ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

МЕТОДИКА
ПОВЕРКИ МИКРОИНТЕРФЕРОМЕТРА МИИ-4
МИ 120–77

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва — 1977

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС)

Руководитель темы К. А. Обрадович
Ответственный исполнитель Н. Н. Валуева

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС)

Начальник сектора К. А. Обрадович
Исполнитель Н. Н. Валуева

УТВЕРЖДЕНА секцией научно-технического совета Всесоюзного научно-исследовательского института метрологической службы (ВНИИМС) 30 ноября 1976 г. (протокол № 6)

УДК 535.854:531.717.8(089.6)

МЕТОДИКА
ПОВЕРКИ МИКРОИНТЕРФЕРОМЕТРА МИИ-4
МИ 120—77

Настоящая методика распространяется на микроинтерферометры с заводским обозначением МИИ-4, выпускаемые в соответствии с техническими условиями ТУ 3—3.1145—75, устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок и предназначена для применения в метрологических службах.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице.

Наименование операции	Номер пункта методики	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операций при		
			выпуске из производства	ремонте	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	3.1	—	Да	Нет	Нет
Опробование	3.2	—	Да	Да	Да
Определение увеличения микрообъектива с дополнительной линзой	3.3	Объект-микрометр типа ОМП по ГОСТ 7513—75, штангенциркуль по ГОСТ 166—73	Да	Да	Нет
Определение размеров линейного поля зрения в плоскости объекта	3.4	То же	Да	Да	Нет
Определение смещения изображения относительно центральной зоны	3.5	Масштабная линейка по ГОСТ 427—75, объект-микрометр типа ОМП по ГОСТ 7513—75	Да	Да	Да
Определение пределов перемещения и погрешности механизма перемещения предметного столика	3.6	Масштабная линейка по ГОСТ 427—75, стеклянная шкала 2-го разряда по ГОСТ 8.020—75	Да	Да	Да
Определение пределов перемещения микрометрической подачи механизма фокусировки и мертвого хода механизма	3.7	Глубиномер по ГОСТ 7470—67	Да	Да	Да

© Издательство стандартов, 1977

Продолжение

Наименование операции	Номер пункта методики	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операций при		
			выпуске из производства	ремонте	эксплуатации и хранении
Проверка резкости изображения интерференционных полос в монохроматическом и белом свете	3.8	Концевая мера длины по ГОСТ 9038—73	Да	Да	Да
Проверка смещения центра вращения интерференционных полос относительно центра сетки окуляра	3.9	Симметричный окуляр 15× по ТУ 3-3.871—74, концевая мера длины по ГОСТ 9038—73	Да	Да	Да
Проверка работы механизма изменения ширины и поворота интерференционных полос и механизма перемещения интерференционных полос	3.10	Микрометр окулярный винтовой типа МОВ по ГОСТ 7865—56, концевая мера длины по ГОСТ 9038—73	Да	Да	Да
Определение искривления интерференционных полос	3.11	То же	Да	Да	Да
Определение теплового смещения интерференционных полос	3.12	Микрометр окулярный винтовой типа МОВ по ГОСТ 7865—56, концевая мера длины по ГОСТ 9038—73, часы наручные по ГОСТ 10.733—73	Да	Да	Да
Проверка качества зеркала сравнения	3.13	—	Да	Да	Да
Проверка перпендикулярности стола к оптической оси микроскопа и центрировки стола	3.14	Симметричный окуляр 15× по ТУ 3-3.871—74, концевая мера длины по ГОСТ 9038—73	Да	Да	Да
Проверка резкости изображения полевой диафрагмы и смещения ее относительно центра сетки окуляра	3.15	Окуляр 7× со шкалой по ТУ 3-3.871—74, концевая мера длины по ГОСТ 9038—73	Да	Да	Да
Определение отклонения значения длины волны в максимуме пропускания интерференционного светофильтра от номинального	3.16	Спектрофотометр СФ-10, СФ-14 по МРТУ 3-753—68, СФ-18 по ТУ 3-3.1267—75	Да	Да	Да
Проверка качества изображения при фотографировании	3.17	—	Да	Да	Да
Определение случайной составляющей погрешности	3.18	Образцовая мера шероховатости типа ОМШ-МЗ-1 по ТУЮ-42.82.094	Да	Да	Да

Примечание. При проверке микроинтерферометра могут быть использованы концевые меры любого разряда минимальным значением от 1 до 30 мм.

С разрешения Госстандарта СССР допускается применять отдельные вновь разработанные и находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной метрологической службы и удовлетворяющие по точности требованиям методики.

2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1. Частота вынужденных гармонических вибраций, действующих на микроинтерферометр, не должна превышать 30 Гц. Амплитуда возможных вибраций при частоте 1—30 Гц должна соответствовать значениям от 0,01 до 0,003 мм. Для уменьшения влияния вибраций на объект измерения под основание прибора необходимо подложить амортизатор, прилагаемый к прибору.

2.2. Температура помещения, в котором проводят поверку, должна быть 20±2°С, относительная влажность воздуха — не более 80%.

2.3. С металлических и лакированных частей прибора необходимо удалить пыль чистой салфеткой. Пыль с поверхностей линзы винтового окулярного микрометра и фронтальной линзы объектива удалить беличьей кисточкой, при наличии жирных пятен — чистой батистовой или фланелевой салфеткой, смоченной спиртом или эфиром.

2.4. Питание электрической лампы осуществляется через прилагаемый к микроинтерферометру блок питания от сети переменного тока напряжением 220±10 В, частотой 50 Гц.

2.5. Поверку прибора следует начинать через 1,5 ч после его включения.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении внешнего осмотра необходимо установить соответствие микроинтерферометра следующим требованиям:

комплектность должна соответствовать указанной в описании прибора;

на наружных поверхностях не должно быть подтеков краски и лака, вмятин и других дефектов, ухудшающих внешний вид;

на металлических поверхностях деталей не должно быть забоин, заусенцев и следов коррозии;

на поверхностях оптических деталей не должно быть налетов;

все надписи, деления и цифры должны быть четкими и тщательно заполнены краской;

на объективе микроинтерферометра должно быть маркировано значение апертуры «0,65» и значение фокусного расстояния « 6,16».

3.2. Опробованием проверяют взаимодействие частей микроинтерферометра, соответствие их следующим требованиям:

движение всех подвижных частей, деталей и узлов должно быть плавным, без рывков и заеданий;

все съемные и сменные детали можно легко установить и снять, надежно закрепить;

все неподвижные детали и узлы должны быть надежно закреплены;

предметный столик должен свободно поворачиваться на 360°.

3.3. При проверке увеличения микрообъектива с дополнительной линзой на столик микроинтерферометра устанавливают объект-микрометр ОМП по ГОСТ 7513—75, а на визуальный тубус надевают винтовой окулярный микрометр, прилагаемый к прибору. Прибор фокусируется на шкалу объект-микрометра. Далее центр перекрестия винтового окулярного микрометра ориентируют так, чтобы направление его перемещения было перпендикулярно к штрихам объект-микрометра, и измеряют по шкале винтового окулярного микрометра расстояние A_1, соответствующее n делениям ОМП. Увеличение V объектива с дополнительной линзой вычисляют по формуле

$$V = \frac{A_1}{0{,}01 \cdot n}.$$

Значение V должно быть не менее 33,4.

Общее увеличение $\Gamma_{\text{виз}}$ микроинтерферометра вычисляют по формуле

$$\Gamma_{\text{виз}} = V \cdot \Gamma_{\text{ок}},$$

где $\Gamma_{\text{ок}}$ — увеличение окуляра окулярного винтового микрометра.

Значение $\Gamma_{\text{виз}}$ должно быть не менее 500.

Для определения увеличения при фотографировании изображение шкалы объектива-микрометра проецируют на матовое стекло, помещенное в плоскости фотопленки. Расстояние A_2 в миллиметрах, соответствующее n делениям ОМП, определяют штангенциркулем (ГОСТ 166—73) с помощью губок для внутренних измерений. Увеличение микроинтерферометра при фотографировании вычисляют по формуле

$$\Gamma_{\text{ф}} = \frac{A_2}{0{,}01 \cdot n}.$$

Значение $\Gamma_{\text{ф}}$ должно быть не менее 290.

Число делений n при определении V должно быть не меньше 10, а при определении $\Gamma_{\text{ф}}$ — не меньше 5.

3.4. При проверке размеров линейного поля зрения в плоскости объекта на столик микроинтерферометра устанавливают объект-микрометр ОМП и, так же как в п. 3.3, выполняют фокусировку на объект. Биштрих окулярного винтового микрометра устанавливают на числовую отметку шкалы «4», при этом перекрестие будет находиться в центре поля зрения. Вращая столик, штрихи ОМП располагают вдоль вертикальной нити перекрестия окулярного винтового микрометра. Далее по шкале ОМП измеряют размер линейного поля зрения (штрихи объект-микрометра должны быть

видны резко и четко). При наблюдении через винтовой окулярный микрометр должно быть видно не менее 32 штрихов, при наблюдении через окуляр 15× — не менее 37 штрихов.

При определении линейного поля зрения при фотографировании в плоскости фотопленки устанавливают матовое стекло, на котором должно быть видно не менее 8 штрихов объекта-микрометра вдоль меньшей стороны прямоугольника и не менее 12 штрихов вдоль большей стороны.

3.5. Для проверки смещения изображения относительно центральной зоны изображение объекта (точку шкалы объект-микрометра) совмещают с центром перекрестия окулярного винтового микрометра. Далее изображение переключают на фототубус и с помощью масштабной линейки ГОСТ 427—75 измеряют смещение изображения объекта относительно центральной зоны на матовом стекле.

Для этого определяют расстояние между изображением точки и краем матового стекла. Центральная зона на матовом стекле находится на расстоянии 12 мм от длинной стороны и на расстоянии 18 мм от короткой стороны. Смещение изображения, т. е. разность между расстоянием точки от края матового стекла и соответствующим расстоянием, определяющим центральную зону, не должно превышать 1 мм.

3.6. Погрешность микрометрических винтов перемещений столика определяют с помощью стеклянной шкалы 2-го разряда по ГОСТ 8.020—75, которую устанавливают на столик так, чтобы штрихи были перпендикулярны к направлению перемещения столика. Проверяемый винт перемещения столика устанавливают в крайнее положение, соответствующее нулевому отсчету. Центр перекрестия окулярного винтового микрометра совмещают с одним из штрихов шкалы.

Далее вращением барабана микрометрического винта столик перемещают на 1 мм до совмещения центра перекрестия со следующим штрихом шкалы. Отсчет по шкале микрометрического винта должен быть 1 мм. Проверку выполняют через каждый миллиметр во всем диапазоне перемещения столика. Несовпадение отсчета на каждом миллиметре не должно быть более трех делений шкалы барабанов (0,015 мм). Сначала проверяют один винт, затем шкалу разворачивают на 90° и проверяют другой винт.

Диапазон перемещения должен быть не менее 10 мм.

Во всем диапазоне перемещения столика при установленной шкале по барабану микрометрического механизма фокусировки определяют расфокусировку микроскопа. С этой целью прибор устанавливают на резкое изображение штриха шкалы при положении микрометрического винта перемещения столика на нулевом делении и снимают отсчет по барабану механизма фокусировки. Затем столик перемещают винтом на 10 мм. Прибор снова устанавливают, добиваясь резкого изображения предмета, и снимают

второй отсчет по барабану механизма фокусировки. Разность отсчетов не должна быть более 1,5 деления шкалы барабана.

3.7. При проверке пределов перемещения микрометрического механизма фокусировки используют глубиномер по ГОСТ 7470—67. Винт микрометрического механизма фокусировки устанавливают по шкале на отметку «0» и глубиномером измеряют расстояние от плоскости столика до объектива. Барабанчик микрометрического механизма фокусировки вращают вверх и вниз на 10 оборотов, каждый раз измеряя расстояние. Разность между расстояниями в крайних и среднем положениях барабана должна быть не менее 1,5 мм.

На столик микроинтерферометра устанавливают концевую меру и наблюдают полосы в белом свете. С помощью механизма поворота полос добиваются их горизонтального положения. Поворотом барабанчика механизма фокусировки белую ахроматическую полосу устанавливают в центре поля зрения. При этом положение барабанчика должно соответствовать приблизительно центру шкалы микрометрического механизма.

Мертвый ход микрометрического механизма фокусировки определяют как разность отсчетов по шкале барабана микрометрического винта при совмещении белой ахроматической полосы с центром перекрестия окулярного винтового микрометра путем вращения микрометрического винта сначала по часовой стрелке (первый отсчет), а затем против часовой стрелки (второй отсчет). Мертвый ход не должен превышать 0,5 деления шкалы барабана микрометрического винта.

3.8. Резкость изображения интерференционных полос и совпадение плоскости изображения объекта и интерференционных полос проверяют в белом свете. Прибор фокусируют на поверхность концевой меры при вертикальном положении стрелки на рукоятке, выключающей шторку, с помощью микрометрического механизма фокусировки, затем поворотом рукоятки стрелку приводят в горизонтальное положение.

В центре поля зрения должны появиться интерференционные полосы. При перефокусировке на резкое изображение интерференционных полос разность между отсчетами по шкале барабана микрометрического механизма фокусировки не должна превышать 0,5 деления. Для исключения мертвого хода фокусировку выполняют при вращении барабана в одном направлении.

Если при фокусировке на объект наиболее резкие и контрастные интерференционные полосы получают не в центре поля зрения, то следует отвернуть контргайку и, вращая винт, служащий для смещения интерференционных полос в поле зрения микроинтерферометра, привести полосы в центр. Затем снова проверить совпадение плоскости изображения объекта и интерференционных полос.

В центре поля зрения должна быть резко видна белая ахроматическая полоса, по обеим сторонам которой должны располагать-

ся две черные полосы, имеющие коричневые внутренние и синие наружные каймы, и за ними три-четыре цветные полосы. Допускается небольшая несимметричность окраски всех полос, при этом в наружных каймах двух черных полос допускается различие в окраске от синего до голубого оттенка. При положении ахроматической полосы в центре поля зрения и при интервале между полосами в фокальной плоскости окуляра 0,25 мм допускается снижение контрастности полос по краям поля на расстоянии 0,25 радиуса линейного поля зрения. Оценку снижения контрастности выполняют на глаз; интервал между полосами устанавливают по шкале симметричного окуляра 15× по ТУ 3-3.871—74. В монохроматическом свете должно быть видно не менее 20 резких полос при том же интервале между полосами.

Изображение поверхности концевой меры и интерференционных полос в белом и монохроматическом свете должно быть одинаково четким при использовании как винтового окулярного микрометра, так и симметричного окуляра 15×. Для проверки этого положения прибор фокусируют на резкость изображения объекта и интерференционных полос с винтовым окулярным микрометром МОВ-1-15× по ГОСТ 7865—56, после чего его заменяют симметричным окуляром 15× по ТУ 3-3.871—74 с переходной втулкой; резкость изображения объекта и полос должна быть той же.

3.9. Смещение центра вращения интерференционных полос относительно центра сетки окуляра проверяют, измеряя смещение белой ахроматической полосы относительно перекрестия симметричного окуляра 15× при вращении винта, изменяющего направление интерференционных полос. Сначала микрометрическим механизмом фокусировки белую ахроматическую полосу устанавливают в центре поля зрения, затем, вращая винт, изменяющий направление интерференционных полос, наблюдают смещение центра белой полосы относительно центра перекрестия. Смещение не должно превышать 25 делений шкалы окуляра (2,5 мм в фокальной плоскости окуляра).

3.10. Механизм изменения ширины интерференционных полос проверяют, плавно вращая рукоятку, изменяющую ширину полосы, при этом должна обеспечиваться возможность получить в одном из положений механизма только одну полосу в поле зрения окуляра. Механизм поворота полос должен обеспечивать поворот интерференционных полос на 90°.

Регулировочный винт интерференционной головки должен обеспечить возможность перемещать полосы от центра не менее чем на 0,75 радиуса линейного поля зрения, что проверяют, измеряя перемещение полос с помощью винтового окулярного микрометра.

3.11. Искривление интерференционных полос оценивают по значению стрелки прогиба интерференционной полосы при установленной концевой мере. Стрелку прогиба измеряют при горизонтальном положении полос в поле зрения, в монохроматическом свете, с помощью окулярного винтового микрометра. Горизонтальную нить

перекрестия сначала наводят на центр полосы (отсчет b_1), затем на края той же полосы (отсчет b_2) и на центр соседней полосы (отсчет b_3).

Отношение $[(b_1-b_2)/(b_1-b_3)] \leqslant 0{,}15$.

3.12. Перед проверкой смещения интерференционных полос во времени прибор выключают на 30 мин. Смещение интерференционных полос во времени проверяют с помощью винтового окулярного микрометра в белом свете через 75 мин после вторичного включения прибора и установки в качестве объекта концевой меры. Нить перекрестия микрометра устанавливают на одну из черных интерференционных полос и через 15 мин (время отсчитывают по наручным часам ГОСТ 10.733—73) проверяют смещение этой полосы относительно первоначального положения. В течение этого интервала времени допускается смещение не более чем на одну полосу. В процессе измерения допускается изменение температуры в помещении на 0,2°С.

3.13. Качество зеркала сравнения проверяют при наблюдении в окуляр прибора без объекта при горизонтальном положении стрелки на рукоятке, включающей шторку. Если при вращении окуляра наблюдаемые точки неподвижны, то они расположены на зеркале сравнения. Допускается наличие отдельных точек на зеркале, видимых в поле зрения, если они не сосредоточены в одном месте и не искривляют изображения интерференционных полос.

3.14. Перпендикулярность плоскости стола к оптической оси микроскопа и постоянство установленного интервала между полосами при вращении столика проверяют по шкале симметричного окуляра 15$^\times$ при установленной концевой мере. Измеряют расстояние между полосами в четырех положениях столика (при повороте столика приблизительно на 90, 180, 270 и 360°). Вычисляют относительную разность Δ между максимальным a_{max} и минимальным a_{min} из четырех значений интервала:

$$\Delta = \frac{a_{max} - a_{min}}{a_{max}}.$$

Значение Δ должно быть не более 0,1.

Центрировку столика определяют по максимальному смещению изображения точки объекта при вращении столика вокруг вертикальной оси. Прибор фокусируют на поверхность концевой меры при вертикальном положении стрелки на рукоятке, включающей шторку. Изображение какой-либо точки на поверхности совмещают с перекрестием симметричного окуляра и наблюдают смещение изображения этой точки относительно центра перекрестия при вращении столика. Значение смещения измеряют по шкале окуляра. Смещение не должно превышать 14 делений шкалы.

3.15. При проверке резкости изображения полевой диафрагмы устанавливают на столик концевую меру и микроинтерферометр фокусируют сначала на поверхность меры, затем на полевую диафрагму, т. е. на резкое изображение контура поля зрения. При

проверке используют окуляр 7×. По разности отсчетов по барабану микрометрического механизма фокусировки определяют несовпадение плоскости изображения полевой диафрагмы с плоскостью изображения объекта. Разность отсчетов не должна превышать двух делений шкалы барабана микрометрического механизма фокусировки. Смещение центра полевой диафрагмы относительно центра поля зрения окуляра определяют с помощью окуляра 7× со шкалой. Смещение центра полевой диафрагмы относительно центра перекрестия окуляра не должна превышать трех делений шкалы окуляра.

3.16. При определении отклонения значения длины волны λ в максимуме пропускания интерференционного светофильтра на спектрофотометре СФ-10, СФ-14 МРТУ 3-753—63 или СФ-18 ТУ 3-3.1267—75 записывают кривую спектрального пропускания светофильтра. Запись делают пять раз на скорости 1 при входной и выходной щелях № 1, при этом при каждой последующей записи светофильтр вставляют в держатель, повернув на 90° относительно прежнего положения. С помощью ирисовой диафрагмы добиваются минимального диаметра пучка, проходящего через светофильтр. Перед измерением светофильтр протирают спиртом и вытирают батистовой салфеткой.

λ_{max} определяют по шкале прибора и среднее значение λ_{max} сравнивают со значением λ_{max}, указанным в паспорте. Если разность этих значений превышает 1 нм, в свидетельстве на прибор указывают новое значение длины волны.

3.17. Качество изображения при фотографировании проверяют выборочно при фотографировании на кинопленку КН-1 или КН-2 фотоаппаратом «Зоркий-4К». В качестве объекта целесообразно использовать зеркало с наружным покрытием или объект-микрометр. Пробные снимки по качеству изображения должны соответствовать снимкам, принятым за образцовые.

3.18. Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определяют с помощью образцовых мер шероховатости в монохроматическом свете. На столик прибора помещают образцовую меру шероховатости ОМШ-МЗ-1 с высотой неровностей 0,8 мкм. Выполняют 25 измерений высоты одной и той же неровности в одном сечении, меняя каждый раз настройку прибора. По результатам измерений вычисляют оценку S среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности по формуле

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(H_i-\bar{H})^2}{n-1}},$$

где H_i — значение высоты неровности, соответствующее i-му измерению;

$\bar{H}$ — среднее значение высоты неровности;

n — число измерений.

Для вычисления S результаты измерений целесообразно представить в форме таблицы:

№ п/п	H_i	$H_i - \overline{H}$	$(H_i - \overline{H})^2$
1			
⋮			
25			

$$\sum_{1}^{25} H_i =$$

$$\overline{H} = \frac{\Sigma H_i}{n} = \frac{\Sigma H_i}{25} =$$

$$\sum_{1}^{25} (H_i - \overline{H})^2 =$$

$$S_{H_i} = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{25} (H_i - \overline{H})^2}{24}} =$$

Вычисленная оценка среднего квадратического отклонения не должна превышать 0,04 мкм.

4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

4.1. На микроинтерферометры, признанные годными при поверке органами государственной метрологической службы, выдают свидетельства установленной формы.

4.2. Результаты поверки микроинтерферометров технический контроль предприятия-изготовителя заносит в аттестат прибора.

4.3. Результаты ведомственной поверки заносят в документ, форма которого согласована с органами государственного надзора.

4.5. Микроинтерферометры, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к выпуску и применению не допускаются.

Методика поверки микроинтерферометра МИИ-4 МИ 120—77

Редактор *С. Я. Рыско*
Технический редактор *В. Ю. Смирнова*
Корректор *В. Ф. Малютина*

Т—19821 Сдано в набор 22.05.77 Подп. в печ. 11.11.77 0,75 п. л. 0,77 уч.-изд. л. Изд. №5178/4
Тир. 3000 Цена 5 коп.

gost.e-ecolog.ru

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557 Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1679