

УДК 681.7.068

Шилова Ирина Владимировна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность и производственный дизайн», Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», e-mail: irina.schilova@tut.by

Shilova Irina Vladimirovna – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor of Technosphere Safety and Manufacturing Design Department, Belarusian-Russian University, e-mail: irina.schilova@tut.by

Шульга Александр Васильевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Физика», Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», e-mail: ashulga@tut.by

Shulga Aleksandr Vasilevich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Associate Professor of Physics Department, Belarusian-Russian University, e-mail: ashulga@tut.by

МИКРОИЗГИБНЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫМ СВЕТОВОДОМ КАК ОСНОВА ДАТЧИКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

FIBER OPTIC MICROBEND TRANSDUCER OF DISPLACEMENT WITH MICROSTRUCTURED OPTICAL FIBER AS A BASIS FOR MECHANICAL VALUES SENSORS

Аннотация. Приведены результаты исследования потерь излучения в микроизгибном преобразователе перемещения с использованием микроструктурированных волоконных световодов в качестве чувствительного элемента. Показано, что чувствительность к изменению потерь излучения в зависимости от перемещения для микроструктурированных волоконных световодов в 12...20 раз выше, чем для стандартного одномодового световода.

Abstract. Losses of the radiation in fiber optic microbend transducer of displacement with microstructured optical fibers as a sensor element was investigated. It is shown that the sen-

sitivity to changes of radiation losses depending on the displacement for microstructured optical fibers is 12...20 times higher than for a standard single-mode optical fiber.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик, микроструктурированный волоконный световод.

Key words: fiber optic sensor, microstructured optical fiber.

Введение

Высокий уровень электромагнитных полей от высоковольтного оборудования в энергетике делает затруднительной работу датчиков механических величин (давления, перемещения, деформации, силы) с электрическим выходным сигналом вследствие высокого уровня помех и наводок. В качестве основы таких датчиков могут служить волоконно-оптические преобразователи, обладающие малыми габаритами и весом, нечувствительностью к воздействию высокого уровня электромагнитных полей, коррозионной стойкостью, искро- и взрывобезопасностью.

Экспериментальная часть.

В данной работе представлен микроизгибный преобразователь перемещения, который состоит из волоконного световода, зажатого между двумя профилированными пластинами, наводящими микроизгибы в волокне (рисунок 1). Вследствие изгиба световода с малым радиусом часть вводимого в световод излучения лазера выходит в оболочку пропорционально воздействующей физической величине (давление, деформация, сила), вызвавшей перемещение профилированных пластин. Сигнал на фотоприемнике соответственно уменьшается. [1-3]

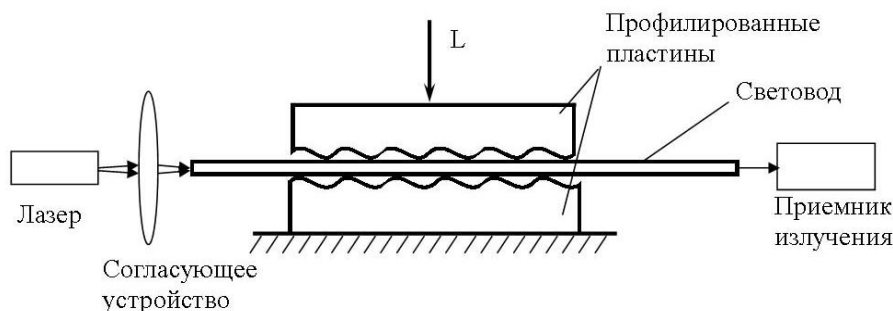


Рисунок 1 – Схема микроизгибного волоконно-оптического датчика

Для повышения чувствительности волоконно-оптических преобразователей к воздействию перемещению возможно применение микроструктурированных волоконных световодов. Они создаются путем вытяжки при высокой температуре из заготовки, содержащей кварцевые сплошные стержни и кварцевые полые цилиндры, причем для исследуемых световодов кварцевые полые цилиндры укладывались в виде шестигранника вокруг сердцевинки из кварцевых сплошных стержней. Таким образом, вокруг световедущей сердцевинки из плавленного кварца образовалась особая структура из воздушных цилиндрических полостей, параллельных оси волоконного световода, в связи с чем, световоды приобрели новые функциональные возможности.

На рисунках 2,а и 2,б представлены поперечные сечения трехслойного и четырехслойного микроструктурированных волоконных световодов соответственно, которые использовались для исследования в данной работе. Диаметр кварцевой оболочки обоих микроструктурированных световодов равен 127,5 мкм.

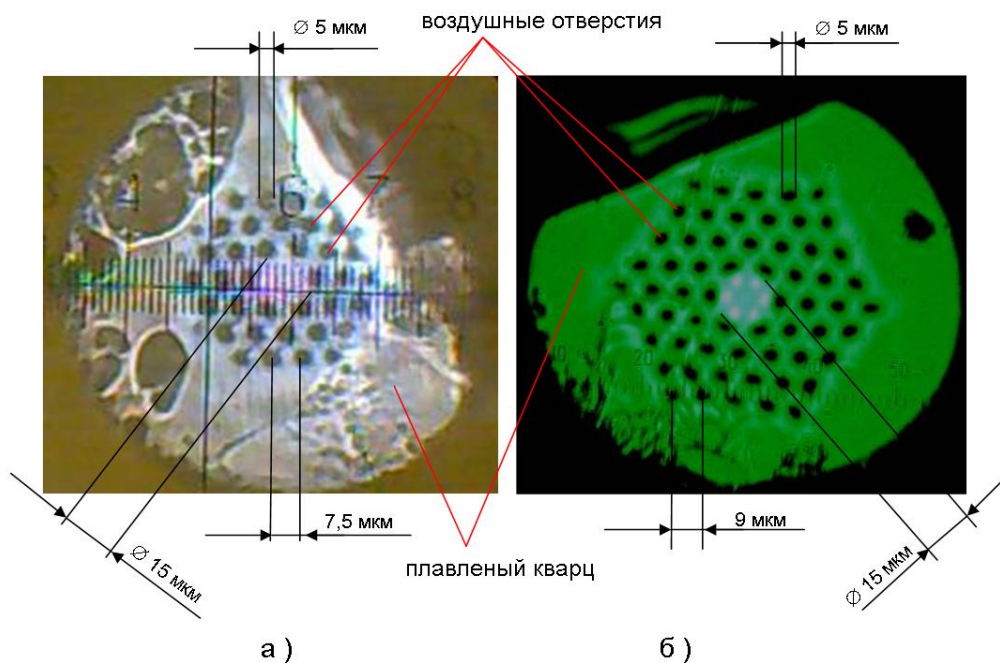


Рисунок 2 – Поперечное сечение исследуемых световодов:
 а – трёхслойный микроструктурированный волоконный световод;
 б – четырёхслойный микроструктурированный волоконный световод

Для сравнения был также взят обычный одномодовый волоконный световод с диаметром кварцевой световедущей сердцевины 8,2 мкм, диаметром кварцевой оболочки 125 мкм. Все световоды, используемые в эксперименте, имели поверх кварцевой оболочки полимерную оболочку диаметром 245...250 мкм, которая защищает световоды от микротрещин при механическом воздействии на них.

Источником излучения в экспериментальной схеме служил гелий-неоновый лазер с рабочей длиной волны 632,8 нм, в качестве приемника излучения использовался ваттметр оптический поглощаемой мощности ОМЗ-65.

Зависимость выходного сигнала фотоприемника $\Phi_{\text{вых}}$ от величины перемещения профилированных пластин L показана на рисунке 3.

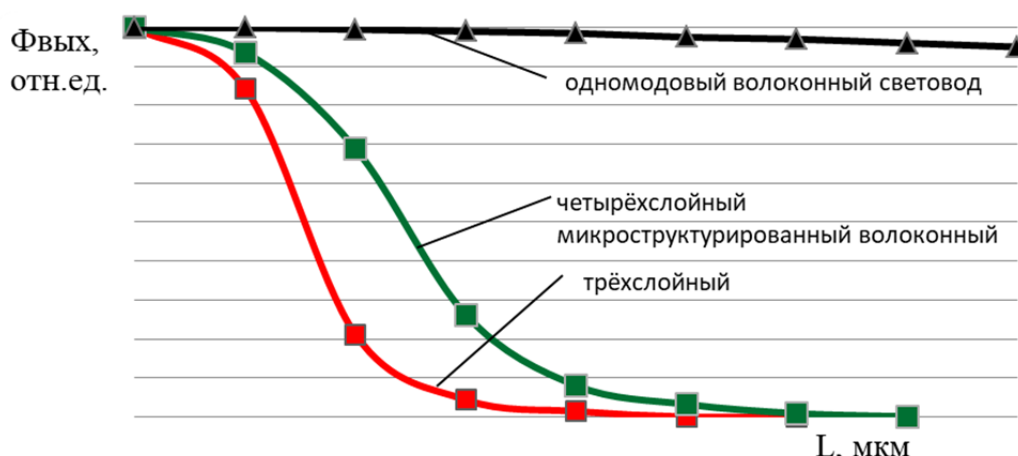


Рисунок 3 – Зависимость выходного сигнала фотоприемника от величины перемещения профилированных пластин

Заключение

Проведенные эксперименты показали, что чувствительность к наводимым микроизгибами потерям излучения в зависимости от величины перемещения для микроструктурированных волоконных световодов в 12...20 раз выше, чем для одномодового световода. Необходимо также отметить, что потери излучения при использовании трехслойного микроструктурированного волоконного световода в 1,5...2 раза выше, чем четырехслойного, т.е. предпочтительно использовать трехслойный световод для построения преобразователей перемещений с высокой чувствительностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Буймистряк, Г. Я. Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем / Г. Я. Буймистряк. – СПб. : ГРОЦ Минатома, 2004. – 198 с.

2 Lumholt, O. Simple fiber-optic low-temperature sensor that uses microbending loss / O. Lumholt [et al.]. // Optics Letters. – 1991. – Vol.16, № 17. – P.1355-1357.

3 Donladic, D. Fiber-optic microbend sensor structure / D. Donladic, M. Zavrsnik. // Optics Letters. – 1997. – Vol 22, №11. – P. 837-839.