

Рис. 1. Результат колориметрических иммуноанализов с применением детектирующих реагентов на основе нанозимов берлинской лазури

гностических реагентов не изменяют своего размера при хранении в течение 7 месяцев в H_2O , при $+4^\circ\text{C}$. При оценке функциональной активности полученных конъюгатов в колориметрических иммуноанализах для определения простатспецифического антигена (ПСА) и антител против столбнячного анатоксина (СА) были получены калибровочные кривые, представленные на рисунке 1. Контрольный диагностический реагент на основе наночастиц берлинской лазури, модифицированных молекулами БСА, функцио-

нальную активность в проводимых анализах не проявлял.

Таким образом, диагностические реагенты на основе наночастиц берлинской лазури, полученных методом восстановления, позволяют успешно детектировать модельные биомаркеры в колориметрических иммуноанализах, что демонстрирует их пригодность для реальных практических задач.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 20-75-00029).

Список литературы

1. Komkova M. A., Karyakina E. E., Karyakin A. A. // *Journal of the American Chemical Society*, 2018. – V. 140. – № 36. – P. 11302–11307.
2. Jiang B et al. // *Standardized assays for determining the catalytic activity and kinetics of peroxidase-like nanozymes. Nature protocol*, 2018. – V. 13. – P. 1506–1520.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НЕИВАЗИВНЫМ МЕТОДОМ ТГЦ-СПЕКТРОСКОПИИ

Б. С. Кудряшов^{1,2}, А. Н. Пономарев², А. Е. Резванова², М. С. Барабашко³
Научный руководитель – к.ф.-м.н., с.н.с. А. Н. Пономарёв²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, bsk3@tpu.ru

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
634055, Россия, Томск, Академический пр., 2/4, alex@ispms.ru, ranast@ispms.ru

³Физико-технический институт низких температур им. Веркина НАН Украины
61103, Украина, Харьков, пр. Науки, 47, msbarabashko@gmail.com

При создании композитов медико-биологического назначения используются многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) в качестве упрочняющих добавок [1]. Биокерамика на основе гидроксиапатита (ГАП) [2] с добавками МУНТ может использоваться в медицине для покрытия металлических имплантатов, а также

заполнения дефектов костей и пустот, при реконструкции костной ткани. Такая керамика на основе ГАП обладает превосходной биосовместимостью, биологической активностью, остеокондуктивностью и более длительным временем разрушения по сравнению с другими материалами для имплантатов в ортопедической и сто-

матологической медицине [3]. Однако создание такой керамики зависит от множества факторов, которые влияют на их физические и механические свойства, такие как: твёрдость, прочность, плотность, пористость, спекаемость.

Проводились исследования керамических таблеток с матрицей ГАП и добавками МУНТ в трех наборах образцов с концентрациями МУНТ 0, 0,1, 0,5 масс. %, соответственно. Пористость образцов варьировалась от 8 до 27,5 % [4].

Метод ТГц спектроскопии во временной области использовался для изучения пористой структуры керамических таблеток [5]. Данный метод основан на анализе прохождения терагерцового импульса сквозь матрицу материала.

Целью исследований в настоящей работе являлось изучение методом ТГц-спектроскопии взаимосвязи между временем задержки прохождения ТГц-сигнала и пористостью керамических композиционных материалов на основе ГАП с добавками МУНТ. Выполнен анализ полученных зависимостей амплитуды ТГц-сигнала от времени прохождения для эталона и образца, рисунок 1.

Определено время задержки прохождения импульса через образец по сравнению с эталоном. Установлена корреляция между временной задержкой ТГц-импульса и пористостью, а так-

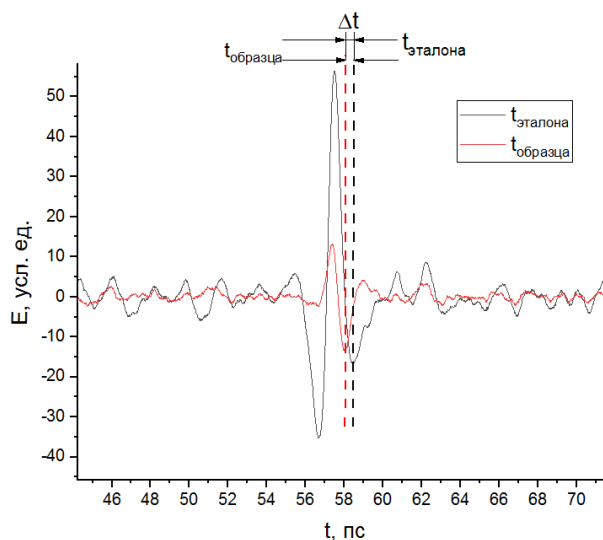


Рис. 1. Зависимость амплитуды ТГц-сигнала от времени прохождения для эталона и образца

же содержанием МУНТ в керамических композиционных материалах на основе ГАП.

На основе полученных результатов построена зависимость между временной задержкой ТГц-импульса, а также пористостью и содержанием МУНТ в матрице керамического биокompозита. С увеличением концентрации МУНТ наблюдалось увеличение временной задержки импульса.

Список литературы

1. White A. A. // *Hydroxyapatite-carbon nanotube composites for biomedical applications: a review / International Journal of Applied Ceramic Technology*, 2007. – V. 4. – № 1. – P. 1–13.
2. Padovani G. C. // *Advances in dental materials through nanotechnology: facts, perspectives and toxicological aspects / Trends in biotechnology*, 2015. – V. 33. – № 11. – P. 621–636.
3. Barabashko M. S. // *Variation of Vickers microhardness and compression strength of the bioceramics based on hydroxyapatite by adding the multi-walled carbon nanotubes // Applied Nanoscience*, 2020. – V. 10. – № 8. – P. 2601–2608.
4. Ponomarev A. N. // *Influence of Porosity on Fracture Toughness of Hydroxyapatite/Multi-Walled Carbon Nanotubes Biocomposite Materials / Russian Physics Journal*, 2021. – V. 63. – № 11. – P. 1885–1890.
5. Nikoghosyan A. S. // *Optical properties of human jawbone and human bone substitute Cerabone® in the terahertz range / Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences)*, 2016. – V. 51. – № 3. – P. 256–264.