

ЛИНЕЙКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АТЕРМАЛЬНЫХ ИК-ОБЪЕКТИВОВ

Специалисты ОКБ "АСТРОН" разработали и запустили в производство новую линейку атермальных ИК-объективов диапазона 8–14 мкм.

Приборы, работающие в ИК-диапазоне спектра, часто эксплуатируются в сложных условиях окружающей среды. В первую очередь это относится к температурному диапазону, который согласно техническим требованиям может достигать $\pm 60^\circ$. Исходя из этого, одной из важных задач при проектировании объективов ИК приборов является задача сохранения их основных характеристик при колебаниях температуры. При изменении температуры изменяются показатели преломления линз и пластин, радиусы кривизны, толщины оптических элементов и расстояния между ними, что приводит к расфокусировке объектива. Особенно это заметно в ИК линзовых объективах, имеющих высокие относительные отверстия и изготовленные из материалов с большими показателями преломления (германий, селенид цинка). Температурные колебания приводят к изменению конструктивных параметров оптической системы и, как следствие, к терморасфокусировке и появлению термоаббераций в изображении. ИК-объективы

относятся к классу особо светосильных – относительное отверстие составляет $D:f' = 1:1,5 - 1:0,75 = 1:K$, где K – диафрагменное число, равное отношению фокусного расстояния объектива f' к диаметру его входного зрачка D ($K = f'/D$). Это объясняется тем, что в ИК-системах, предназначенных для обнаружения удаленных малых объектов, размер изображения которых меньше размера элемента матричного приемника (пиксела), дальность L до объекта пропорциональна D^2 . Следовательно, для увеличения дальности требуется увеличение диаметра входного зрачка объектива. С другой стороны, угловое поле зрения 2ω объектива связано с диагональю матрицы приемника $2y'$ зависимостью $\text{tg}\omega = y'/f'$. Для увеличения углового поля при фиксированных размерах матрицы и D требуется уменьшение значения фокусного расстояния, и следовательно, увеличение относительного отверстия.

"Атермальный объектив" – это объектив, имеющий механизм для компенсации фокусировки при изменении температуры среды изображения, позволяющий изображению все время оставаться в фокусе.

Проектирование атермальных ИК-объективов на предприятии велось



по двум направлениям. Первое – подбор материалов оптических элементов и корпусных деталей с определенными коэффициентами линейного расширения. Второе – разработка конструкций, позволяющих избежать температурных градиентов. В частности, исключить влияние температуры, можно, монтируя линзы системы таким образом, чтобы они перемещались с изменением температуры, компенсируя расфокусировку. Вклад механических элементов конструкции в терморасфокусировку может быть сведен к минимуму за счет применения материалов с пренебрежимо малым или точно известным значением температурного коэффициента линейного расширения для механических деталей оправ и корпуса.

Отдельно следует сказать о функциональной зависимости $f=n(T)$ показателя преломления германия

(n) от температуры (T). Ее представление в виде частной производной ($\partial n / \partial T$) является важнейшим параметром для расчета атермальных ИК-объективов. Исследователи материологического подразделения "ОКБ Астрон" изучили влияние на поглощение ИК-излучения чистыми и легированными кристаллами германия в зависимости от вида и концентрации легирующих примесей, от дефектов, от температуры и др. факторов. Получены данные по поглощению излучения в диапазоне 2,5–14 мкм и температурной зависимости поглощения; определена величина поглощения кристаллической решеткой; показан вклад рассеяния с учетом влияния структуры германия, его однородности, степени компенсации, технологии получения и т.д. Установлены параметры процесса

получения кристаллов германия, при которых зависимость $\partial n / \partial T$ имеет стабильный и предсказуемый характер.

В данный момент налажен серийный выпуск атермальных объективов с фокусным расстоянием 30, 50 и 100 мм. На предприятии реализован весь комплекс производства объективов:

- Проектирование: расчет оптической схемы и разработка конструкторской документации на изделие.
- Оптика: выращивание кристаллов оптического германия, обработка заготовок, нанесение просветляющих покрытий.
- Механика: изготовление корпусных деталей, сборка изделий в беспылевых помещениях.

Разработанный атермальный объектив имеет

механизм компенсации расфокусировки при изменении температуры окружающей среды, позволяющий держать изображение в фокусе в широком диапазоне рабочих температур эксплуатации.

Атермальные объективы АО "ОКБ "АСТРОН" работают в диапазоне от - 40 до 60 °С.

Атермальная оптика позволяет создавать оптоэлектронные системы, способные работать в любой точке России и мира с минимальными требованиями к регулярному обслуживанию и настройке, что снижает стоимость эксплуатации и позволяет повысить надежность системы охраны.

АО "ОКБ "АСТРОН" предлагает сотрудничество в области разработки и производства оптических систем.

А. В. Наймов, astron.ru



АСТРОН
Оптико-механическое конструкторское бюро

ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ
140080, МО, г. Лыткарино, ул. Парковая, д.1; тел: +7 (495) 215-13-82; info@astrohn.ru, www.astrohn.ru