

УДК 535.417

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ ЛАЗЕРОВ УФ-ДИАПАЗОНА

Розанов П.К. (ИТМО, БГТУ “Военмех”), Гавриш М.В. (ИТМО, БГТУ “Военмех”)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Никоноров
Н.В. (ИТМО), доктор физико-математических наук, доцент Погода А.П. (БГТУ
“Военмех”)

Введение. Голографические решетки Брэгга представляют собой одно из наиболее эффективных средств для управления спектральными характеристиками лазерного излучения [1].

В процессе записи были выявлены явления, влияющие на качество и стабильность параметров получаемых объемных Брэгговских решеток. В данном докладе рассматривается эффект “размытия” интерференционной картины во времени.

Основная часть. Для записи объемных голографических решеток используют различные фоторефрактивные среды, такие как кристаллы силиката висмута, фоточувствительные полимеры и легированные стекла. В большинстве случаев пик поглощения этих материалов находится в зоне длин волн УФ-излучения, что требует использования лазеров с соответствующей длиной волны для возбуждения электронных переходов и формирования периодической модуляции показателя преломления. Ключевым этапом процесса является формирование устойчивой интерференционной картины, создаваемой при взаимодействии опорного и объектного лазерных пучков. Эта картина определяет пространственную структуру решетки, а ее стабильность напрямую влияет на контрастность и однородность записанной голограммы.

Однако вибрации, температурные флуктуации и даже микроскопические смещения оптических элементов голографической схемы приводят к искажению интерференционной картины в процессе экспонирования. Особенно критичны эти эффекты при работе с крупноформатными решетками и длительными временами экспозиции (порядка минут или часов), когда даже незначительные отклонения (доли длины волны) накапливаются, вызывая “размытие” структуры и снижение дифракционной эффективности [2].

Выводы. Проведенные исследования выявили, что ключевым фактором, ограничивающим качество объемных Брэгговских решеток, является динамическое “размытие” интерференционной картины, вызванное вибрациями, тепловыми дрейфами и механическими смещениями элементов оптической схемы при длительной экспозиции. Для минимизации данных эффектов предложен комплексный подход, включающий:

1. Использование активных и пассивных систем стабилизации на основе пьезоэлектрических приводов и датчиков обратной связи, компенсирующих микро смещения в реальном времени.
2. Применение алгоритмов анализа качества интерференционной картины в реальном времени для моделирования итоговой регистрируемой голограммы.

Внедрение данных методов позволит существенно повысить стабильность параметров решеток, включая дифракционную эффективность и спектральную селективность, что критически важно для их применения в высокоточных лазерных системах, волоконной оптике и квантовых технологиях. Для валидации предложенных решений рекомендовано проведение серии экспериментов с использованием интерферометрического контроля качества решеток в условиях имитации внешних возмущений.

Список использованных источников:

1. Rakuljic G.A., Leyva V., Yariv A. Fabrication and applications of long-lifetime, holographic gratings in photorefractive materials // U.S. Patent 5796096 – 1998.

2. С. П. Воробьев. Влияние нестабильности положения интерференционной картины на качество голограммы. ОМП, № 9, 1983 г., стр. 1.