

ОЦЕНКА ДИФРАКЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОУРОВНЕВОГО КИНОФОРМНОГО ЭЛЕМЕНТА

Аспирант Серый Е.А.

Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

Использование киноформных элементов (КЭ) при проектировании инфракрасных оптических систем предоставляет новый подход для решения вопросов относительно массы и габаритов, хроматизма, теплового расширения, ограниченности набора материалов и т.д. Поэтому исследование оптических характеристик КЭ в инфракрасном спектральном диапазоне является актуальной задачей.

Как известно, микроструктура КЭ представляет в виде концентрических периодических канавок определенной формы, ширина которых уменьшается с увеличением апертуры. В результате этого при больших относительных отверстиях, кроме технологически сложно выполнимой формы канавки, также может иметь место экранирование и рассеивание части лучей падающего излучения, что приводит к снижению дифракционной эффективности (ДЭ). Одним из способов увеличения периода канавок и устранения значительного хроматизма является расчет КЭ как многопорядкового.

Был проведен расчет многопорядкового германиевого КЭ ($p=12$) с фокусным расстоянием 50 мм для работы в инфракрасной области спектра 8–12 мкм. Установлено, что свет с длинами волн 12, 10.909, 10, 9.231, 8.571 и 8 мкм, фокусируется в одной точке. В пределах светового диаметра 50 мм помещается 49 зон с минимальным периодом между зонами 0,27 мм. По сравнению с размерами канавок однопорядкового КЭ ($p=1$) максимальная глубина канавки увеличилась в 12 раз, а ширина зон увеличилась примерно в 3.5 раза, что способствует повышению технологичности изготовления КЭ. ДЭ перечисленного выше набора длин волн превышает 92 % (только для 9,231 мкм ДЭ составляет 75,5 %).

Для оценки снижения ДЭ была разработана математическая модель экранирования. В ходе анализа было принято, что элемент освещается нормально падающей плоской волной. Результаты показали, что падающее излучение не претерпевает ПВО, поскольку минимальный период между зонами не превышает критического 0,154 мм. Также было установлено, что периферийные зоны рассчитанного КЭ не вносят экранирования для относительного отверстия 1:1.

Таким образом, смоделировано светосильный ахроматический киноформный элемент, который характеризуется высокими пропусканием и дифракционной эффективностью в спектральном диапазоне 8–12 мкм.