

УДК 621.762.002.3

В.Л.Карпенко (5 курс, каф. ТМЭТ), Л.А.Филатов, асс.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ СИНТЕЗА НАНОТРУБОК

В последнее время для промышленности все больший интерес представляют наноструктурированные материалы, в том числе углеродные нанотрубки (УНТ). Благодаря комплексу уникальных физических и химических свойств УНТ находят себе широкие возможности для применения. Прежде всего, интересно их использование для создания композиционных материалов, аккумуляторов хранения H_2 и других веществ. В микроэлектронике рассматривается возможность создания газовых датчиков и холодных катодов на их основе, в микромеханике – элементов микроэлектромеханических устройств.

Достаточно простым и воспроизводимым методом синтеза УНТ является CVD-метод. Для синтеза УНТ проводится каталитическое разложение углеводородов на поверхности подложек. Для реализации этой технологии необходимо создание наноразмерных частиц катализатора, которые наносятся на подложку-основу (обычно на керамический порошок или кремниевую пластину). Морфология катализатора определяет морфологию выращиваемых УНТ и выход процесса. При получении порошкообразных УНТ возникает необходимость удаления материала основы и неиспользованного катализатора.

В данной работе рассмотрен способ синтеза катализатора и нанотрубок, получаемых в одном реакторе. Это позволяет обойтись без использования подложки. В ходе данной работы был разработан и изготовлен реактор, в котором одновременно можно было получать нанопорошок железа и проводить на его основе синтез углеродных нанотрубок. В качестве катализатора было выбрано железо, получаемое карбонильным методом. Этот метод хорошо изучен и может позволить получать нанопорошки с необходимыми свойствами и морфологией. В верхней части сконструированного реактора синтезировались частицы железа либо за счет пиролиза пентакарбонила железа $Fe(CO)_5$ (температура 170-250 °С), либо за счет его разложения в искровом разряде (напряжение разряда 5-7 кВ, частота 1 кГц). В качестве газа носителя использовался гелий. Зародышеобразование и рост УНТ осуществлялся во второй части реактора, расположенной вниз по потоку. Источником углерода служил угарный газ (СО), который подавался в нижнюю реакционную зону реактора. Температура процесса 500-600°С.

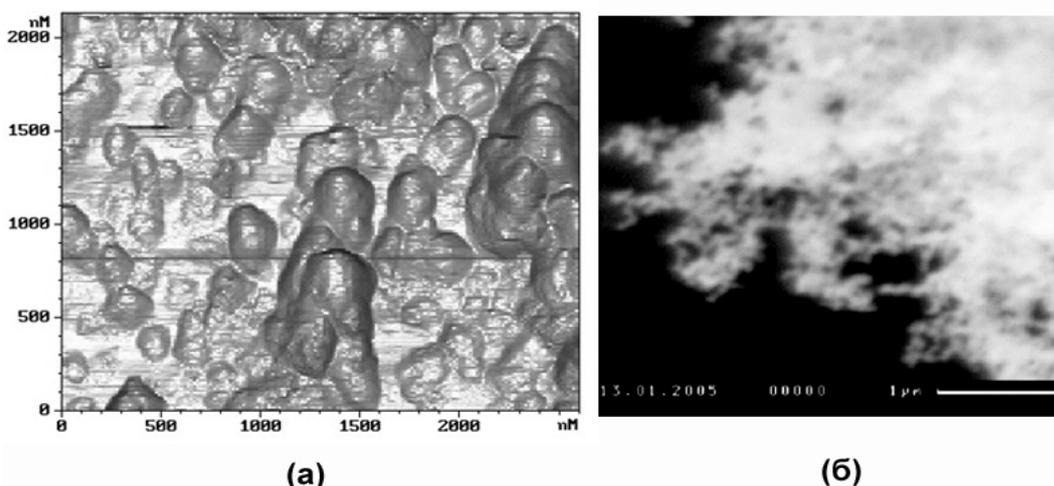


Рис. 1. Пример морфологии: а – нанопорошка железа (атомно-силовая микроскопия), б – углеродных нанотрубок (электронная растровая микроскопия)

Полученный нанопорошок железа исследовали посредством атомно-силовой микроскопии. Пример морфологии нанопорошка, нанесенного на тестовую подложку приведен на рис. 1. Полученные нанотрубки были проанализированы с помощью электронной растровой микроскопии (рис. 2).

Данная работа подтвердила возможность получения порошкообразных углеродных нанотрубок при совместном синтезе катализатора и УНТ в одном реакторе. Предложенный вариант CVD-метода позволяет в широких пределах варьировать морфологию металла – катализатора путем изменения технологических параметров процесса. Это может позволить разработать высокопроизводительный и экономичный способ синтеза углеродных нанотрубок с заданной геометрией.