

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННОЙ РЕШЕТКИ БРЭГГА

Коробкова У.Р.¹, Варжель С.В.¹, Дмитриев А.А.¹, Мамулевич Н.В.¹
Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Куликов А.В.¹

¹Университет ИТМО
urkorobkova@itmo.ru

Введение

Малоинвазивные хирургические вмешательства, в частности контактная лазерная литотрипсия, являются широко распространенным методом лечения мочекаменной болезни. Несмотря на высокую эффективность и безопасность метода, основной проблемой остается отсутствие надежного и точного мониторинга температуры в операционной зоне в режиме реального времени [1-3]. На данный момент в открытых литературных источниках измерение температуры при лазерной литотрипсии в режиме реального времени осуществляется с помощью термосенсорной иглы, размеры диаметра которой достигают 1,5 мм [4].

В данной работе разрабатывается биосовместимый датчик температуры на основе волоконной брэгговской решетки, который имеет маленькие размеры и позволяет отслеживать изменение температуры в процессе операции в режиме реального времени.

Основная часть

Был разработан и изготовлен опытный образец биосовместимого датчика температуры. Основой для его создания послужило оптическое волокно, в котором чувствительным элементом является волоконная брэгговская решетка. Формирование дифракционной структуры в сердцевине волокна осуществлялось интерферометрическим методом записи с помощью интерферометра Тальбота. Волокно с записанной на конце брэгговской решеткой помещалось в медицинский катетер и фиксировалось внутри него с помощью силикона.

Проведен эксперимент по нагреву разработанного датчика. В результате проведенного эксперимента была получена зависимость длины волны брэгговского резонанса от температуры воды в диапазоне от 20 до 60°C. Обработка полученных данных показала линейный сдвиг пика отражения решетки Брэгга в сторону длинных волн с ростом температуры.

Выводы

Полученные результаты эксперимента по нагреву чувствительного элемента разработанного датчика наглядно показывают техническую осуществимость создания биосовместимого волоконно-оптического сенсора для операционного мониторинга в режиме реального времени.

Литература

1. Pauchard F, Corrales M, Perri D, Robesti D, Tsaturyan A, Somani BK, Kartalas Goumas I, Traxer O, Ventimiglia E. Intrarenal Fluid Temperature During Laser Lithotripsy: A Mini Review by the European Association of Urology Endourology Section. Eur Urol Focus. 2025 Sep;11(5):721-724. doi: 10.1016/j.euf.2025.05.009. Epub 2025 Jun 4. PMID: 40473536.
2. Urrea F, Villena JM, Larrañaga M, Salvadó JA. Renal and ureteral temperatures changes during ureteroscopic pulsed thulium: YAG laser lithotripsy: an in vitro Cent European J Urol. 2025;78(1):70-76. doi: 10.5173/cej.2024.0177. Epub 2025 Feb 28. PMID: 40371424; PMCID: PMC12073521

3. Multescu R, Geavlete P, Georgescu D, Surcel C, Bulai C, Mares C, Maxim L, Geavlete B. Temperature Increase During Flexible Ureteroscopic Approach with Holmium Laser Lithotripsy: How Much Should We Be Concerned? *Medicina (Kaunas)*. 2025 Jul 24;61(8):1335. doi: 10.3390/medicina61081335. PMID: 40870380; PMCID: PMC12387338.

4. Gupta K, Connors C, Savin Z, Lundon D, Khargi R, Durbhakula V, Gupta K, Gallante B, Atallah WM, Gupta M. Laser Lithotripsy Induces Dose-Dependent Temperature Elevation During Retrograde Intrarenal Surgery. *J Endourol*. 2025 Oct 29. doi: 10.1177/08927790251392232. Epub ahead of print. PMID: 41169125.