

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОДИНОЧНОЙ ЛИНЗЫ НА ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ

Берников М.Д. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Романова Г.Э.
(ИТМО)

Введение. Интерферометр является неотъемлемой частью большинства оптических производств. В зависимости от дополнительной технологической оснастки (набор эталонных объективов, перемещающихся на измерительной каретке) с использованием интерферометра можно анализировать качество как плоских поверхностей, так и вогнутых, и выпуклых, а также измерять их радиусы. При этом наличие подобной оснастки позволяет дополнительно измерять показатель преломления и толщину по центру одиночной линзы. В работе описывается методика определения параметров одиночной линзы (радиусы, толщина по центру, показатель преломления) на основании полученных на интерферометре восьми интерферограмм.

Основная часть. В работе решаются две следующие задачи:

1) Вывод уравнений для вычисления показателя преломления, радиусов и толщины линзы.

2) Оценка погрешности вычисления параметров.

С использованием набора эталонных объективов различного фокусного расстояния и апертуры на интерферометре [1] для одиночной линзы можно зарегистрировать восемь различных интерферограмм: для двух положений линзы интерферограммы регистрируются для автоколлимационных точек и непосредственно на вершинах поверхностей. В результате с помощью измерительной каретки можно проконтролировать расстояния между контрольными точками, одна из интерферограмм является опорной, от которой ведется отсчет.

С помощью формулы отрезков Гаусса и формулы оптической силы поверхности [2] можно получить систему из шести уравнений, два из которых сводятся к простому равенству.

В результате оценки погрешности косвенных измерений [3], с учётом ошибки позиционирования каретки с точностью 1 мкм, можно получить точность измерения показателя преломления порядка $\pm 0,0001$ и толщины линзы ± 2 мкм. Ошибки измерения радиусов линзы при этом зависят напрямую от точности позиционирования каретки и составляют в рассматриваемом примере ± 1 мкм. Расчет фокусного расстояния линзы показывает ошибку менее 1,5% для значений в диапазоне -10000... -10 и 10...10000 мм.

Ошибка измерения зависит от расстояний между автоколлимационными точками линзы и ее поверхностями: чем больше расстояние, тем меньше ошибка измерения. Так, данным методом невозможно измерить концентрические и линзы, у которых центр кривизны одной из поверхностей располагается вблизи второй поверхности. Линзы, близкие по форме у упомянутым выше, имеют высокую ошибку определения характеристик не только за счет погрешности позиционирования измерительной каретки, но и из-за сложности наблюдения двух близко расположенных друг к другу интерферограмм на интерферометре.

Выводы: в работе представлен метод, позволяющий определять параметры одиночных линз, на основе регистрации 8 интерферограмм. Представлены результаты оценки погрешности определения характеристик линз.

Список использованных источников:

1. Malacara, Z., & Servín, M. Interferogram Analysis For Optical Testing (2nd ed.) // CRC Press. 2005. <https://doi.org/10.1201/9781315221021>

2. Родионов С.А. Основы оптики. Конспект лекций // СПб: СПб ГИТМО (ТУ), 2000. - 167 с.
3. Смирнова Е. В., Егоров Г. В. Оценка результатов косвенных измерений фокусных расстояний линз // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. № 11(34). 2006.