

УДК 535.421

СВОЙСТВА ДИФРАКЦИОННЫХ ДЕФЛЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ОДНОМЕРНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Соколов П.П. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ворзобова Н.Д.
(Университет ИТМО)

Исследованы дифракционные и селективные свойства дефлекторов на основе ненаклонных и наклонных объемных решеток, а также гибридных структур при падении излучения в широком диапазоне углов в трехмерном пространстве. Выявлены закономерности, определяющие возможность их использования для решения задач солнечной энергетики без отслеживания траектории Солнца. Результаты обеспечивают возможность выбора типа решетки и ее ориентации.

Введение. В последние годы проявляется большой интерес к задаче получения голографических дефлекторов, для различных практических задач, в частности для солнечной энергетики. Основным требованием является сочетание высоких дифракционных свойств с широким диапазоном углов падения излучения. Задачей работы являлось исследование дифракционных и селективных свойств различных типов периодических структур при падении излучения в широком диапазоне углов в трехмерном пространстве с целью расширения углового диапазона, в котором достигаются высокие дифракционные свойства.

Основная часть. Объектами исследования являются объемные ненаклонные и наклонные решетки, а также гибридные структуры, записанные голографическим методом в попутных пучках в фотополимерных материалах. Особенностью данной работы является исследование дифракционных и селективных свойств периодических структур при падении излучения в трехмерном пространстве. Была создана экспериментальная установка для измерения дифракционной эффективности и угловой селективности решетки при повороте решеток в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

В ходе экспериментов получены следующие результаты. Существенное расширение диапазона углов падения, в котором достигается максимальная дифракционная эффективность по сравнению с имеющимися работами (до 140°). Было выявлено, что в решетке существует множество направлений распространения излучения, отличных от классического брэгговского направления (очень «косое» прохождение через решетку), при которых дифракционная эффективность максимальна. Этот результат является важным для решения проблемы использования солнечного излучения при больших углах падения – более 70° . Проведена оценка эффективности решеток с учетом траектории Солнца для различных широт. Показано, что используя рассмотренные решетки в качестве дифракционных дефлекторов, можно получить выигрыш в использовании солнечной энергии по сравнению с использованием только солнечного элемента без отслеживания траектории.

Выводы. Проведено детальное экспериментальное исследование дифракционных и селективных свойств ненаклонных объемных и гибридных решеток, а также наклонных решеток при падении излучения в широком диапазоне углов в трехмерном пространстве. Установлены свойства структур, определяющие возможность расширения углового диапазона, соответствующего высокой дифракционной эффективности и их использования в качестве дифракционных дефлекторов для солнечной энергетики. Результаты обеспечивают возможность выбора типа решетки и ее ориентации для использования в стационарных устройствах без отслеживания траектории Солнца, а также мобильных устройствах.