

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель генерального
директора АО «НИЦПВ»


Д.М. Михайлюк

«08» июня 2019 г.



**Микроскопы конфокальные лазерные измерительные
LEXT OLS5000**

Методика поверки

Москва
2019

1 Область применения

Настоящая методика распространяется на микроскопы конфокальные лазерные измерительные LEXT OLS5000 фирмы OLYMPUS Corporation, Япония (далее – микроскопы), предназначенные для измерений линейных размеров элементов рельефа по осям X, Y и Z и параметров шероховатости поверхности твердотельных объектов, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 1 год.

2 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1:

Таблица 1. Операции, выполняемые при проведении поверки.

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта методики	Обязательность проведения операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр, проверка комплектности. Идентификация программного обеспечения.	7.1	да	да
2	Опробование микроскопа	7.2	да	да
3	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z, СКО случайной составляющей погрешности измерений линейных размеров по оси Z	7.3.1	да	да
4	Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z на сшитых панорамных изображениях (для модификаций SAF и EAF)	7.3.2	да	да
5	Определение диапазона и относительной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY в пределах поля зрения объектива	7.3.3	да	да
6	Определение СКО случайной составляющей погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY в пределах поля зрения объектива	7.3.4	да	да
7	Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY на сшитых панорамных изображениях (для модификаций SAF и EAF)	7.3.5	да	да
8	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений параметров шероховатости Ra и Rz	7.3.6	да	да

3 Средства поверки

При проведении поверки применяются следующие средства поверки:

- мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К (Госреестр № 33598-06) - поверочный образец ПО-1;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 0,5 мм (Госреестр №38376-08) – поверочный образец ПО-2;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 1 мм (Госреестр №38376-08) – поверочный образец ПО-3;

-объект-микрометр типа ОМО (Госреестр №590-63) – рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.763-2011 (цена деления 0,01 мм, предел измерения – 1 мм) – поверочный образец ПО-4;

- мера длины штриховая типа ПБ по ГОСТ 12069-90 (диапазон измерений 0-200 мм, класс точности 1 по ГОСТ 12069-90) – поверочный образец ПО-5.

- мера шероховатости эталонная ПРО-10 номинальным значением шероховатости по параметру R_a 0,025 мкм (Госреестр №66933-17) – эталон 1-го разряда согласно поверочной схеме ГОСТ 8.296-2015 поверочный образец ПО-6 .

- мера шероховатости эталонная ПРО-10 номинальным значением шероховатости по параметру R_a 80 мкм (Госреестр №66933-17) – эталон 1-го разряда согласно поверочной схеме ГОСТ 8.296-2015 - поверочный образец ПО-7.

Допускается использование других средств поверки, по характеристикам не уступающим указанным.

4 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.3.019-80 «Правила эксплуатации электроустановок потребителем».

5 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица:

- имеющие опыт работы с микроскопами конфокальными лазерными;
- прошедшие обучение и имеющие удостоверение поверителя;
- изучившие техническое описание и руководство по эксплуатации поверяемого микроскопа конфокального лазерного измерительного LEXT OLS5000 и методику его поверки.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С18-22
- атмосферное давление, кПа.....92-104
- относительная влажность воздуха, % не более.....80
- напряжение питания от сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В.....210-230

6.2 Подготовку микроскопа к работе провести в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

6.3 Перед проведением поверки микроскоп должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 2 часов.

7 Проведение поверки

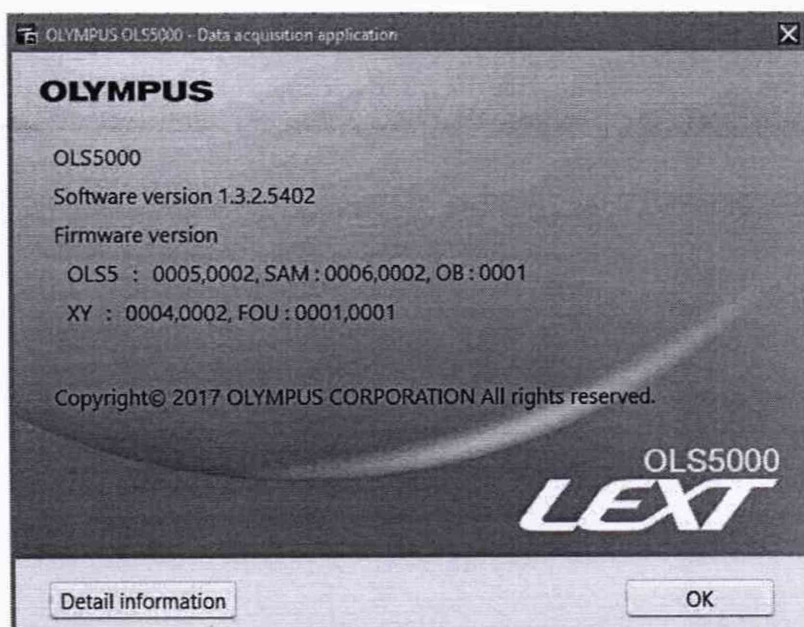
7.1 Внешний осмотр, проверка комплектности. Идентификация программного обеспечения

7.1.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности (без запасных частей и инструмента), указанной в руководстве по эксплуатации;
- надёжность крепления соединительных элементов;
- отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики микроскопа;
- наличие на микроскопе заводского номера и товарного знака фирмы-изготовителя.

7.1.2 Для идентификации программного обеспечения (ПО) микроскопа необходимо:

- включить микроскоп;
- запустить рабочую программу микроскопа согласно руководству по эксплуатации;
- активировать пункт меню «Help»;
- активировать подменю «Version Information», откроется информационное окно следующего вида:



В открывшемся окне скачать:

- идентификационное наименование ПО (в верхнем левом углу);
- номер версии программного обеспечения, соответствующий пункту Software version.

Микроскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные признаки ПО микроскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	OLYMPUS OLS5000
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.2.1.116 или выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

7.2 Опробование

7.2.1 После включения микроскопа выдержать его во включенном состоянии не менее 2-х часов. На рабочем столе ПЭВМ нажать на иконку программного обеспечения (ПО) микроскопа, при этом откроется активное окно управления микроскопом.

7.2.2 После запуска аппаратной части и ПО производится автоматическая проверка функциональных узлов и программной части системы. При возникновении каких-либо ошибок работы ПО или неполадок в аппаратной части, ПО выдает сообщение об ошибке с указанием аппаратного узла или программного компонента, который является причиной неисправности.

В случае отсутствия указанных сообщений, микроскоп находится в исправном состоянии и готов к работе.

7.2.4 Микроскоп считается прошедшим поверку по п.7.2, если выполнены требования п.7.2.2.

7.3 Определение метрологических характеристик.

7.3.1 Определение диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z, СКО случайной составляющей погрешности измерений линейных размеров по оси Z.

7.3.1.1 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К). Используя объектив с увеличением 100х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры с увеличением 8000 крат. Запомнить полученное изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа. В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести измерения высоты выступа рельефной структуры меры в количестве $n=10$ раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение h_i высоты (в мкм).

7.3.1.2 Определить среднее значение высоты выступов по формуле:

$$\bar{h} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} h_i$$

7.3.1.3 Определить абсолютную погрешность измерений высоты выступов меры по формуле

$$\Delta_1 = |\bar{h} - H_{\text{МШПС}}|$$

где $H_{\text{МШПС}}$ - паспортное значение высоты выступа меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К, выраженное в мкм.

7.3.1.4 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерений по оси Z для объектива 100х по формуле

$$СКО_{(100x)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}},$$

где $n=10$.

7.3.1.5 Установить объектив с увеличением 50х. Получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры ПО-1 с увеличением 8000 крат. Запомнить полученное изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск. В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести измерения высоты выступа рельефной структуры меры в количестве $n=10$ раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение h_j высоты (в мкм).

7.3.1.6 Определить среднее значение высоты выступов по формуле:

$$\tilde{h} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} h_j$$

7.3.1.7 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерений по оси Z для объектива 50x по формуле

$$CKO_{(50x)} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (h_j - \tilde{h})^2}{n-1}},$$

где $n = 10$.

7.3.1.8 Установить на концевую меру номинальным размером 1 мм (ПО-3) концевую меру номинальным размером 0,5 мм (ПО-2) таким образом, чтобы их рабочие поверхности соприкасались и взаимно перекрывались примерно на 50%. Произвести притирку мер друг к другу.

7.3.1.9 Установить объектив с увеличением 20x, установить концевые меры на столик образцов микроскопа таким образом, чтобы перепад высоты 0,5 мм, создаваемый концевой мерой 0,5 мм, находился в поле зрения микроскопа примерно в центральной его части. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.1.10 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести измерения высоты ступеньки 0,5 мм в количестве $n = 10$ раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение H_i высоты, выраженное в мкм.

7.3.1.11 Определить среднее значение высоты ступеньки по формуле:

$$\bar{H} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} H_i$$

7.3.1.12 Определить абсолютную погрешность измерений высоты ступеньки номинальным значением 0,5 мм по формуле

$$\Delta_2 = |\bar{H} - H_{к.м.}|$$

где $H_{к.м.}$ – паспортное значение длины концевой меры номинальным значением 0,5 мм, выраженное в мкм.

7.3.1.13 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерений по оси Z для объектива 20x по формуле

$$CKO_{(20x)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}},$$

где $n = 10$.

7.3.1.14 Считать, что абсолютная погрешность измерений линейных размеров по оси Z во всем диапазоне находится внутри границ $\pm(0,15 + L/100)$ мкм, установленных в описании типа (где L - измеряемая длина по оси Z в мкм), если выполнены требования

$$\Delta_1 \leq 0,15 + L_1 / 100 \text{ и}$$

$$\Delta_2 \leq 0,15 + L_2 / 100$$

где L_1 и L_2 – измеряемые линейные размеры (в мкм) по оси Z:

$L_1 = \tilde{h}$ - значение, определенное по п.7.3.1.2,

$L_2 = \bar{H}$ - значение, определенное по п.7.3.1.11.

7.3.1.14 Результаты поверки по п.7.3.1 считать положительными, если выполнены требования п.7.3.1.14 и выполнены условия: $CKO_{(20x)} \leq 0,03$, $CKO_{(50x)} \leq 0,012$, $CKO_{(100x)} \leq 0,012$.

При этом диапазоном измерений линейных размеров по оси Z следует считать диапазон от 0,5 до 800 мкм.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z на сшитых панорамных изображениях (для модификаций SAF и EAF)

7.3.2.1 Установить объектив с увеличением 20x, установить концевые меры по п.7.3.1.4 на столик образцов микроскопа, расположив их таким образом, чтобы перепад высоты 0,5 мм, создаваемый концевой мерой 0,5 мм, находился в левой половине поля зрения микроскопа. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.2.2 Переместить концевые меры по п.7.3.1.4 в плоскости XY таким образом, что перепад высоты 0,5 мм, создаваемый концевой мерой 0,5 мм, находился в правой половине поля зрения микроскопа. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.2.3 Произвести сшивку изображений, полученных по п.п. 7.3.2.1-7.3.2.2.

7.3.2.4 На изображении, полученном по п.7.3.2.3, измерить значение высоты, создаваемой концевой мерой номинальным значением 0,5 мм, обозначив результат, выраженный в мкм, как H_1 .

7.3.2.5 Вычислить абсолютную погрешность измерений по формуле

$$\Delta_1 = |H_1 - H_{(0,5)}|$$

где $H_{(0,5)}$ – действительное значение длины концевой меры номинальным значением 0,5 мм, выраженное в мкм.

7.3.2.6 Установить объектив с увеличением 10x, установить концевые меры по п.7.3.1.4 на столике образцов микроскопа таким образом, чтобы перепад высоты 0,5 мм, создаваемый концевой мерой 0,5 мм, находился в левой половине поля зрения микроскопа. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.2.7 Переместить концевые меры по п.7.3.1.4 в плоскости XY таким образом, что перепад высоты 0,5 мм, создаваемый концевой мерой 0,5 мм, находился в правой половине поля зрения микроскопа. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.2.8 Произвести сшивку изображений, полученных по п.п. 7.3.2.6-7.3.2.7.

7.3.2.9 На изображении, полученном по п.7.3.2.8, измерить значение высоты, создаваемой концевой мерой номинальным значением 0,5 мм, обозначив результат, выраженный в мкм, как H_2 .

7.3.2.10 Вычислить абсолютную погрешность измерений по формуле

$$\Delta_2 = |H_2 - H_{(0,5)}|$$

где $H_{(0,5)}$ – действительное значение длины концевой меры номинальным значением 0,5 мм, выраженное в мкм.

7.3.2.11 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К), объектив с увеличением 20x. Получить изображение в конфокальном режиме рельефной шаговой структуры центрального модуля ПО-1 с увеличением 1000 крат таким образом, чтобы выступ №5 рельефной структуры меры находился в левой половине поля зрения микроскопа. Запомнить полученное изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа.

7.3.2.12 Переместить поверочный образец ПО-1 в плоскости XY таким образом, чтобы выступ №5 рельефной структуры меры находился в правой половине поля зрения мик-

роскопа. Получить изображение в конфокальном режиме и запомнить изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа.

7.3.2.13 Произвести сшивку изображений, полученных по п.п. 7.3.2.11-7.3.2.12.

7.3.2.14 На изображении, полученном по п.7.3.2.13, измерить значение высоты, соответствующее высоте выступа №5 ПО-1, обозначив результат, выраженный в мкм, как H_3 .

7.3.2.15 Вычислить абсолютную погрешность измерений по формуле

$$\Delta_3 = |H_3 - H_{ПО-1}|$$

где $H_{ПО-1}$ – действительное значение высоты (в мкм) выступа №5 ПО-1, указанное в паспорте на ПО-1.

7.3.2.16 Установить объектив с увеличением 10х. Получить изображение в конфокальном режиме рельефной шаговой структуры центрального модуля ПО-1 с увеличением 1000 крат таким образом, чтобы выступ №5 рельефной структуры меры находился в левой половине поля зрения микроскопа. Запомнить полученное изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа.

7.3.2.17 Переместить поверочный образец ПО-1 в плоскости XY таким образом, чтобы выступ №5 рельефной структуры меры находился в правой половине поля зрения микроскопа. Получить изображение в конфокальном режиме и запомнить изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа.

7.3.2.18 Произвести сшивку изображений, полученных по п.п. 7.3.2.16-7.3.2.17.

7.3.2.19 На изображении, полученном по п.7.3.2.18, измерить значение высоты, соответствующее высоте выступа №5 ПО-1, обозначив результат, выраженный в мкм, как H_4 .

7.3.2.20 Вычислить абсолютную погрешность измерений по формуле

$$\Delta_4 = |H_4 - H_{ПО-1}|$$

где $H_{ПО-1}$ – действительное значение высоты (в мкм) выступа №5 ПО-1, указанное в паспорте на ПО-1.

7.3.2.21 Считать, что абсолютная погрешности измерений линейных размеров по оси Z на сшитых панорамных изображениях для объектива 20х или выше находится внутри границ $\pm(1,0+L/100)$ мкм, установленных в описании типа (где L - измеряемая длина по оси Z в мкм), если удовлетворяются требования

$$\Delta_1 \leq 1 + L_1 / 100$$

$$\Delta_3 \leq 1 + L_3 / 100$$

где L_1 и L_3 – измеряемые линейные размеры (в мкм) по оси Z:

$$L_1 = H_1 - \text{значение, определенное по п.7.3.2.5}$$

$$L_3 = H_3 - \text{значение, определенное по п.7.3.2.14}$$

7.3.2.22 Считать, что абсолютная погрешности измерений линейных размеров по оси Z на сшитых панорамных изображениях для объектива 10х находится внутри границ $\pm(5,0+L/100)$ мкм, установленных в описании типа (где L - измеряемая длина по оси Z в мкм), если удовлетворяются требования

$$\Delta_2 \leq 5 + L_2 / 100$$

$$\Delta_4 \leq 1 + L_4 / 100$$

где L_1 и L_3 – измеряемые линейные размеры (в мкм) по оси Z:

$$L_2 = H_2 - \text{значение, определенное по п.7.3.2.9}$$

$$L_4 = H_4 - \text{значение, определенное по п.7.3.2.19}$$

7.3.2.23 Результаты поверки по п.7.3.2 считать положительными, если выполнены требования п.п.7.3.2.21 и 7.3.2.22

7.3.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива

7.3.3.1 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-4 (объект-микрометр).

7.3.3.2 Последовательно провести измерения номинальных размеров объект-микрометра, указанных в таблице 3, вдоль осей сканирования X и Y, используя объективы, указанные в таблице 3 из имеющихся в наличии согласно комплекту поставки микроскопа. Для каждого номинального значения размера измерения провести 10 раз, результатом измерений считать среднее значение по 10-ти измерениям.

Таблица 3. Номинальные значения размеров объект-микрометра, подлежащие измерениям в зависимости от увеличения объектива.

Объектив	Номинальное значение размера объект-микрометра, мкм
10x	30
	200
	1000
20x	100
	600
50x	100
	250
100x	60
	120

7.3.3.3 Определить относительную погрешность измерений линейных размеров для каждого номинального размера из таблицы 3 по формуле:

$$\frac{\Delta L_i}{L_i} = \frac{|L_{ном} - L_i|}{L_{ном}} \times 100\%$$

где $L_{ном}$ – номинальное значение размера объект-микрометра из числа указанных в таблице 3,

L_i – среднее измеренное значение, соответствующее номинальному значению.

7.3.3.4 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К). Используя объектив с увеличением 50x, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 3-м шагам меры и определить его среднее значение $L_{(3)}$.

Определить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\frac{\Delta L_{(3)}}{L_{(3)}} = \frac{|3T_{МШПС} - L_{(3)}|}{3T_{МШПС}} \times 100\%$$

где $T_{МШПС}$ – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.3.5 Используя объектив с увеличением 100x, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 1-му шагу меры и определить его среднее значение $L_{(1)}$.

Определить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\frac{\Delta L_{(1)}}{L_{(1)}} = \frac{|T_{МШПС} - L_{(1)}|}{T_{МШПС}} \times 100\%$$

где $T_{\text{МШПС}}$ – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.3.6 Используя объектив с увеличением 20х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 8-ми шагам меры и определить его среднее значение $L_{(8)}$.

Определить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\frac{\Delta L_{(8)}}{L_{(8)}} = \frac{|8T_{\text{МШПС}} - L_{(8)}|}{8T_{\text{МШПС}}} \times 100\%$$

где $T_{\text{МШПС}}$ – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.3.7 Считать, что относительная погрешность измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива находится в пределах $\pm 1,5\%$, если для всех значений, полученных по п.7.3.3.3, выполняется условие $\Delta L_i/L_i < 1,5\%$, а также вы-

полнены условия $\frac{\Delta L_{(3)}}{L_{(3)}} < 1,5\%$, $\frac{\Delta L_{(1)}}{L_{(1)}} < 1,5\%$, $\frac{\Delta L_{(8)}}{L_{(8)}} < 1,5\%$.

При этом диапазоном измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива следует считать значения, указанные в таблице 4:

Таблица 4. Диапазон измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива в зависимости от используемого объектива микроскопа

Объектив	Диапазон измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива, мкм
-10х	от 30 до 1200
-20х	от 15 до 600
-50х	от 5 до 250
-100х	от 2 до 120

7.3.3.9 Микроскоп считается прошедшим этап поверки по п.7.3.3, если выполнены требования п. 7.3.3.7.

7.3.4 Определение СКО случайной составляющей погрешности измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива

7.3.4.1 Установить объектив с увеличением 20х.

7.3.4.2 Установить на столик образцов поверочный образец ПО-1 (Мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К). Получить изображение рельефной структуры ПО-1 в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024), содержащее выступы меры с №1 по №9. Запомнить полученное изображение.

7.3.4.3 Повторить операции по п.7.3.4.2, так чтобы общее количество изображений составило 10.

7.3.4.4 На изображениях, полученных по п.п.7.3.4.2 и 7.3.4.3, провести измерения расстояния в мкм, соответствующего 8 шагам (16 мкм) меры ПО-1, обозначив результат измерений как L_i , где i – номер изображения. Определить СКО случайной составляющей

погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY в пределах поля зрения объектива 20x по формуле:

$$CKO_1 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}$$

где $\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$, $n = 10$.

7.3.4.5 Установить объектив с увеличением 50x. Получить изображение рельефной структуры ПО-1 в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024), содержащее выступы меры с №1 по №9. Запомнить полученное изображение.

7.3.4.6 Повторить операции по п.7.3.4.5, так чтобы общее количество изображений составило 10.

7.3.4.7 На изображениях, полученных по п.п.7.3.4.5 и 7.3.4.6, провести измерения расстояния в мкм, соответствующего 8 шагам (16 мкм) меры ПО-1, обозначив результат измерений как L_i , где i – номер изображения. Определить СКО случайной составляющей погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY в пределах поля зрения объектива 50x по формуле:

$$CKO_2 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}$$

где $\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$, $n = 10$.

7.3.4.8 Установить объектив с увеличением 100x. Получить изображение рельефной структуры ПО-1 в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024), содержащее выступы меры с №1 по №9. Запомнить полученное изображение.

7.3.4.9 Повторить операции по п.7.3.4.8, так чтобы общее количество изображений составило 10.

7.3.4.10 На изображениях, полученных по п.п.7.3.4.8 и 7.3.4.9, провести измерения расстояния в мкм, соответствующего 8 шагам (16 мкм) меры ПО-1, обозначив результат измерений как L_i , где i – номер изображения. Определить СКО случайной составляющей погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY в пределах поля зрения объектива 100x по формуле:

$$CKO_3 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}$$

где $\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$, $n = 10$.

7.3.4.11 Результаты поверки по п.7.3.4 считать положительными, если выполнены условия:

$$CKO_1 \leq 0,05, CKO_2 \leq 0,04, CKO_3 \leq 0,02$$

7.3.5 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY на сшитых панорамных изображениях (для модификаций SAF и EAF)

7.3.5.1 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-5, установить объектив с увеличением 10х.

7.3.5.2 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 0 и 1 шкалы штриховой меры в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024). Запомнить полученное изображение.

7.3.5.3 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 1 и 2 шкалы штриховой меры.

7.3.5.4 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести сшивку изображений по пп. 7.3.5.2 и 7.3.5.3.

7.3.5.5 На полученном изображении измерить расстояние (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 2, обозначив результат измерений как L_2 .

7.3.5.6 Получить последовательно 10 изображений, каждое из которых включает штрихи меры с номерами m и $m+1$, где $m=0, 1, 2, \dots, 9$.

7.3.5.7 Произвести сшивку изображений, полученных по п.7.3.5.6.

7.3.5.8 На изображении, полученном по п.7.3.5.7, произвести измерение расстояния (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 10, обозначив результат измерений как L_{10} .

7.3.5.9 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 2 для двух сшитых изображений для объектива 10х по формуле:

$$\Delta_{2(10x)} = |L_2 - L_{0-2}|$$

где L_{0-2} - действительное значение интервала 0-2 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.10 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 10 для 10 сшитых изображений для объектива 10х по формуле:

$$\Delta_{10(10x)} = |L_2 - L_{0-10}|$$

где L_{0-10} - действительное значение интервала 0-10 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.11 Установить объектив с увеличением 20х.

7.3.5.12 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 0 и 1 шкалы штриховой меры в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024). Запомнить полученное изображение.

7.3.5.13 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 1 и 2 шкалы штриховой меры.

7.3.5.14 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести сшивку изображений по пп. 7.3.5.12 и 7.3.5.13.

7.3.5.15 На полученном изображении измерить расстояние (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 2, обозначив результат измерений как L_2 .

7.3.5.16 Получить последовательно 10 изображений, каждое из которых включает штрихи меры с номерами m и $m+1$, где $m=0, 1, 2, \dots, 9$.

7.3.5.17 Произвести сшивку изображений, полученных по п.7.3.5.16.

7.3.5.18 На изображении, полученном по п.7.3.5.17, произвести измерение расстояния (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 10, обозначив результат измерений как L_{10} .

7.3.5.19 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 2 для двух сшитых изображений для объектива 20x по формуле:

$$\Delta_{2(20x)} = |L_2 - L_{0-2}|$$

где L_{0-2} - действительное значение интервала 0-2 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.20 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 10 для 10 сшитых изображений для объектива 20x по формуле:

$$\Delta_{10(20x)} = |L_{10} - L_{0-10}|$$

где L_{0-10} - действительное значение интервала 0-10 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.21 Установить объектив с увеличением 50x.

7.3.5.22 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 0 и 1 шкалы штриховой меры в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024). Запомнить полученное изображение.

7.3.5.23 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 1 и 2 шкалы штриховой меры.

7.3.5.24 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести сшивку изображений по пп. 7.3.5.22 и 7.3.5.23.

7.3.5.25 На полученном изображении измерить расстояние (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 2, обозначив результат измерений как L_2 .

7.3.5.26 Получить последовательно 10 изображений, каждое из которых включает штрихи меры с номерами m и $m+1$, где $m=0, 1, 2, \dots, 9$.

7.3.5.27 Произвести сшивку изображений, полученных по п.7.3.5.26.

7.3.5.28 На изображении, полученном по п.7.3.5.27, произвести измерение расстояния (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 10, обозначив результат измерений как L_{10} .

7.3.5.29 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 2 для двух сшитых изображений для объектива 50x по формуле:

$$\Delta_{2(50x)} = |L_2 - L_{0-2}|$$

где L_{0-2} - действительное значение интервала 0-2 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.30 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 10 для 10 сшитых изображений для объектива 50x по формуле:

$$\Delta_{10(50x)} = |L_{10} - L_{0-10}|$$

где L_{0-10} - действительное значение интервала 0-10 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.31 Установить объектив с увеличением 100x.

7.3.5.32 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 0 и 1 шкалы штриховой меры в конфокальном режиме (режим сканирования 3D Fine, количество пикселей на изображении 1945x1024). Запомнить полученное изображение.

7.3.5.33 Получить изображение, включающее два соседних штриха с номерами 1 и 2 шкалы штриховой меры.

7.3.5.34 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести сшивку изображений по пп. 7.3.5.32 и 7.3.5.33.

7.3.5.35 На полученном изображении измерить расстояние (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 2, обозначив результат измерений как L_2 .

7.3.5.36 Получить последовательно 10 изображений, каждое из которых включает штрихи меры с номерами m и $m+1$, где $m=0, 1, 2, \dots, 9$.

7.3.5.37 Произвести сшивку изображений, полученных по п.7.3.5.336.

7.3.5.38 На изображении, полученном по п.7.3.5.37, произвести измерение расстояния (в мкм) между штрихами с номерами 0 и 10, обозначив результат измерений как L_{10} .

7.3.5.39 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 2 для двух сшитых изображений для объектива 100x по формуле:

$$\Delta_{2(100x)} = |L_2 - L_{0-2}|$$

где L_{0-2} - действительное значение интервала 0-2 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.40 Определить абсолютную погрешность измерений (в мкм) расстояния между двумя штрихами штриховой меры с номерами 0 и 10 для 10 сшитых изображений для объектива 100x по формуле:

$$\Delta_{10(100x)} = |L_{10} - L_{0-10}|$$

где L_{0-10} - действительное значение интервала 0-10 (в мкм), указанное в паспорте ПО-5.

7.3.5.41 Результаты поверки по п.7.3.5 считать положительными, если выполнены условия:

$$\begin{array}{cccc} \Delta_{2(10x)} \leq 25 & \Delta_{10(10x)} \leq 29 & \Delta_{2(20x)} \leq 16 & \Delta_{10(20x)} \leq 20 \\ \Delta_{2(50x)} \leq 10 & \Delta_{10(50x)} \leq 14 & \Delta_{2(100x)} \leq 8 & \Delta_{10(100x)} \leq 12 \end{array}$$

При этом абсолютная погрешность измерений линейных размеров в плоскости ХУ на сшитых панорамных изображениях находится в пределах (в мкм):

$$\begin{array}{l} \pm(24+L/2) \text{ для объектива } 10x; \\ \pm(15+L/2) \text{ для объектива } 20x; \\ \pm(9+L/2) \text{ для объектива } 50x; \\ \pm(7+L/2) \text{ для объектива } 100x \end{array}$$

(где L - измеряемая длина, мм).

7.3.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений параметров шероховатости R_a и R_z

7.3.6.1 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-6 (меру шероховатости эталонную ПРО-10 с номинальным параметром шероховатости $R_a = 0,025$ мкм). Установить объектив с увеличением 50x.

7.3.6.2 Получить изображение профиля рабочего участка меры в конфокальном режиме. Для получения необходимой длины измерения можно произвести сшивку изображений профиля. Запомнить полученное изображение.

7.3.6.3 По полученному изображению профиля провести измерения параметров шероховатости, используя значения фильтров профиля $\lambda_s = 2,5$ мкм и λ_c -указанный в паспорте поверочного образца. Определить значения параметров шероховатости $R_{a(1)}$ и $R_{z(1)}$, усредненные по результатам 10 измерений.

7.3.6.4 Определить абсолютную погрешность измерений шероховатости по параметру R_a на нижней границе диапазона измерений

$$\Delta_{a(1)} = |R_{a(1)} - R_{a(ПО-6)}|$$

где $R_{a(ПО-6)}$ - аттестованное значение поверочного образца ПО-6 по параметру R_a .

7.3.6.5 Определить абсолютную погрешность измерений шероховатости по параметру R_z на нижней границе диапазона измерений

$$\Delta_{z(1)} = |R_{z(1)} - R_{z(ПО-6)}|$$

где $R_{z(ПО-6)}$ - аттестованное значение поверочного образца ПО-6 по параметру R_z .

7.3.6.6 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-7 (меру шероховатости эталонную ПРО-10 с номинальным параметром шероховатости $R_a = 77$ мкм). Установить объектив с увеличением 10х.

7.3.6.7 Получить изображение профиля рабочего участка меры в конфокальном режиме. Для получения необходимой длины измерения можно произвести сшивку изображений профиля. Запомнить полученное изображение.

7.3.6.8 По полученному изображению профиля провести измерения параметров шероховатости, используя значения фильтров профиля $\lambda_s = 2,5$ мкм и λ_c –указанный в паспорте поверочного образца. Определить значения параметров шероховатости $R_{a(2)}$ и $R_{Z(2)}$, усредненные по результатам 10 измерений.

7.3.6.9 Определить абсолютную погрешность измерений шероховатости по параметру R_a на верхней границе диапазона измерений

$$\Delta_{a(2)} = |R_{a(2)} - R_{a(ПО-7)}|$$

где $R_{a(ПО-7)}$ – аттестованное значение поверочного образца ПО-7 по параметру R_a .

7.3.6.10 Определить абсолютную погрешность измерений шероховатости по параметру R_Z на верхней границе диапазона измерений

$$\Delta_{Z(2)} = |R_{Z(2)} - R_{Z(ПО-7)}|$$

где $R_{Z(ПО-7)}$ – аттестованное значение поверочного образца ПО-7 по параметру R_Z .

7.3.6.11 Считать, что абсолютная погрешность измерений шероховатости по параметру R_a находится внутри границ $\pm(0,003+0,04R_a)$ мкм, установленных в описании типа (где R_a - параметр шероховатости, мкм), если выполнены требования

$$\Delta_{a(1)} \leq (0,003 + 0,04R_{a(1)})$$

$$\Delta_{a(2)} \leq (0,003 + 0,04R_{a(2)})$$

7.3.6.12 Считать, что абсолютная погрешность измерений шероховатости по параметру R_Z находится внутри границ $\pm(0,006+0,04R_Z)$ мкм, установленных в описании типа (где R_Z - параметр шероховатости, мкм), если выполнены требования

$$\Delta_{Z(1)} \leq (0,006 + 0,04R_{Z(1)})$$

$$\Delta_{Z(2)} \leq (0,006 + 0,04R_{Z(2)})$$

7.3.6.13 Результаты поверки по п.7.3.6 считать положительными, если выполнены требования п.7.3.6.11 и п.7.3.6.12. При этом диапазоном измерений шероховатости по параметру R_a следует считать диапазон от 0,025 до 100 мкм, а по параметру R_Z от 0,05 до 200 мкм.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, который хранится в организации, проводившей поверку.

8.2 Прибор, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, признают годным к применению и на него выдают свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и на лицевую панель прибора в виде наклейки в соответствии с рисунком внешнего вида, приведенным в описании типа.

8.3 При отрицательных результатах поверки прибор запрещают к применению и выдают извещение о непригодности с указанием причин по установленной форме.

Начальник отдела АО «НИЦПВ» к.ф.-м.н.



Митюхляев В.Б.