

УДК 535.37

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ ФЕНИЛЕНДИАМИНОВ С ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЕЙ В ДЛИННОВОЛНОВОЙ ОБЛАСТИ ВИДИМОГО СПЕКТРА

Ефимова А. А. (Университет ИТМО), Захаров В. В. (Университет ИТМО), Орлова А. А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Захаров В. В. (Университет ИТМО)

Введение. Развитие нанотехнологий способно помочь человечеству решать множество задач, от эволюции техники и энергетики до лечения различных заболеваний. Так, искусственно создаваемые нанокompозитные вещества находят свое применение во многих областях, в том числе в наномедицине. Особая роль среди различных групп наноматериалов принадлежит углеродным многоатомным кластерным образованиям. Многообещающими являются углеродные точки (УТ) – наноразмерные нульмерные фотолюминесцентные (ФЛ) углеродные наноматериалы с характерным размером менее 20 нм и квазисферической морфологией. Углеродные точки имеют такие преимущества перед классическими полупроводниковыми нанокристаллами, как относительно доступный синтез, низкая токсичность, хорошая биосовместимость, и возможность функционализации поверхности [1]. Благодаря этим свойствам УТ могут стать перспективной заменой существующим материалам, используемым в биомедицинских областях, таких как визуализация опухолевых тканей, адресная доставка лекарств, направленная гипертермия, генерация синглетного кислорода и многое другое [1].

В то же время существует проблема визуализации люминесценции в тканях живых организмов, так как окно оптической прозрачности биологических тканей находится в диапазоне 600–1000 нм. Поэтому для целей глубокого оптического зондирования необходимо выбирать биомаркеры с сильной линией люминесценции в ближнем инфракрасном диапазоне. Анализ литературы показал, что синтез таких УТ имеет много подходов на основе различных прекурсоров и растворителей. Однако, была замечена возможность получения более длинноволновой люминесценции на основе прекурсоров группы фенилендиаминов. Так УТ, синтезированные на основе пара-фенилендиамина, достаточно часто имеют максимум длины волны люминесценции в области 600–650 нм [2].

Основная часть. В данной работе были отработаны протоколы сольвотермальных и гидротермальных синтезов УТ на основе п- и о-фенилендиамина. В результате сольвотермального синтеза получены УТ на основе п-фенилендиамина, обладающие независимой люминесценцией в длинноволновой области видимого спектра с наиболее интенсивным максимумом ФЛ на длине волны 615 нм. Времена жизни люминесценции оказались в пределах 2 нс, а квантовый выход составил около 1%. Также данные углеродные точки были успешно стабилизированы глутатионом. В гидротермальных синтезах использовались различные прекурсоры и водные растворы серной или азотной кислот. Так, в результате гидротермального синтеза на основе п-фенилендиамина и раствора азотной кислоты были получены углеродные точки, люминесцирующие независимо от возбуждения с наибольшей интенсивностью ФЛ на длине волны 600 нм при возбуждении на 560 нм. Гидротермальный синтез на основе L-глутаминовой кислоты, о-фенилендиамина и раствора серной кислоты показал наличие выраженных полос поглощения на 410, 480, 560, 610 нм и независимую люминесценцию на 625 нм с самым оптимальным возбуждением на 560 нм. Морфологические свойства полученных УТ были исследованы посредством динамического рассеяния света (ДРС).

Выводы. В ходе работ была проведена спектральная характеристика полученных УТ, измерены их квантовый выход и времена жизни люминесценции, а также проведена оценка

гидродинамических размеров. С учетом предыдущих наработок [3] был выбран оптимальный синтез для получения магнитно-люминесцирующих нанокompозитов (МЛНК), содержащих суперпарамагнитные частицы железа для возможности применения МЛНК для гипертермии опухолевых образований.

Исследование было выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Государственное Задание No. 2019-1080.

Список использованных источников:

1. Đorđević L. et al. A multifunctional chemical toolbox to engineer carbon dots for biomedical and energy applications //Nature Nanotechnology. – 2022. – Т. 17. – №. 2. – С. 112-130.
2. Shi X. et al. Far-red to near-infrared carbon dots: preparation and applications in biotechnology //Small. – 2019. – Т. 15. – №. 48. – С. 1901507.
3. Ефимова А.А., Степанова М.С., Орлова А.О., Захаров В.В. Создание магнито-люминесцирующих нанокompозитов на основе углеродных точек с излучением в длинноволновой области видимого спектра// Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых - 2022.