

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ И СОЛЬВОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДАМИ

Егорова М.Н., Смагулова С.А.

Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия

Углеродные точки (УТ) – новый класс углеродных наноматериалов, которые благодаря своим уникальным свойствам, таким как яркая и настраиваемая фотолюминесценция, низкая цитотоксичность, высокая растворимость в воде и хорошая фотостабильность, вызвали в последние годы интенсивный интерес ученых всего мира. Углеродные точки представляют собой нульмерные квазисферические наночастицы с размерами менее 10 нм, состоящие из углеродного ядра и кислород- и азотсодержащих групп на его поверхности, таких как, карбоксильные, гидроксильные, амидные и карбонильные [1, 2]. Уникальные свойства и малый размер углеродных точек, способствуют их широкому применению в областях оптоэлектроники, катализа, биомедицины и др.

В данной работе были проведены гидротермальный и сольвотермальный синтезы углеродных точек из таких углеродных прекурсоров как глюкоза, сажа березовой коры, соки ягод, произрастающих в Якутии, лимонная кислота и п-фенилендиамин. Гидротермальный синтез проводился в воде, в то время как для сольвотермального синтеза использовались формамид, диметилформамид и толуол. Углеродные точки были легированы атомами азота, бора и фосфора, источниками которых выступали водный раствор аммиака, мочевины, борная кислота и ортофосфорная кислота. Синтез проводился в политетрафторэтиленовом автоклаве при разных температурах (160°C-200°C) и времени (10 мин-18,5 ч).

Были подобраны оптимальные технологические режимы гидротермального и сольвотермального синтезов. Установлено, что углеродные точки, синтезированные гидротермальным методом, люминесцируют в сине-зеленой области спектра (440-565 нм), синтезированные сольвотермальным – в желто-красной области спектра (565-625 нм). Методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии показано, что средние размеры, синтезированных УТ составляют ~10-25 нм. Установлено, что УТ имеют на поверхности карбоксильные, карбонильные, гидроксильные, эфирные группы, а также азот в пиррольном и пиридиновом виде. Обнаружено, что легирование атомами азота увеличивает квантовый выход (КВ) люминесценции до 26%, легирование атомами бора сдвигает спектр люминесценции УТ в красную область спектра, а при легировании атомами фосфора фотолюминесценция УТ становится не зависимой от изменения длины волны возбуждения и КВ увеличивается до 46%. Выявлено, что при лазерной модификации с поверхности УТ уходят кислородсодержащие группы, что приводит к снижению интенсивности люминесценции УТ. Показана перспективность применения УТ для создания конвертеров света, невидимых чернил, оптоэлектронных устройств, а также в области биомедицины.

Работа выполнена при поддержке проекта ФСРГ 2020-2017 Государственного задания Минобрнауки России на 2020-2022 годы.

Библиографические ссылки

1. Xiao L., Sun H. / Nanoscale Horizons. 2018. Vol. 3. №. 6. P. 565-597.
2. Xiong Y. et al. / Nanoscale. 2017. Vol. 9. №. 32. P. 11730-11738.