

Фемтосекундная запись структур показателя преломления в многомодовых и многосердцевинных волоконных световодах

А.А. Вольф^{1,2,*}, А.В. Достовалов^{1,2}, С. Вабниц^{1,3}, С.А. Бабин^{1,2}

¹Новосибирский государственный университет, Новосибирск

²Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск

³Университет Брешии, Италия

*E-mail: alexey.a.wolf@gmail.com

DOI:10.31868/RFL2018.200-201

Применение многомодовых и многосердцевинных волоконных световодов являются темой бурных исследований в таких областях как оптические линии связи с высокой пропускной способностью, радиофотоника, нелинейное взаимодействие проходящего через световод лазерного излучения, новые схемы мощных волоконных лазеров, датчики физических величин с расширенными функциональными характеристиками. Путем модификации показателя преломления (ПП) внутри таких световодов, может быть создан ряд важных элементов волоконной оптики – волоконные брэгговские решетки (ВБР), волноводные ответвители, интерферометры. В настоящее время, для записи структур ПП широко применяется технология экспозиции фоточувствительной сердцевинки УФ лазерным излучением. При этом область модификации ПП строго ограничена областью фоточувствительного материала, а её локализация в объеме не может быть достигнута. Данное ограничение может быть преодолено за счет использования технологии модификации прозрачных материалов мощными (~0.1-1 мкДж) фемтосекундными лазерными импульсами видимой или ИК области [1]. Отличительная особенность технологии состоит в том, что поглощение фемтосекундных импульсов носит нелинейный характер и происходит при достижении определенной пороговой интенсивности пучка (~10 ТВт/см² для кварцевого стекла). Таким образом, при фокусировке фемтосекундного излучения в объемный материал, поглощение будет происходить исключительно вблизи фокальной области пучка, а локальность индуцированной модификации может достигать значений ~1 мкм³. Точное позиционирование модификации в продольном и поперечном сечении волокна позволяет создавать сложные структуры ПП в волоконных световодах со сложной геометрией. Данное преимущество может быть использовано для широкого круга задач: пространственной селекции поперечных мод [2], создания многопараметрических датчиков физических величин и устройств радиофотоники.

В докладе будут представлены результаты по фемтосекундной поточечной записи ВБР в многомодовых волокнах с градиентным профилем ПП и разным диаметром сердцевинки (62.5-100 мкм). Запись осуществляется методом протяжки волоконного световода через прозрачную феррулу [3]. В докладе будут обсуждаться пути оптимизации режимов записи ВБР для эффективной селекции фундаментальной моды LP₀₁, а также использование записанных решеток в ВКР-лазере с прямой диодной накачкой.

Для создания датчиков изгибных деформаций запись ВБР производилась в отдельных сердцевинах 7-сердцевинного оптического волокна Fibercore SM-7C1500(6.1/125), имеющего расстояние между сердцевинами 35 мкм. Принцип записи ВБР и фокусировки фемтосекундных лазерных импульсов представлен на Рис. 1а-б. Спектры отражения ВБР, записанных в разных сердцевинах одного

среза волокна, представлены на Рис. 1в. Важной особенностью метода записи является возможность выбора резонансной длины волны и геометрии ВБР для каждой отдельной сердцевинки волоконного световода.

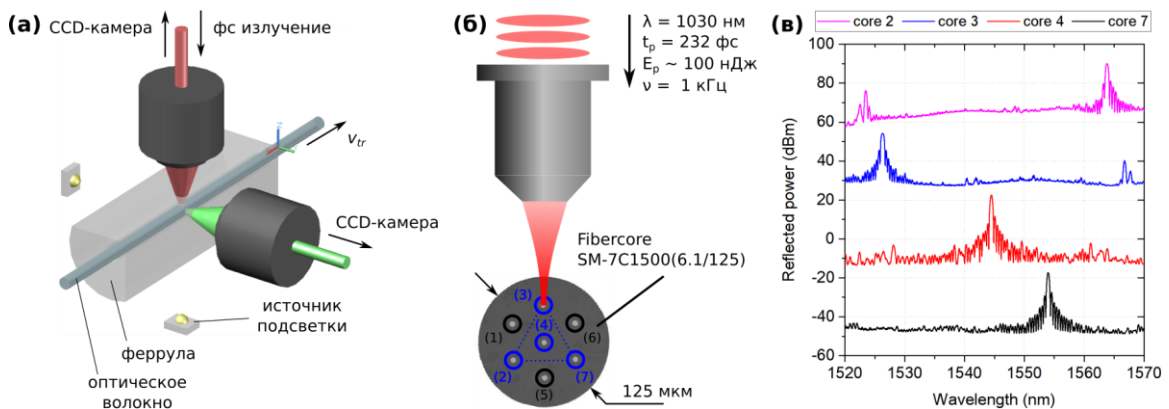


Рис.1. Запись ВБР методом протяжки волокна через прозрачную феррулу (а), фокусировка фемтосекундных лазерных импульсов в выбранную сердцевину 7-сердцевинного волоконного световода (б), спектры отражения ВБР измеренные для разных сердцевин 7-сердцевинного волоконного световода (в).

Таким образом, в работе демонстрируются возможности технологии фемтосекундной записи для создания ВБР в волоконных световодах со сложной геометрией, а также обсуждаются возможные практические применения созданных структур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, грант 14.Y26.31.0017 (в части разработки технологии записи ВБР) и грантом РНФ 14-22-00118 (в части исследования характеристик ВКР-лазера с прямой диодной накачкой).

Литература

- [1] R.R. Gattass and E. Mazur, *Nature Photonics* **2**, 219–225 (2008).
- [2] E.A. Zlobina et al, *Optics Letters* **42**, 9–12 (2017).
- [3] A.V. Dostovalov et al, *Optics Express* **24**, 16232–16237 (2016).