

Настройка люминесцентных свойств углеродных точек с помощью лазерной обработки для их применения в фотовольтаике

Смагулова С.А.¹, Егорова М.Н.¹, Платонов Б.Р.¹, Винокуров П.В.¹

smagulova@mail.ru

¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

Углеродные точки (УТ) обладают уникальными оптическими свойствами, благодаря которым они имеют перспективы применения в оптоэлектронике и фотовольтаике [1]. Модификация структуры УТ и их эмиссионных характеристик под действием внешних факторов, в частности лазерного излучения, представляет значительный интерес, как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения.

В данной работе исследовано влияние лазерной обработки на люминесцентные свойства углеродных точек. Углеродные точки были синтезированы сольвотермальным методом из лимонной кислоты и мочевины в формамиде. Для модификации структуры УТ был применен лазер с длиной волны $\lambda=420$ нм и с мощностью 2,5 Вт. Обработка лазером проводилась в интервале времени от 0,5 до 3,5 мин.

Исследование спектра поглощения показало, что УТ обладают интенсивным поглощением в УФ области. В спектре наблюдается два пика поглощения при 200 – 210 нм и при 220 – 270 нм, которые обусловлены электронными переходами $\pi\text{-}\pi^*$ sp^2 (C=C). Исследование спектров люминесценции УТ до лазерной обработки показало наличие трех пиков: при 440 нм, 475 нм, 510 нм. После лазерной обработки углеродных точек интенсивности пиков люминесценции при 440 нм остались постоянными. Этот пик связан с азотсодержащими функциональными группами, которые не удаляются при лазерной обработке. Интенсивности пиков люминесценции УТ при 475 нм и 510 нм после лазерной обработки уменьшились. Для пика при 475 нм уменьшение интенсивности люминесценции составило 14%, а для пика при 510 нм – 33%. Уменьшение интенсивности пиков люминесценции связано с удалением кислородсодержащих групп (–ОН, С=О и С–О–С). Были сняты ИК-спектры УТ до и после лазерной обработки. Показано, что после лазерной обработки произошло удаление большинства функциональных групп, прикрепленных к поверхности УТ. В спектрах ИК поглощения остались лишь пики, принадлежащие связям С=C, С–N=, С–О–С.

Таким образом, в работе показано, что обработка УТ лазерным излучением позволяет управлять интенсивностью люминесценции УТ. Углеродные точки имеют перспективу применения в солнечных элементах для увеличения их производительности. Они могут дать вклад в создании дополнительных фотоносителей благодаря способности углеродных точек к сильному поглощению в УФ области и наличию люминесценции.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ №26-22-20047.

Ссылки

1. Wang B., Wang J., Lu S., Aggregate (2025), **Т. 6**, №. 12. С. e70212.