

УДК 681.7.068

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ СУПЕРПОЗИЦИЙ ЧИРПИРОВАННЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

**Волошина А.Л.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Дмитриев А.А.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Варжель С.В.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Лосева Е.А.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Варжель С.В.**

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Данное исследование посвящено изучению специфики изготовления суперпозиций чирпированных волоконных брэгговских решеток, а также их применению в качестве чувствительного элемента волоконно-оптического датчика температуры. В ходе проведения работ предложенные структуры изготовлены при помощи схемы записи, основанной на интерферометре Тальбота, и исследована динамика изменения коэффициента отражения чирпированных волоконных брэгговских решеток в зависимости от суммарной дозы облучения. На основе полученных суперпозиций изготовлена чувствительная часть амплитудного датчика температуры и проведены его испытания. В результате работы произведена проверка оригинальной методики измерения температуры волоконно-оптическим чувствительным элементом на основе  $n$ -пар чирпированных решеток Брэгга.

**Введение.** Волоконно-оптические системы мониторинга находят широкое применение в качестве средств измерения различных физических параметров. Одним из самых распространенных типов волоконно-оптических сенсоров являются датчики на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР). Большинство современных измерительных систем с использованием таких устройств работают на спектральной методике опроса. Недостатками данного вида датчиков являются необходимость демодуляции спектральной составляющей измеряемого сигнала и относительно низкая скорость измерения сигнала. Актуальными задачами в области создания сенсоров на основе ВБР являются подбор лучших методик изготовления чувствительного элемента для улучшения характеристик измерительного прибора и поиск лучшего способа опроса. Данная работа посвящена получению зависимостей центральной длины волны отражения и динамики роста дифракционной эффективности чирпированных решеток Брэгга от суммарной дозы облучения (отдельно для каждой решетки в составе суперпозиции), а также апробации оригинальной методики измерения температуры – созданию амплитудного температурного датчика на основе суперпозиций чирпированных волоконных брэгговских решеток.

**Основная часть.** Запись суперпозиций чирпированных волоконных брэгговских решеток (ЧВБР) производилась при помощи KrF эксимерной лазерной системы с центральной длиной волны излучения 248,3 нм, а также схемы записи с использованием интерферометра Тальбота. Первая суперпозиция является опорной и включает в свой состав ЧВБР с центральными длинами волн 1555 нм и 1565 нм, в то время как ЧВБР второй структуры смещены в длинноволновую область спектра на значение их полуширины на полуввысоте и используются как чувствительный элемент датчика температуры.

В ходе записи производилась оценка изменения центральной длины волны отражения каждой ЧВБР в составе суперпозиции и динамики роста дифракционной эффективности от суммарной дозы облучения эксимерным лазером.

Суперпозиции ЧВБР использованы в качестве чувствительного элемента амплитудного температурного датчика. Структура с ЧВБР меньших центральных длин волн термостатична и является опорной. Вторая суперпозиция помещена в металлическую трубку, где закреплена, с одной стороны, с помощью клеевого соединения и является чувствительной к температуре.

Амплитудный опрос датчика реализован следующим образом. Излучение широкополосного источника через Y-ответвитель попадает на опрашиваемые структуры и, отражаясь, проходит обратно через разветвитель, где детектируется с помощью измерителя оптической мощности. При увеличении температуры спектры ЧВБР чувствительной к температуре суперпозиции сдвигаются в длинноволновую область, уменьшая степень перекрытия ЧВБР и увеличивая суммарную отраженную мощность. Таким образом, модуляция отраженной мощности зависит от степени перекрытия спектров суперпозиций ЧВБР. Такая конструкция позволяет реализовать амплитудный опрос датчика, отличающийся от спектрального быстродействием, дешевизной и облегченной эксплуатацией.

Сравнение амплитудного температурного датчика на основе суперпозиций ЧВБР с датчиком на основе пары одиночных ЧВБР показало вдвое лучшее соотношение сигнал-шум.

**Выводы.** Проведенная работа состояла из нескольких этапов. Первый этап – изготовление чувствительного элемента датчика и оценка эффективности записи ЧВБР. В оптическое волокно были индуцированы суперпозиции чирпированных решеток Брэгга с частичным перекрытием спектров. Получены зависимости сдвига центральной длины волны каждой отдельной решетки в составе суперпозиции и роста их отражательных способностей от суммарной дозы облучения. На втором этапе проводимых изысканий чувствительный элемент температурного датчика на основе суперпозиций ЧВБР был опрошен амплитудным способом и сравнен с парой одиночных ЧВБР. Показано, что датчик на основе суперпозиций ЧВБР имеет лучшее соотношение сигнал-шум, чем датчик с парой одиночных ЧВБР. Таким образом, предложен вариант реализации чувствительного элемента амплитудного волоконно-оптического датчика температуры с двумя суперпозициями ЧВБР и испытана оригинальная методика реализации амплитудного температурного волоконно-оптического датчика с  $n$ -пар ЧВБР. Датчик на основе суперпозиций ЧВБР отличается высоким соотношением сигнал-шум. В отличие от существующих спектральных измерительных приборов представленный амплитудный датчик обладает более низкими требованиями к условиям эксплуатации, дешевизной и высоким быстродействием.

Волошина А.Л. (автор)

Варжель С.В. (научный руководитель)