность, электропроводность. На выходе размеры частиц порошка достигают 10-70 нм. В ходе данного исследования было обнаружено, что в условиях механохимической активации наноразмерных порошков угля может образовываться метастабильная структура наноматериала.

#### Способ диспергирования угля в термовакуумной сушильной установке

Методика диспергирования природного бурого угля заключается в том, что во время сушки бурого угля в указанной установке из него удаляется влага под действием центробеж-

ной силы во время контакта частичек бурого угля со стенкой нагревательного элемента спиралевидного типа. Во время такого контакта частичка угля получает мощный приток тепловой энергии при пониженном давлении, в результате чего в месте соприкосновения происходит паровой взрыв, приводящий к уменьшению размеров исходного материала. Диспергирование частиц идет также за счёт их трения о стенки нагревательного элемента и соударения друг с другом. Параметры процесса: температура нагревательного элемента – 250 °С, размер исходного материала угля – 6 мкм, влажность – 40 %. После обработки угля его влажность составляет 0,8 %, а минимальный размер частиц – 40 нм.

Большое значение имеет возможность получения на базе природного угля сорбентов и углеродных наноматериалов (саж), состоящих из «луковичных» (глобулярных) и «нитевидных» (трубчатых) структур углерода, потребность в которых все более возрастает, что связано с использованием их в области материаловедения для разработок новых материалов и технологий, а также в связи с проблемой охраны окружающей среды.