

Гибридные HPNT/CVD алмазные микрочастицы для фототермальной терапии

Грудинкин С.А.^{1,2}, Богданов К.В.², Ткач А.П.², Баранов М.А.², Филоненко В.П.³, Баранов А.В.²

grudink.gvg@mail.ioffe.ru

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

² Международный научно-образовательный центр физики наноструктур, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

³ Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН, Москва, Троицк, Россия

Локальная фототермальная терапия (ФТТ) является перспективным неинвазивным методом лечения злокачественных раковых опухолей и основывается на избирательном уничтожении злокачественных новообразований путем их нагрева за счет введения в анатомически неограниченную область тканей поглощающих свет ФТТ агентов. В качестве многофункционального терапевтического агента для локальной ФТТ мы предлагаем гибридные алмазные микрочастицы со структурой типа «ядро/оболочка» с разной функциональностью структурных элементов. Внутренняя область («ядро») таких частиц, представляющая сильно легированный бором HPNT алмаз [1], эффективно нагревается поглощенным лазерным излучением и нагревает внешний CVD алмазный слой («оболочка») [2] с введенными центрами окраски SiV, излучающими в области прозрачности биологических тканей интенсивную узкую полосу с зависящей от температуры длиной волны с максимумом на ~ 738 нм. Такие структуры позволяют параллельно проводить: нагрев пораженных тканей, локальную люминесцентную термометрию, фотолюминесцентное маркирование и оконтуривание зоны терапевтического воздействия. Преимущество микроалмазных частиц является их биосовместимость и возможностью модификации поверхности.

В работе гибридные HPNT/CVD алмазные микрочастицы получены на подложке из плавленого кварца путём наращивания методом MPWCVD (микроволнового плазменного химического газофазного осаждения) на легированных атомами бора HPNT частицах люминесцентной оболочки, в которой формировались центры окраски SiV. Морфология полученных гибридных частиц исследовалась методом растровой зондовой микроскопии.

Анализ спектральных характеристик контура люминесценции центра SiV в зависимости от мощности возбуждающего лазерного излучения позволил определить происходящие изменения температуры гибридных HPNT/CVD алмазных микрочастиц под его воздействием. Установлены закономерности зависимости оптического и термического отклика гибридных алмазных микрочастиц от их структурных параметров.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 25-15-00068.

Ссылки

1. З.Н. Волкова, В.П. Филоненко, Р.Х. Баграмов, И.П. Зибров, Н.М. Щелкачёв, Г.Д. Рыбалов, В.В. Бражкин, Письма в ЖЭТФ (2025) **121**, 611.
2. S.A. Grudinkin, K.V. Bogdanov, M.A. Baranov, A.P. Tkach, K.I. Annas, V.G. Golubev, and A.V. Baranov, DRM (2026) **163**, 113347.