

# Пространственное уплотнение волоконно-оптических акустических датчиков

**А.А. Вольф**<sup>1,2,\*</sup>, **В.А. Симонов**<sup>2</sup>, **А.В. Достовалов**<sup>1,2</sup>, **В.С. Терентьев**<sup>2</sup>,  
**О.Н. Егорова**<sup>3</sup>, **С.Г. Журавлёв**<sup>4</sup>, **С.Л. Семёнов**<sup>4</sup>, **С.А. Бабин**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет

<sup>2</sup>Институт автоматики и электрометрии СО РАН

<sup>3</sup>Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

<sup>4</sup>Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Научный центр волоконной оптики  
им. Е.М. Дианова

\*E-mail: [alexey.a.wolf@gmail.com](mailto:alexey.a.wolf@gmail.com)

DOI: 10.31868/RFL2020.141-142

Многосердцевинные волоконные световоды (МВС) содержащие волоконные брэгговские решетки (ВБР) являются привлекательной платформой для создания различных типов датчиков. В дополнение к стандартным сенсорным решениям на основе односердцевинных световодов, МВС без перекрестного связи между сердцевинами позволяют увеличить количество датчиков в сенсорной линии за счет пространственного уплотнения каналов, опрашивать различные типы датчиков содержащиеся в разных сердцевинах [1], а также производить трехмерную реконструкцию формы волокна [2].

Одним из актуальных направлений в области волоконно-оптических датчиков являются детектирование акустических возмущений в конструкциях, в частности, при диагностике композитных материалов [3]. В таких измерительных системах в качестве чувствительного элемента может выступать однородная ВБР, ВБР с фазовым сдвигом в структуре, а также интерферометр Фабри-Перо на основе ВБР. Акустическая волна, проходящая через оптическое волокно, возмущает структуру ВБР и, соответственно, её спектр отражения. При этом отраженный от ВБР сигнал от узкополосного лазерного источника будет модулироваться по интенсивности, что может быть зарегистрировано с помощью фотодиода и АЦП.

В данной работе для одновременного опроса нескольких акустических датчиков применяется техника пространственного уплотнения каналов с помощью 7-сердцевинного волоконного световода с полиимидным защитным покрытием (НЦВО РАН, г. Москва). В качестве чувствительного элемента используются интерферометры Фабри-Перо на основе ВБР с резонансными длинами волн ~1550 нм, которые были записаны в три разных сердцевин на разных участках вдоль МВС (Рис. 1). Для записи интерферометров использовался метод фемтосекундной поточечной записи [4]. Данный метод обеспечивает высокую степень гибкости при работе с МВС, поскольку в процессе записи можно сделать возможным не только выбрать сердцевину в поперечном сечении, но и изготовить неоднородную ВБР [5].

Экспериментальная схема регистрации акустических возмущений использует один лазерный диод с длиной волны ~1550 нм (Рис. 2). Сначала оптический сигнал от лазерного диода разделяется на три независимых канала и попадает на входы волоконно-оптических циркуляторов. Затем с помощью специализированного устройства ввода-вывода он направляется в сердцевин МВС, содержащие интерферометры. Сигналы, отраженные от каждого из интерферометров, записываются с помощью 5-ГГц фотодиодов (Thorlabs DET08CFC) и 4-канального осциллографа (Rigol DS6104).

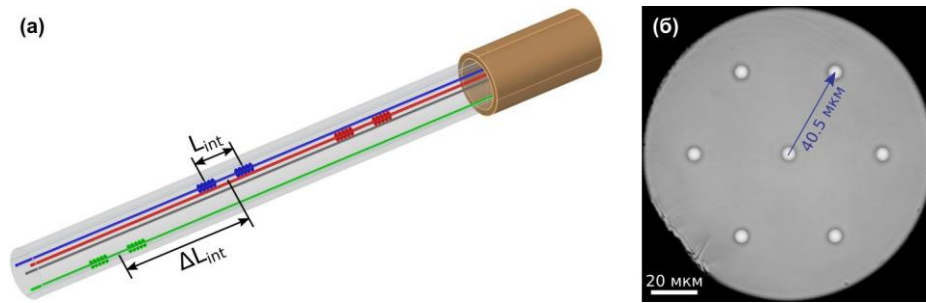


Рис. 1. (а) Расположение интерферометров Фабри-Перо в МВС. (б) Скол МВС.

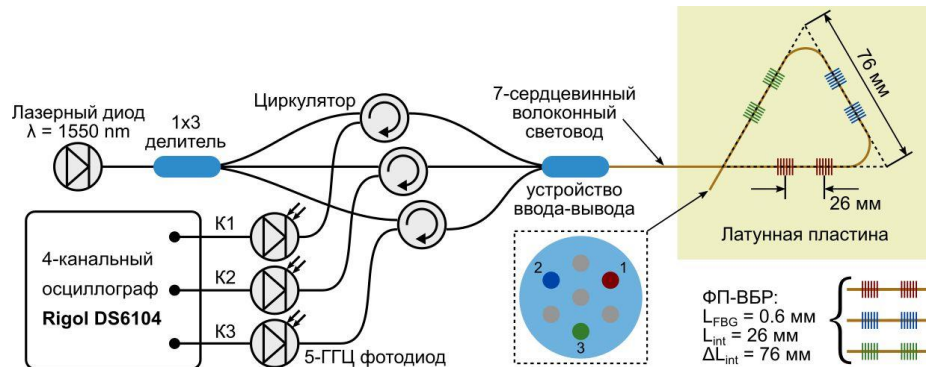


Рис. 2. Схема измерения акустических сигналов с помощью интерферометров Фабри-Перо на основе ВБР (ФП-ВБР) записанных в сердцевинах МВС.

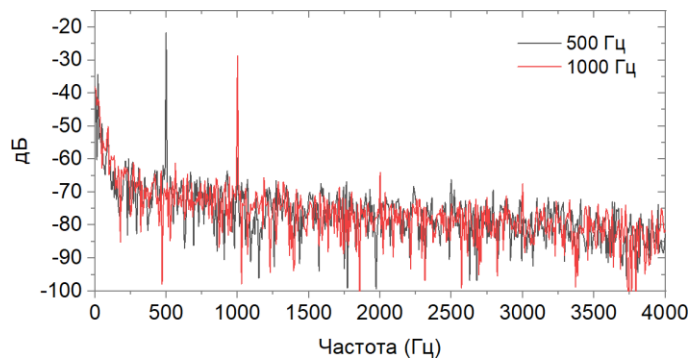


Рис. 3. Спектры Фурье для одного из акустических датчиков при звуковом воздействии на латунную пластину.

В докладе будут представлены результаты по регистрации акустических возмущений в алюминиевой и латунной пластинах с помощью предложенной схемы. В частности, будут приведены результаты измерения импульсных воздействий, а также периодических воздействий в частотном диапазоне  $\sim 1 \text{ кГц}$ , индуцированных с помощью тоногенератора (Рис. 3). Будет показано, что разнесенные в пространстве датчики могут быть использованы для определения направления источника акустических возмущений.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования (грант 14.Y26.31.0017).

## Литература

- [1] A. Wolf et al, *Proc. SPIE 11354, Optical Sensing and Detection VI*, 113540F (2020)
- [2] K. Bronnikov et al., *Opt. Express* **27**, 38421–38434 (2019)
- [3] Q. Wu, Y. Okabe, and F. Yu, *Sensors* **18**, 3395 (2018)
- [4] A. A. Wolf et al, *Quantum Electron.* **48**, 1128–1131 (2018)
- [5] А. А. Вольф и др., *Прикладная фотоника* **6**, 48–56 (2019).