**Изучение закономерностей синтеза металлоксидных катализаторов роста углеродных нанотрубок с использованием метода полимеризованных комплексных предшественников**

***Полякова О.Ю., Прудченко А.П., Савоськин М.В., Протасевич Ю.С.***

*Младший научный сотрудник*

*ГБУ «Институт физико – органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко», Донецк, Россия*

*E-mail: oksi-polyakova@mail.ru*

Открытие Iijima в 1991 году углеродных нанотрубок (УНТ) привело к исследованию закономерностей процессов получения углеродных наноматериалов (УНМ) с заданными свойствами [1]. CVD – метод синтеза УНТ широко используется в промышленности благодаря: простоте и гибкости технологии; дешевизне прекурсора углерода; высокому выходу ОУНТ до 95%; возможности роста УНТ на поверхностях различной формы и размеров; низкое энергопотребление. Факторами, влияющими на синтез УНТ методом CVD, являются: природа газа-прекурсора углерода, геометрия реакционной камеры, скорость потока газа, природа катализатора, время реакции, температура и давление в реакционной камере и т. д., но определяющими являются природа прекурсора углерода, катализатора и носителя катализатора [2].

Разработана, адаптирована и отработана эффективная методика получения металлоксидных катализаторов (МОК) роста УНТ, которая предполагает стадию предорганизации системы с формированием 3d – матрицы предкатализатора в твердом виде, определяющей морфологию, пористость и дисперсность катализатора. В основе методики лежит метод полимеризованных комплексных предшественников (ПКП), являющийся, по сути, разновидностью хелатного метода золь – гель технологии. Суть данного метода заключается в использовании способности катионов металлов 3d – группы (Fe, Co, Ni) образовывать с углеводами (моно –, ди – и полисахаридами), спиртами и т.д. комплексы состава Ме(NO3)хL, где L – органический лиганд. Метод ПКП отличается тем, что к раствору нитрата кальция помимо расчетного количества нитратов железа и кобальта, растворенных в минимальном количестве дистиллированной воды дополнительно вводится углевод при молярном соотношении углевод : Ме от 5:1 до 10:1.

CCVD – синтез углеродных наноматериалов с использование различных металлоксидных катализаторов проводился на установке для химического осаждения углерода из газовой фазы по описанной ранее методике [3]. На основании сравнительного анализа эффективности действия металлоксидных катализаторов роста углеродных нанотрубок в CCVD процессе установлено, что производительность процесса зависит от метода нанесения катализатора на носитель и существенно повышается в ряду: К-ИМ (импрегнация) < К-ЗГ (золь-гель) < К–ПКП (полимеризованных комплексных предшественников), что подтверждается данными просвечивающей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии.

По данным ПЭМ и РФА применение метода полимеризованных комплексных предшественников в темплатном синтезе МОК позволяет получать высокоэффективные и селективные катализаторы роста многостенных УНТ, использование которых в CVD – процессе приводит к образованию однородных по структуре массивов многостенных углеродных нанотрубок.

**Литература**

1. Елисеев, А.А. Функциональные материалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин // М.: Физматлит, 2010. – 456 С.

2. Гончарук, В.В. Катализ. Механизмы гомогенного и гетерогенного катализа, кластерные подходы/ В.В. Гончарук [и др] // Киев: Наукова Думка, 2002. – 541 С.

3. Прудченко, А.П. Закономерности процесса темплатного синтеза пористых углеродных материалов методом CVD / А.П. Прудченко [и др] // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. 2018. – №5(11). – С. 299–303.