

51. Опыт применения неохлаждаемых микролометрических модулей в системе регистрации изображений лазерно-голографического испытательного стенда

А. В. Берденников¹, А. В. Краснов¹, А. В. Лукин¹, А. Н. Мельников¹, А. Р. Миндубаев¹, В. В. Старцев²

¹ АО «Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики», Казань, Россия

² АО «ОКБ «АСТРОН», Лыткарино, Россия

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований разрабатываемого в АО «НПО ГИПО» лазерно-голографического испытательного стенда, в системе регистрации изображений которого применены неохлаждаемые микролометрические модули.

Ключевые слова: Лазерно-голографический испытательный стенд, Неохлаждаемый микролометрический модуль, Объектив, Интерферограмма, Модуль оптической передаточной функции.

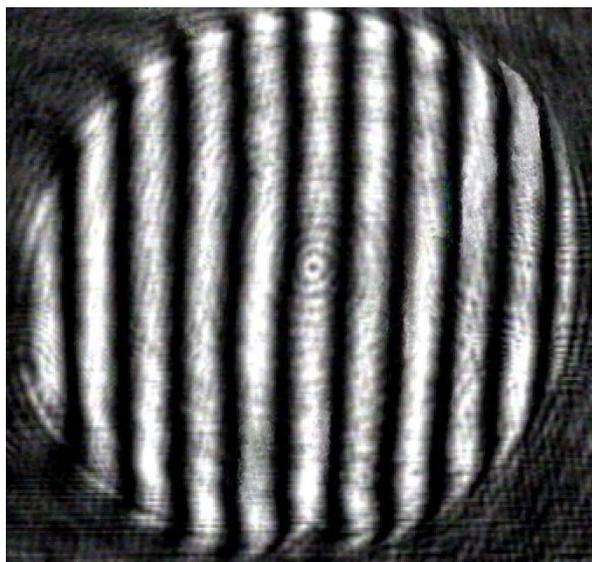
Цитирование: Берденников, А. В. Опыт применения неохлаждаемых микролометрических модулей в системе регистрации изображений лазерно-голографического испытательного стенда / А. В. Берденников, А. В. Краснов, А. В. Лукин, А. Н. Мельников, А. Р. Миндубаев, В. В. Старцев // HOLOEXPO 2018 : XV международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — С. 211–212.

Представлены результаты экспериментальных исследований разрабатываемого в АО «НПО «ГИПО» лазерно-голографического испытательного стенда, предназначенного для измерения основных параметров объективов в видимой и инфракрасной областях спектра: среднеквадратичного отклонения (СКО) волнового фронта, модуля оптической передаточной функции, числа Штреля, распределения интенсивности в наименьшем кружке рассеяния, а также фокусных расстояний и отрезков. Предусматривается возможность использования осевых синтезированных голограмм в качестве оптических образцов и нуль-корректоров [1]. В системе регистрации изображений стенда используются неохлаждаемые микролометрические модули типа «АСТРОН-640», выпускаемые АО «ОКБ «АСТРОН» [2]. Ранее для аналогичных целей использовались пировидиконные камеры [3].

На рис. 1 приведены аттестационная интерферограмма испытательного стенда с образцовой сферой и результаты расшифровки этой интерферограммы.

В качестве иллюстрации на рис. 2 показана типичная интерферограмма опытного образца инфракрасного (ИК) объектива с результатами её расшифровки.

Интерферограммы (рис. 1а и 2а) получены по схеме интерферометра типа Тваймана-Грина с использованием ИК-лазерного источника излучения с длиной волны $\lambda = 10,6$ мкм и системы регистрации изображений на основе микролометрического модуля. Видно, что качество и контраст интерференционных полос достаточно высоки; это позволяет осуществить автоматизированный вариант расшифровки этих интерферограмм.



а) аттестационная интерферограмма

Рис. 1. Испытательный стенд с образцовой сферой (радиус кривизны сферы 42 мм, световой диаметр сферы 40 мм, алюминиевое оптическое покрытие)

Таблица выходных параметров

1. Отклонения волнового фронта $W(x,y)$:

Максимальное отклонение $W_{max} = 0.136 \lambda$

Минимальное отклонение $W_{min} = -0.159 \lambda$

Среднеквадратичное отклонение $W_{rms} = 0.031 \lambda$

2. Параметры комы W_k и астигматизма W_a :

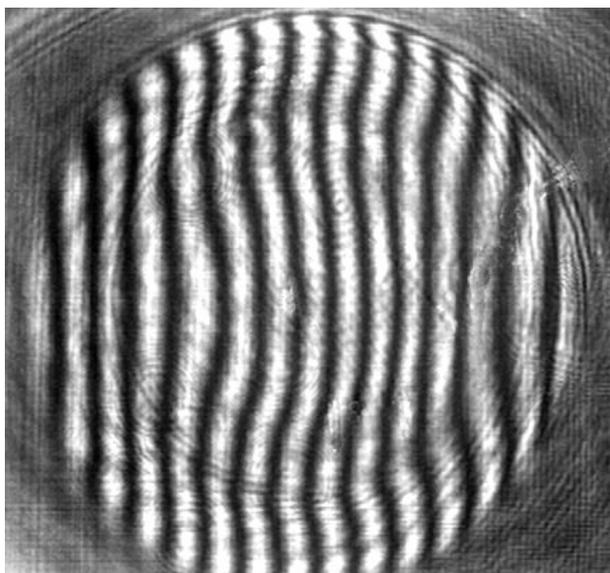
Параметры комы: $b = 0.1003$ $f_k = 36.382$ $(W-W_k)_{rms} = 0.029 \lambda$

Параметры астигм.: $c = -0.0537$ $f_a = -19.41$ $(W-W_a)_{rms} = 0.022 \lambda$

3. Коэффициент Штреля: $KSTR = 0.9511$

Здесь: Длина волны источника излучения
 измерительного интерферометра $\lambda_k = 10.6$ (мкм)
 Рабочая длина волны $\lambda = 10.6$ (мкм)
 Кратность интерферограммы = 2
 Апертурный угол объектива = 2.5 (град.)

б) результаты расшифровки интерферограммы



а) интерферограмма

Рис. 2. Опытный образец ИК-объектива (световой диаметр 50 мм, относительное отверстие 1:1, рабочая спектральная область 8–12 мкм)

Таблица выходных параметров**1. Отклонения волнового фронта $W(x,y)$:**Максимальное отклонение $W_{max} = 0.202 \lambda$ Минимальное отклонение $W_{min} = -0.144 \lambda$ Среднеквадратичное отклонение $W_{rms} = 0.08 \lambda$ **2. Параметры комы W_k и астигматизма W_a :**Параметры комы: $b = -0.2266$ $fk = -81.92$ $(W-W_k)_{rms} = 0.075 \lambda$ Параметры астиг.: $c = 0.049$ $fa = -15.29$ $(W-W_a)_{rms} = 0.077 \lambda$ **3. Коэффициент Штреля: $KSTR = 0.7654$**

Здесь: Длина волны источника излучения
измерительного интерферометра $\lambda_k = 10.6$ (мкм)
Рабочая длина волны $\lambda = 10.6$ (мкм)
Кратность интерферограммы = 2
Апертурный угол объектива = 2.5 (град.)

б) результаты расшифровки интерферограммы

Результаты расшифровки интерферограмм (рис. 1б и 2б) выполнены с использованием автоматизированных средств, разработанных в АО «НПО «ГИПО».

Дифракционный характер распределения освещенности в наименьшем кружке рассеяния, СКО волнового фронта и число Штреля позволяют оценить данный объектив как вполне удовлетворительный по своему оптическому качеству.

Практика свидетельствует, что неохлаждаемые микролометрические модули наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к системе регистрации изображений стенда по ряду важнейших параметров (пространственное разрешение, спектральный диапазон, компактность), а также по возможностям автоматизации юстировочных операций.

Список источников

- [1] Белозёров, А. Осевые синтезированные голограммные оптические элементы: история развития, применения. Часть I / А. Белозёров, Н. Ларионов, А. Лукин, А. Мельников // Фотоника. — 2014. — № 4. — С. 12–32.
- [2] Каталог продукции АО «ОКБ «АСТРОН» / URL: http://astrohn.ru/files/Catalogue_Detector.pdf.
- [3] Duchitskiy, A. S. Laser-and-holographic complex for technological and certification control of optical elements and objectives in infrared spectral region of 3–12 μm / A. S. Duchitskiy, A. V. Lukin, S. V. Mavrin, A. N. Melnikov // Proc. SPIE. — 2007. — Vol. 6636. — P. 663618.

Experience of uncooled microbolometer modules in the image registration system of the laser and holographic measurement stand

A. V. Berdennikov, A. V. Krasnov, A. V. Lukin, A. N. Melnikov, A. R. Mindubaev, V. V. Startsev

¹ Scientific and Production Association “State Institute of Applied Optics”, Kazan, Russia

² ОКБ “АСТРОН”, Lytkarino, Russia

The paper presents the results of experimental researches of developing in JSC “NPO GIPO” laser and holographic measurement stand. In the image registration system of stand are used uncooled microbolometer modules.

Keywords: Laser and holographic measurement stand, Uncooled microbolometer module, Lens, Interference pattern, Optical transfer function module.