

Многофункциональные алмазные наночастицы архитектуры ядро/оболочка для локальной флуоресцентной визуализации, фототермической терапии и термометрии

Богданов К.В.¹, Грудинкин С.А.², Каля И.Е.¹, Баранов М.А.¹, Голубев В.Г.², Баранов А.В.¹

kirw.bog@gmail.com

¹ Университет ИТМО

² ФТИ им. А.Ф. Иоффе

В настоящее время локальная фототермическая терапия рассматривается в качестве перспективного способа лечения злокачественных новообразований, который заключается в селективном разрушении опухолевых клеток за счёт их нагревания. Для нагрева в заданную область биологических тканей вводятся наночастицы с высоким коэффициентом поглощения света, которые под воздействием, например, лазерного излучения нагреваются до необходимых температур (40-45°C). Благодаря высокому коэффициенту поглощения в ближней инфракрасной области спектра сильнолегированные бором наноалмазные частицы перспективны для фототермической терапии [1]. Преимущество наноалмазных частиц обусловлены их биосовместимостью и возможностью функционализации поверхности. Для локального дистанционного контроля температуры биологических тканей в процессе нагрева эффективен метод оптической термометрии, который может быть реализован посредством измерения и мультипараметрического анализа температурной зависимости спектральных характеристик фотолюминесценции оптически активных центров окраски, внедрённых в наноалмазные частицы [2].

Методом химического газофазного осаждения с горячей нитью синтезированы наноалмазные частицы с структурой сильнолегированное бором поглощающее алмазное ядро, покрытое прозрачной алмазной оболочкой с введёнными центрами окраски кремний-вакансия (SiV) и германий вакансия (GeV), характеризующимися интенсивной узкополосной фотолюминесценцией [3]. Легированное ядро обеспечивает эффективное поглощение лазерного излучения и нагрев наночастицы, а центры окраски в прозрачной люминесцентной оболочке выполняют роль чувствительных сенсоров температуры. Преимущество центра окраски SiV обусловлено тем, что максимум его бесфонной линии фотолюминесценции (738 нм) находится в окне прозрачности биологических тканей. С помощью анализа температурной зависимости спектральных характеристик спектров фотолюминесценции центров окраски исследовано изменение температуры синтезированных функциональных наноалмазных частиц в зависимости от длины волны и интенсивности лазерного облучения. Проведённые исследования позволили оптимизировать структурные и люминесцентные свойства наноалмазных частиц с целью достижения максимального поглощения и увеличения температурной чувствительности люминесцентного отклика центров окраски. [4] Синтезированные люминесцентные наноалмазные частицы являются перспективным функциональным материалом для биоимиджинга и нанотераностики.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда грант № 21-12-00264.

Ссылки

- [1] A.M. Vervald, S.A. Burikov, A.M. Scherbakov, O.S. Kudryavtsev, N.A. Kalyagina, I.I. Vlasov, E.A. Ekimov, T.A. Dolenko. *ACS Biomater. Sci. Eng.* 2020. 6 [8]. 4446-4453.
[2] L. Golubewa, (et.al). *Adv. Optical Mater.* 2022. 10. 2200631.
[3] С.А. Грудинкин, Н.А. Феоктистов, К.В. Богданов, А.В. Баранов, В.Г. Голубев. *ФТТ.* 2022. 64 [10]. 1525-1530.
[4] Grudinkin, S. A., (et al.). *Nanomaterials.* 2023, 13(24), 3124.