

ДИНАМИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МИКРОСКОП ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЖИВЫХ БИООБЪЕКТОВ

В. Л. МИНАЕВ

Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений, Москва, Россия, e-mail: minaev@vniiofi.ru

Рассмотрен автоматизированный интерференционный микроскоп МИА-Д, предназначенный для измерения высоты профиля поверхности отражающих динамических объектов в микро- и нанодиапазонах, а также процессов в живых клетках.

Ключевые слова: микроскоп, метод фазовых шагов, живая клетка

Automated interference microscope MIA-D, developed by All-Russian Research Institute of Optical and Physical Measurements is presented. The microscope is designed to measure the height of the surface profile of reflecting dynamic objects in the micro- and nano-scale, the dynamic processes in living cells.

Key words: microscope, phase steps method, living cell

Автоматизированный интерференционный динамический микроскоп МИА-Д (далее – микроскоп) создан во ФГУП ВНИИОФИ на базе серийно выпускаемого микроинтерферометра Линника МИИ-4М (ЛОМО) и предназначен для измерения топограммы поверхности отражающих динамических объектов в микро- и нанодиапазонах высот [1, 2], а также исследования динамических процессов в живых клетках.

В микроскопе происходит интерференции световых пучков излучения, отраженного от опорного зеркала и поверхности измеряемого объекта. Если объектом измерения является клетка (прозрачный объект), то она должна находиться на зеркале. Для автоматизации измерений применяется метод непрерывного фазового сдвига [3]. Интерференционные изображения измеряемого объекта при различных фазовых сдвигах опорного излучения оцифровываются и передаются в пер-

сональный компьютер (ПЭВМ) при помощи встроенной цифровой высокоскоростной КМОП-видеокамеры и платы захвата. В ПЭВМ с использованием специального программного обеспечения WinPhast-Dynamic они автоматически обрабатываются [4] и восстанавливается оптическая разность хода (ОРХ). На основе данных об ОРХ вычисляется топограмма высот поверхности. С помощью ПО результаты измерений в виде двумерных профилей, графиков сечений, псевдоцветовых карт и текстовой информации отображаются на экране компьютера. Имеющееся в составе прибора ПО предназначено для управления захватом изображений с помощью высокоскоростной видеокамеры, платой сдвига опорного зеркала и обработки записанных интерферограмм.

Метрологические и технические характеристики микроскопа:

Диапазон измерений линейных размеров в плоскости XU
 180×135 мкм

Диапазон измерения высоты профиля поверхности:

для профиля с наклоном относительно горизонтали, не более
 10° от $\lambda/350$ до 3 мкм
 для ступенек, в долях длины волны λ , не более . . . от $\lambda/350$ до $\lambda/4$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XU $\pm 0,5$ мкм

Предел частоты измерения, при которой допускаемая абсолютная погрешность измерения высоты профиля поверхности составляет не более $\lambda/350$ 50 Гц

Источник излучения лазеры

Длина волны излучения 0,473; 0,532; 0,650 мкм

Частота сети питания 50 ± 1 Гц

Напряжение в сети питания 220 ± 22 В

Потребляемая мощность, не более 250 Вт

Габаритные размеры (без предметного стола) $340 \times 370 \times 380$ мм

Масса 30 кг

Условия эксплуатации:

температура окружающей среды $20 \pm 0,5$ °С

относительная влажность воздуха при 20 °С, не более 60 %

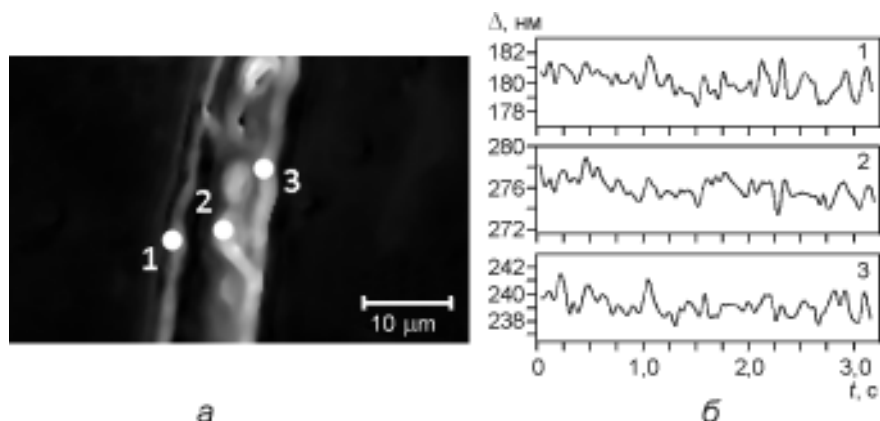
атмосферное давление 84 – 106,7 кПа

Прибор прошел государственные испытания в 2011 г. и включен в Государственный реестр средств измерений под № 48172-11.

Поверка его осуществляется в соответствии с документом «Микроскопы интерференционные автоматизированные МИА-Д. Методика поверки». Основные средства поверки: рельефная мера высоты SHS-180QC, объект-микрометр ОМО ДТ7.216.009ПС, осциллограф цифровой Tektronix TDS 2012B. На микроскоп получен патент [2].

Сфера применения прибора – измерение топограммы и параметров динамических объектов. В частности, микроскоп использовался для изучения динамических характеристик живых клеток (рисунок) [5].

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2013 годы» (госконтракт № 16.552.11.7049).



Нервное волокно (а) и график изменения оптической разности хода во времени (б). Частота реконструкций 29,5 к/с

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. **Левин Г. Г. и др.** Динамические фазовые измерения на интерференционном микроскопе // Голография в России и за рубежом. Наука и практика: Тезисы докл. науч.-практич. конф. М., 2009. С. 71.
2. **Пат. 96234 РФ.** Динамический интерферометр /Г. Г. Левин и др. // Изобретения. Полезные модели. 2010. № 20.

3. **Минаев В. Л., Мищенко С. Я.** Исследование частотной характеристики пьезокорректора // Фотометрия и ее метрологическое обеспечение: Тезисы докл. XVIII науч.-техн. конф. М., 2009. С. 143.

4. **Goldberg K. A., Bokor J.** Fourier-transform method of phase-shift determination // Appl. Opt. 2001. V. 40. N 17. P. 2886 – 2894.

5. **Вишняков Г. Н. и др.** Динамическая фазовая микроскопия живых клеток // Цитоморфометрия – 2010: Тезисы. докл. Всерос. науч.-практич. конф. М. 2010. С. 10 – 12.

Дата принятия 02.05.2012 г.

