

# Интерферометр Тваймана-Грина с применением метода фазовых шагов

И. Ю. Фандиенко, Р. В. Минаев, Д. Б. Охрименко

ООО «Электростекло»

Доклад посвящён современным методам измерения параметров поверхностей оптических изделий. Представлен разработанный интерферометр, построенный по схеме Тваймана-Грина с применением метода фазовых шагов. Интерферометр предполагается использовать для контроля асферических поверхностей крупногабаритных оптических изделий. Использование интерферометра по схеме Тваймана-Грина с использованием метода фазовых шагов позволяет существенно повысить точность и воспроизводимость измерений параметров поверхностей оптических изделий. В докладе представлены конструкция интерферометра, алгоритм работы, а также особенности юстировки.

*Ключевые слова:* Интерферометр, Схема Тваймана-Грина, Метод Фазовых шагов, Средства измерений, Интерференция.

*Цитирование:* **Фандиенко, И. Ю.** Интерферометр Тваймана-Грина с применением метода фазовых шагов / И. Ю. Фандиенко, Р. В. Минаев, Д. Б. Охрименко // НОЛОЕХРО 2022: XIX Международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2022. — С. 224–225.

## Введение

В условиях современного производства наилучшим методом контроля асферических поверхностей крупногабаритных оптических изделий является интерференционный метод, для которого используется интерферометр. Интерферометр — измерительный прибор, действие которого основано на явлении интерференции.

Нами был разработан интерферометр ПИК-ПАС согласно ГОСТ Р 8.743-2011, основанный на схеме Тваймана-Грина. Главными достоинствами разработанного прибора являются малые габариты, простота юстировки и возможность его модификации. В интерферометре ПИК-ПАС используется HE-NE лазер с рабочей длиной волны 632,8 нм, точность измерений при этом достигает  $\lambda/100$ .

Данная точность может быть не достаточной для ряда задач в следствии чего перед нами была поставлена задача достичь точности  $\lambda/500$ . Одним из способов достижения поставленной задачи является применение метода фазовых шагов [3].

Названный метод первоначально был предложен для автоматизации интерференционных измерений и позволил не только повысить информационную емкость измерений, но, в ряде случаев, и повысить их точность. Достоинствами метода являются его сравнительная простота и возможность полной автоматизации процесса расшифровки интерферограмм. В данном методе регистрируют несколько интерферограмм с внесением фазового сдвига между экспозициями интерферограмм [1]. В этом случае интерференционный сигнал описывается системой уравнений

$$I_j = A \cdot [1 + V \cdot \cos(\Phi + \Delta\varphi_j)]$$

где  $\Delta\varphi_j$  - вносимый фазовый сдвиг,  $j \in (0...N)$  [2].

Процесс измерения полностью автоматизирован и занимает доли секунды (время, необходимое для ввода нескольких кадров). Ступенчатое изменение фазы опорного волнового поля в заданной последовательности можно проводить смещением зеркала, прикрепленного к пьезокерамическому элементу, управляемому компьютером.

Интерферометр ПИК-ПАС был модифицирован с целью применения метода фазовых шагов, путем внесения в конструкцию пьезоэлемента и использования высокоточной телескопической системы.

### Заключение

Модификация интерферометра на основе схемы Тваймана Грина с применением метода фазовых шагов позволили существенно повысить точность, а также воспроизводимость измерений.

### Список источников

- [1] **Гужов, В.И.** Определение значений фазовых сдвигов по интерференционным картинам в фазосдвигающей интерферометрии / В.И.Гужов, С.П. Ильиных, Кузнецов Р.А., Хайдуков Д.С // Автоматика и программная инженерия. — 2013 — №1 — С.10–15.
- [2] **Ильиных, С.П.** Траекторный анализ интерферограмм в методе фазовых шагов. Новые возможности / С.П. Ильиных // Автоматика и программная инженерия. — 2012 — №2 — С.9–22.
- [3] **Вишняков, Г.Н.** Сдвиговая спекл-интерферометрия с использованием метода фазовых шагов / Г. Н. Вишняков, А. Д. Иванов, Г. Г. Левин, В. Л. Минаев // Квантовая электроника — 2020 — С.636–642.

## Twyman-Green interferometer using the phase step method

*I. Y. Fandienko, R. V. Minaev, D. B. Okhrimenko*

Elektrosteklo, Moscow, Russia

The report is devoted to modern methods for measuring the parameters of the surfaces of optical products. The developed interferometer built according to the Twyman-Green scheme using the phase step method is presented. The interferometer is supposed to be used to test aspherical surfaces of large optical products. The use of an interferometer according to the Twyman-Green scheme using the phase step method makes it possible to significantly improve the accuracy and reproducibility of measurements of the parameters of the surfaces of optical products. The report presents the design of the interferometer, the algorithm of operation, as well as the adjustment features.

*Keywords:* Interferometer, Twyman-Green scheme, Phase step method, Measuring instruments, Interference.