

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

М.П. Ланшинов В. А.
«04» апреля 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Микрометры Miyamoto metrology

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-732-2025

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на микрометры Miyamoto metrology (далее – микрометры), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблицах А.1-А.7 Приложения А.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин поверяемому средству измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 мм и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 от следующего государственного первичного эталона: ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

1.4 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

2. Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверки	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений			8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9
Определение измерительного усилия и его колебания	Да	Нет	9.1
Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей микрометров ¹⁾	Да	Да	9.2
Определение отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров ²⁾	Да	Да	9.3
Определение абсолютной погрешности измерений микрометров	Да	Да	9.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение отклонения длины от номинального размера и отклонения от плоскопараллельности измерительных поверхностей установочных мер	Да	Да	9.5
¹⁾ Кроме модификаций 2211-25C, 2211-251C, 2231-25C, 2231-251C, 2231-252C, 2511-25A, 2511-25B, 2531-25B, 2531-25C, 2532-50A; ²⁾ Кроме моделей 2211 (модификаций 2211-25B, 2211-25C, 2211-251B, 2211-252B, 2211-253B, 2211-251C), 2212, 2231 (модификаций 2231-25B, 2231-251B, 2231-252B, 2231-253B, 2231-25C, 2231-251C, 2231-252C), 2511, 2531, 2532			

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лаборатории должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от + 15 °C до + 25 °C;
- относительная влажность воздуха не более 80%.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 2 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 3 %	Измеритель влажности и температуры, исполнение ИВТМ-7М 5-Д, рег. № 71394-18
п. 9.1 Определение измерительного усилия и его колебания	Средства измерений массы в диапазоне измерений от 0,5 до 1,5 кг, КТ (III) ГОСТ OIML R 76-1-2011	Весы рычажные настольные циферблатные ВРНЦ10, рег. № 23740-02;
п. 9.2 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей микрометров	Пластина плоская стеклянная, диаметр пластины не менее 60 мм, отклонение от плоскостности не более 0,09 мкм	Пластины плоские стеклянные 2-го класса ПИ60, рег. №197-70

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9.3 Определение отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров	Пластины плоскопараллельные стеклянные ПМ-15, ПМ-40, ПМ-65, ПМ-90, отклонение от взаимной параллельности измерительных плоскостей пластин не должна превышать 0,6 мкм для ПМ-15, 0,8 мкм – для ПМ-40 и ПМ-65, 1,0 мкм – для ПМ-90	Пластины плоскопараллельные стеклянные ПМ-15, ПМ-40, ПМ-65, ПМ-90, рег. № 589-74
п. 9.3 Определение отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров;	Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные	Меры длины, типа МКП, набор №21, рег. № 1712-76; Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, набор №9, рег. № 51838-12
п. 9.4 Определение абсолютной погрешности измерений микрометров		Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, набор №3, рег. № 51838-12
п. 9.5 Определение отклонения длины от номинального размера и отклонения от плоскопараллельности измерительных поверхностей установочных мер	Средство измерений наружных и внутренних размеров мер и изделий – машина оптико-механическая для измерения длин, диапазон измерений от 0 до 2000 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,3+L/1000)$, мкм, где L – в мм; Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные;	Машина оптико-механическая для измерения длин концевых ИЗМ-11, рег. №1353-60; Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, набор №3, рег. № 51838-12; Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, набор №9, рег. № 51838-12
Вспомогательное оборудование		
п. 9.1 Определение измерительного усилия и его колебания	Стойка малогабаритная для измерительных головок с ценой деления 0,001 – 0,01 мм типа С-II-28-125×125 по ГОСТ 10197-70; Кронштейн в соответствии с приложением Б	Стойка вертикальная для микрометров 156-102, MITUTOYO; Кронштейн
п. 9.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений микрометров	Приспособление для определения погрешности микрометрического устройства (Приложение Д)	Приспособление для поверки микрометров Вега-ПК-810 («Лягушка»)
Примечание – допускается использовать при поверки другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- наличие маркировки и комплектности в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- наличие стопорного устройства для микрометрического винта (если предусмотрено конструкцией);
- наличие теплоизоляционных накладок на скобах микрометров (если предусмотрено конструкцией);
- отсутствие механических повреждений на измерительных и других наружных поверхностях деталей, влияющих на эксплуатационные качества;
- соответствие цены деления (дискретности отсчета) заявленным в таблицах А.1 – А.7 Приложения А.

При внешнем осмотре также проверяют: четкость нанесения штрихов и цифр на шкалах стебля и барабана, отсутствие дефектов на микрометрической головке, препятствующих отсчету или ухудшающих внешний вид.

Микрометр считается прошедшим внешний осмотр, если выполняются требования, приведенные в п. 7.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки смазанные части микрометра должны быть промыты авиационным бензином по ГОСТ 1012-2013 или другим моющим средством для промывки и обезжиривания, протерты чистой салфеткой.

8.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением поверки поверяемое средство измерений, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 3 часов в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют:

- плавность перемещения барабана микрометра вдоль стебля;
- отсутствие вращения микрометрического винта, закрепленного стопорным устройством, после приложения момента, передаваемого устройством (трещоткой), обеспечивающим измерительное усилие (при этом показания микрометров не должны изменяться);

- неизменность положения закрепленной регулируемой или сменной пятки – отсутствие радиального и/или осевого качения (для моделей 2113, 2114, 2135).

8.2.2 Для микрометров с цифровым отсчетным устройством дополнительно проверить:

- качество индикации цифрового отсчетного устройства – индикация должна быть четкой, не иметь разрывов и быть равномерно заполненной;
- отсутствие на ЖК экране микрометров дефектов, препятствующих или искажающих отсчеты показаний.

- работоспособность кнопок управления цифрового отсчетного устройства.

8.2.3 Результаты опробования считать положительными, если обеспечивается выполнение требований, приведенных в п. п. 8.2.1 – 8.2.2.

9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение измерительного усилия и его колебания

Измерительное усилие микрометра определяют с помощью весов на двух различных участках шкалы стебля микрометра (ближе к началу и к концу шкалы). Схема определения измерительного усилия микрометра представлена в Приложении В.

Определение измерительного усилия должно производиться при контакте измерительной поверхности микрометрического винта с плоской поверхностью весов.

Микрометры закрепляют в стойке при помощи кронштейна (см. Приложение Б) в таком положении, чтобы микрометрический винт занимал вертикальное положение.

Вращая микрометрический винт до проскальзывания трещотки, определяют значение измерительного усилия по показанию весов.

Полученное значение массы в граммах, деленное на 100 (коэффициента пересчета показаний весов в значения измерительного усилия в Ньютонах), равно измерительному усилию микрометра в Ньютонах.

Колебание измерительного усилия определяется как разность значений измерительного усилия на двух различных участках стебля.

Измерительное усилие микрометров должно соответствовать значениям, приведенным в таблице А.8 Приложения А.

Колебание измерительного усилия не должно превышать значения, приведенного в таблице А.8 Приложения А.

Если перечисленные требования не выполняются, микрометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.2 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей микрометров

Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей микрометров определяют интерференционным методом при помощи плоской стеклянной пластины.

Стеклянную пластину накладывают на проверяемую поверхность. При этом добиваются такого контакта, при котором наблюдалось бы наименьшее число интерференционных полос (колец).

Отклонение от плоскостности определяют по числу наблюдаемых интерференционных полос (колец), при этом одна полоса соответствует отклонению от плоскостности 0,3 мкм. Отсчет следует производить, отступив 0,5 мм от края измерительной поверхности.

На рисунках 1 – 3 приведены увеличенные изображения картины интерференционных полос (колец) при различных формах отклонений от плоскостности измерительной поверхности микрометра. Во всех приведенных случаях отсчет полос (колец) равен 2.

На рисунке 1 измерительная поверхность представляет собой сферу и интерференционные кольца *б* и *в* ограничены окружностями (контакт в точке *а*). Кольцо *г* так же, как и полосы *г* и *е* на рисунке 2 и *г* и *ж* на рисунке 3 во внимание не принимаются, поскольку они расположены от края измерительной поверхности на расстоянии менее 0,5 мм.

На рисунке 2 контакт стеклянной пластины с измерительной поверхностью микрометра также осуществляется в одной точке, однако радиус кривизны измерительной поверхности в сечении *х-х* больше, чем в сечении *у-у*. Здесь кольцо *б* считается первой полосой, а полосы *в* и *д* принимаются за одну полосу (кольцо), поскольку при большей измерительной поверхности микрометра эти полосы соединились бы.

На рисунке 3 контакт стеклянной пластины с измерительной поверхностью микрометра, которая представляет собой цилиндрическую поверхность, осуществляется по линии *а*. Здесь

полосы ограничены прямыми линиями и так же, как полосы *б* и *д* в предыдущем случае, каждая пара полос (*б-д* и *в-е*) считается соответственно одной полосой.

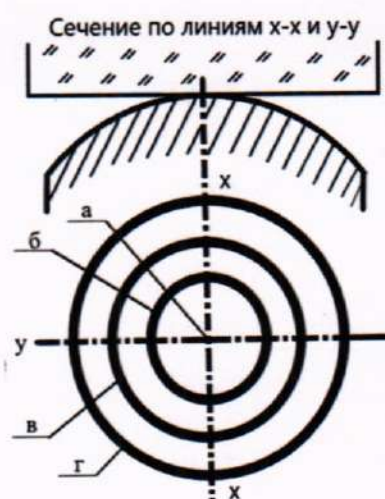


Рисунок 1 – Картина интерференционных колец

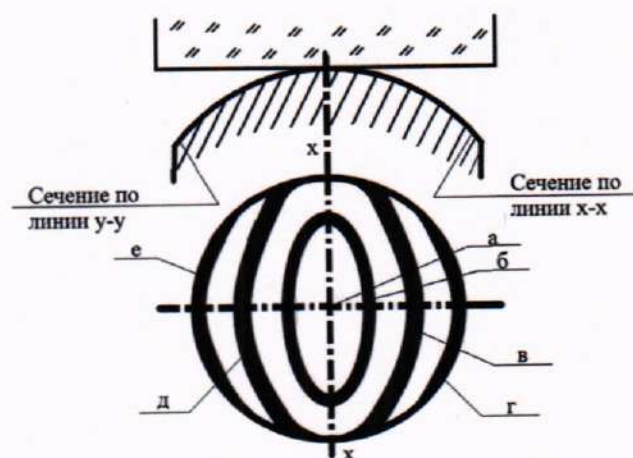


Рисунок 2 – Картина интерференционных полос

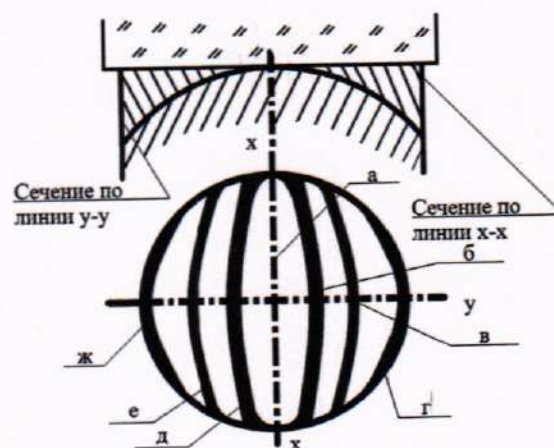


Рисунок 3 – Картина интерференционных полос

Если по обе стороны от точки (линии) контакта будет наблюдаться неодинаковое число полос, то отсчет полос производится на той стороне, где число видимых полос будет больше.

Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей микromетров не должно превышать значений, приведённых в таблицах А.1 – А.7 Приложения А.

Если перечисленные требования не выполняются, микрометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.3 Определение отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров

Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров с диапазоном измерений свыше 10 мм до 100 мм включительно определяют при помощи стеклянных плоскопараллельных пластин, а до 10 мм включительно и свыше 100 мм – при помощи концевых мер длины при незакрепленном стопорном винте.

9.3.1. Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров с диапазоном измерений свыше 10 мм до 100 мм определяют интерференционным методом по четырем стеклянным плоскопараллельным пластинам, размеры которых отличаются друг от друга на значение, соответствующее $\frac{1}{4}$ оборота микрометрического винта.

Приведя пластину в контакт с измерительными поверхностями микрометра, при использовании устройства, обеспечивающего измерительное усилие, добиваются такого положения, при котором была бы наименьшая сумма полос на обеих измерительных поверхностях. Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей определяется наибольшей из сумм интерференционных полос, подсчитанной для каждой из четырех стеклянных пластин, при этом одна полоса соответствует отклонению от параллельности 0,3 мкм. (аналогично п. 9.2)

Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров не должно превышать значений, приведённых в таблицах А.1 – А.7 Приложения А.

9.3.2. Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометров с диапазоном измерений до 10 мм включительно и свыше 100 мм определяют по концевым мерам длины или блокам концевых мер, размеры которых отличаются друг от друга на значение, соответствующее $\frac{1}{4}$ оборота микрометрического винта.

Для микрометров с диапазоном измерений свыше 100 мм, концевую меру или блок концевых мер последовательно устанавливают между измерительными поверхностями в положении 1, 2, 3, 4 на расстоянии b от края измерительной поверхности, как показано на рисунке 4. Для микрометров с диапазоном измерений до 10 мм включительно, концевую меру или блок концевых мер последовательно устанавливают между измерительными поверхностями в положении 2, 3, 4 на расстоянии b от края измерительной поверхности, как показано на рисунке 4. Затем подводят измерительные поверхности микрометра при использовании трещотки.

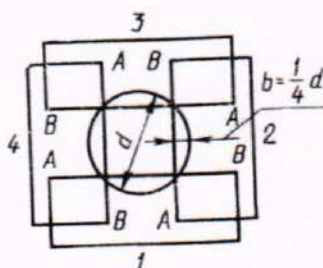


Рисунок 4 – Расположение концевой меры относительно измерительной поверхности микрометра

Для исключения влияния отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей концевых мер, их устанавливают между измерительными поверхностями микрометра одним и тем же краем АВ.

Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей микрометра для каждого размера меры (блока концевых мер) определяется как наибольшая разность показаний микрометра при четырех положениях меры для микрометров свыше 100 мм и при трех положениях меры для микрометров до 10 мм включительно.

Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей в каждом из четырех положений микрометрического винта не должно превышать значений, указанных в таблицах А.1 – А.7 Приложения А.

Если перечисленные требования не выполняются, микрометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений микрометров

9.4.1 Абсолютную погрешность измерений микрометров определяют при помощи концевых мер длины (блоков концевых мер длины) в пяти (не менее) равномерно расположенных точках шкалы микрометра.

Точки, в которых рекомендуется производить измерения, указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Рекомендуемые точки определения абсолютной погрешности измерений микрометров

Диапазон измерений микрометра, мм	Рекомендуемые номинальные значения размеров концевых мер длины, используемых при поверке
от 0 до 10	2; 4; 6; 8; 10
от 0 до 15	2; 5; 8; 10; 15
от 0 до 25	5,12; 10,24; 15,36; 21,50; 25,00
от 0 до 50	10,24; 21,50; 30,12; 40,36; 50,00
от А до (А + 25)	А + 5,12; А + 10,24; А + 15,36; А + 21,50; А + 25,00
Примечания:	
1 Введены следующие обозначения: А – нижний предел измерений поверяемого микрометра.	
2 Для микрометров моделей 2113, 2114, 2135 с нижним пределом измерений отличным от нуля, параметр А – равен номинальному значению любой установочной меры, входящих в комплект.	

Перед проведением операции по п. 9.4 настоящей методики поверки, необходимо проверить правильность установки микрометра на нуль в соответствии с процедурой, описанной в п. 7.2 паспорта на микрометр.

Абсолютную погрешность измерений микрометрических головок (моделей 2511, 2531, 2532) определяют по концевым мерам длины по схеме, указанной в приложении Г.

Микрометром однократно измерить каждую концевую меру (блок концевых мер) длины. Вычислить абсолютную погрешность измерений микрометра Δ , мм, для каждой точки по формуле (1):

$$\Delta = L_{\text{изм}} - L_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{изм}}$ – измеренное значение по микрометру, мм;

$L_{\text{эт}}$ – действительное значение концевой меры (блока концевых мер) длины, мм

9.4.2. Абсолютную погрешность измерений микрометров с диапазоном измерений более 100 мм допускается определять с помощью дополнительного приспособления для поверки микрометров (Приложение Д), которое закрепляют на скобе микрометра. Регулируемая пятка приспособления и микрометрический винт микрометра должны быть соосны. Регулируя пятку приспособления, добиваются такого ее положения, которое соответствует нулевому отсчету по шкале микрометра при вращении микрометрического винта до упора в пятку после ее закрепления. Затем производят поверку по процедурам, описанным выше, при этом, при выборе номинальных значений размеров концевых мер длины по таблице 3 не учитывают параметр А.

Абсолютная погрешность измерений микрометра не должна превышать значений, указанных в таблицах А.1 – А.7 Приложения А.

Если перечисленные требования не выполняются, микрометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.5 Определение отклонения длины от номинального размера и отклонения от плоскопараллельности измерительных поверхностей установочных мер

Отклонение длины от номинального размера и отклонение от плоскопараллельности измерительных поверхностей установочных мер определяют сравнением установочных мер с концевыми мерами длины (блоками концевых мер длины) соответствующих размеров.

9.5.1. Установочные меры с плоскими измерительными поверхностями проверяют на оптико-механической машине (длиномере) с использованием сферических наконечников, добиваясь наименьших показаний прибора при покачивании меры вокруг горизонтальной и вертикальной осей.

Отклонение длины установочной меры от номинального размера определяют в средней точке 2 и в четырех точках 1, 3, 4 и 5, расположенных на расстоянии 0,7 – 1 мм от края измерительной поверхности (рисунок 5).

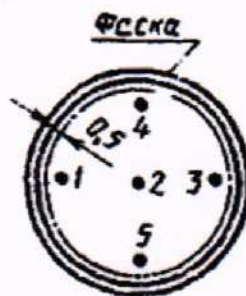


Рисунок 5 – Определение отклонения длины установочных мер от номинального размера и отклонения от плоскопараллельности

За отклонение от плоскопараллельности плоских измерительных поверхностей установочных мер принимают наибольшую по абсолютному значению разность между наибольшим и наименьшим из отсчетов в точках 1, 2, 3, 4 и 5.

9.5.2. Установочные меры со сферическими измерительными поверхностями проверяют на оптико-механической машине (длиномере) с использованием плоских наконечников, добиваясь наибольших показаний прибора при покачивании меры вокруг горизонтальной и вертикальной осей. Поверяемую установочную меру устанавливают в этом случае на двух опорах, расположенных на расстоянии 0,21 L от концов меры, где L – номинальная длина установочной меры.

Отклонение длины установочных мер от номинальных размеров рассчитывают по формуле (2):

$$\Delta = L_{эти} - L_{ном} \quad (2)$$

где $L_{эти}$ – i-тое действительное значение длины установочной меры по оптико-механической машине, мм;

$L_{ном}$ – номинальный размер установочной меры, мм

За отклонение длины установочной меры со сферическими измерительными поверхностями от номинального размера принимают наибольшее по абсолютному значению отклонение из пяти полученных.

Отклонение длины установочных мер от номинального размера и отклонение от плоскопараллельности измерительных поверхностей не должны превышать значений, приведённых в таблице А.9 Приложения А.

Если перечисленные требования не выполняются, микрометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Сведения о результате и объеме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



О.В. Санаева

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики микрометров Miyamotometrology

Таблица А.1 – Метрологические характеристики микрометров с отсчетом по шкалам стебля и барабана

Таблица 1						
Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2112	2112-25	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
	2112-50	от 25 до 50		±4		
	2112-75	от 50 до 75		±5	3,0	
	2112-100	от 75 до 100		±5		
	2112-125	от 100 до 125		±6		
	2112-150	от 125 до 150		±6	4,0	
	2112-175	от 150 до 175		±7		
	2112-200	от 175 до 200		±7		
	2112-225	от 200 до 225		±8		
	2112-250	от 225 до 250		±8	5,0	
	2112-275	от 250 до 275		±9		
	2112-300	от 275 до 300		±9		
2113	2113-50	от 0 до 50	0,01	±4	3,0	0,6
	2113-100	от 0 до 100		±5	4,0	
	2113-150	от 0 до 150		±6		
	2113-200	от 100 до 200		±7	5,0	
	2113-300	от 150 до 300		±9	6,0	
	2113-150A	от 50 до 150		±6	4,0	
	2113-300A	от 200 до 300		±9	6,0	
	2113-400	от 300 до 400		±11	7,0	
	2113-500	от 400 до 500		±13	8,0	
	2113-600	от 500 до 600		±14	10,0	1,0
	2113-700	от 600 до 700		±16	12,0	
	2113-800	от 700 до 800		±18	14,0	
	2113-900	от 800 до 900		±20	16,0	
	2113-1000	от 900 до 1000		±22	18,0	
2114	2114-400	от 300 до 400	0,01	±11	7,0	
	2114-500	от 400 до 500		±13	8,0	
	2114-600	от 500 до 600		±14	10,0	1,0
	2114-700	от 600 до 700		±16	12,0	
	2114-800	от 700 до 800		±18	14,0	
	2114-900	от 800 до 900		±20	16,0	
	2114-1000	от 900 до 1000		±22	18,0	
	2114-1200	от 1000 до 1200		±22	20,0	
	2114-1400	от 1200 до 1400		±24	22,0	
	2114-1600	от 1400 до 1600		±28	26,0	
	2114-1800	от 1600 до 1800		±31	29,0	
	2114-2000	от 1800 до 2000		±34	32,0	
2115	2115-10	от 0 до 10	0,01	±4	2,0	0,6

Продолжение таблицы А.1

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2116	2116-25	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
	2116-50	от 25 до 50		±4		
	2116-75	от 50 до 75		±5	3,0	
	2116-100	от 75 до 100		±5		
2117	2117-25	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
2119	2119-25	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
	2119-50	от 25 до 50		±4		
	2119-75	от 50 до 75		±5	3,0	
	2119-100	от 75 до 100		±5		
	2119-125	от 100 до 125		±6		
	2119-150	от 125 до 150		±6	4,0	
	2119-175	от 150 до 175		±7		
	2119-200	от 175 до 200		±7		
2121	2121-25	от 0 до 25	0,001	±4	1,0	0,6
	2121-50	от 25 до 50		±4	1,5	
	2121-75	от 50 до 75		±5	2,0	
	2121-100	от 75 до 100		±5		
	2121-125	от 100 до 125		±6	3,0	
	2121-150	от 125 до 150		±6		
	2121-175	от 150 до 175		±7	4,0	
	2121-200	от 175 до 200		±7		
2211	2211-25A	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
	2211-25B	от 0 до 25		±4	—	0,6 ¹⁾
	2211-25C	от 0 до 25		±4		—
	2211-251A	от 0 до 25		±7	6,0	0,3
	2211-251B	от 0 до 25		±7	—	0,3 ¹⁾
	2211-252B	от 0 до 25		±7		
	2211-253B	от 0 до 25		±10		
	2211-251C	от 0 до 25		±7	—	
2212	2212-15	от 0 до 15	0,01	±4	—	0,6 ¹⁾
	2212-25	от 0 до 25		±4		
	2212-50	от 0 до 50		±5		
2411	2411-25	от 0 до 25	0,01	±4	4,0	1,0
	2411-50	от 25 до 50		±4		
	2411-75	от 50 до 75		±5	5,0	
	2411-100	от 75 до 100		±5		
	2411-125	от 100 до 125		±6	6,0	
	2411-150	от 125 до 150		±6		
	2411-175	от 150 до 175		±7		
	2411-200	от 175 до 200		±7		
2412	2412-25	от 0 до 25	0,01	±4	4,0	1,0
	2412-50	от 25 до 50		±4		
	2412-75	от 50 до 75		±5	5,0	
	2412-100	от 75 до 100		±5		

Продолжение таблицы А.1

продолжение таблицы А.1

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2412	2412-125	от 100 до 125	0,01	±6	6,0	1,0
	2412-150	от 125 до 150		±6		
2511	2511-25	от 0 до 25	0,01	±3	-	0,6
	2511-25A	от 0 до 25		±3		-
	2511-25B	от 0 до 25		±3		0,6
	2511-25C	от 0 до 25		±3		
	2511-25D	от 0 до 25		±3		
	2511-25E	от 0 до 25		±3		
	2511-50	от 0 до 50		±5		
	2511-50A	от 0 до 50		±5		
1) Допуск плоскостности измерительных поверхностей для микрометрического винта						

Таблица А.2 – Метрологические характеристики наборов микрометров с отсчетом по шкалам стебля и барабана

стеоля и барабана

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2611	2611-75	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4		
		от 50 до 75		±5	3,0	
	2611-100	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4	3,0	
		от 50 до 75		±5		
		от 75 до 100		±5		
	2611-150	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4	3,0	
		от 50 до 75		±5		
		от 75 до 100		±5		
		от 100 до 125		±6		
		от 125 до 150		±6		
	2611-300A	от 150 до 175	0,01	±7	4,0	0,6
		от 175 до 200		±7		
		от 200 до 225		±8		
		от 225 до 250		±8	5,0	
		от 250 до 275		±9		
		от 275 до 300		±9		
	2611-300	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4	3,0	
		от 50 до 75		±5		
		от 75 до 100		±5		
		от 100 до 125		±6		

Продолжение таблицы А.2

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2611	2611-300	от 125 до 150	0,01	±6	3,0	0,6
		от 150 до 175		±7	4,0	
		от 175 до 200		±7		
		от 200 до 225		±8		
		от 225 до 250		±8		
		от 250 до 275		±9		
		от 275 до 300		±9		
2612	2612-75	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4		
		от 50 до 75		±5	3,0	
	2612-100	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4		
		от 50 до 75		±5	3,0	
		от 75 до 100		±5		
	2612-150	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
		от 25 до 50		±4		
		от 50 до 75		±5	3,0	
		от 75 до 100		±5		
		от 100 до 125		±6		
		от 125 до 150		±6		

Таблица А.3 – Метрологические характеристики микрометров с отсчетом по шкалам стебля и барабана и цифровым отсчётным устройством

Орабана и цифровым отсчётным устройством						
Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Дискретность отсчета, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2131	2131-25	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
	2131-50	от 25 до 50		±2	1,5	
	2131-75	от 50 до 75		±3	2,0	
	2131-100	от 75 до 100		±3		
	2131-125	от 100 до 125		±3	3,0	
	2131-150	от 125 до 150		±3		
	2131-175	от 150 до 175		±4	4,0	
	2131-200	от 175 до 200		±4		
	2131-225	от 200 до 225		±4		
	2131-250	от 225 до 250		±4		
	2131-275	от 250 до 275		±5	5,0	
	2131-300	от 275 до 300		±5		
2132	2132-25	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
	2132-50	от 25 до 50		±2	1,5	
	2132-75	от 50 до 75		±3	2,0	

Продолжение таблицы А.3

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Дискретность отсчета, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2132	2132-100	от 75 до 100	0,001	±3	2,0	0,3
	2132-125	от 100 до 125		±3	3,0	
	2132-150	от 125 до 150		±3		
	2132-175	от 150 до 175		±4	4,0	
	2132-200	от 175 до 200		±4		
2135	2135-100	от 0 до 100	0,001	±5	3,0	0,3
	2135-150	от 0 до 150		±6	4,0	
	2135-300	от 150 до 300		±8	6,0	
	2135-300A	от 200 до 300		±8		
	2135-400	от 300 до 400		±9	7,0	0,9
	2135-500	от 400 до 500		±11	8,0	
	2135-600	от 500 до 600		±12	10,0	
	2135-700	от 600 до 700		±13	12,0	
	2135-800	от 700 до 800		±15	14,0	
	2135-900	от 800 до 900		±16	16,0	
	2135-1000	от 900 до 1000		±17	18,0	
2231	2231-25A	от 0 до 25	0,001	±3	2,0	0,3
	2231-251A	от 0 до 25		±5	4,0	
	2231-252A	от 0 до 25		±7	6,0	
	2231-25B	от 0 до 25		±3	—	0,3 ¹⁾
	2231-251B	от 0 до 25		±5		
	2231-252B	от 0 до 25		±7		
	2231-253B	от 0 до 25		±10		
	2231-25C	от 0 до 25		±3		—
	2231-251C	от 0 до 25		±5		
	2231-252C	от 0 до 25		±7		
2431	2431-25	от 0 до 25	0,001	±4	4,0	1,0
	2431-50	от 25 до 50		±4		
	2431-75	от 50 до 75		±5	5,0	
	2431-100	от 75 до 100		±5		
	2431-125	от 100 до 125		±6	6,0	
	2431-150	от 125 до 150		±6		
2531	2531-25	от 0 до 25	0,001	±2	—	0,3
	2531-25A	от 0 до 25		±2		—
	2531-25B	от 0 до 25		±2		
	2531-25C	от 0 до 25		±2		0,3
	2531-251	от 0 до 25		±2		0,3
2532	2532-50	от 0 до 50	0,001	±4	—	0,3
	2532-50A	от 0 до 50		±4		—
1) Допуск плоскостности измерительных поверхностей для микрометрического винта						

¹⁾ Допуск плоскостности измерительных поверхностей для микрометрического винта

Таблица А.4 – Метрологические характеристики наборов микрометров с отсчетом по шкалам стебля и барабана и цифровым отсчётным устройством

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Дискретность отсчета, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм	
2631	2631-75	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3	
		от 25 до 50		±2	1,5		
		от 50 до 75		±3	2,0		
	2631-100	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3	
		от 25 до 50		±2	1,5		
		от 50 до 75		±3	2,0		
		от 75 до 100		±3			
	2631-150	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3	
		от 25 до 50		±2	1,5		
		от 50 до 75		±3	2,0		
		от 75 до 100		±3			
		от 100 до 125		±3	3,0		
		от 125 до 150		±3			
	2632	2632-75	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
			от 25 до 50		±2	1,5	
от 50 до 75			±3		2,0		
2632-100		от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3	
		от 25 до 50		±2	1,5		
		от 50 до 75		±3	2,0		
		от 75 до 100		±3			
2632-150		от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3	
		от 25 до 50		±2	1,5		
		от 50 до 75		±3	2,0		
		от 75 до 100		±3			
		от 100 до 125		±3	3,0		
		от 125 до 150		±3			

Таблица А.5 – Метрологические характеристики микрометров с цифровым отсчётным устройством

устройством						
Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Дискретность отсчета, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2133	2133-25	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
	2133-50	от 25 до 50		±2	1,5	
	2133-75	от 50 до 75		±3	2,0	
	2133-100	от 75 до 100		±3		
	2133-125	от 100 до 125		±3	3,0	
	2133-150	от 125 до 150		±3		
	2133-175	от 150 до 175		±4	4,0	

Продолжение таблицы А.5

Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Дискретность отсчета, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2133	2133-200	от 175 до 200	0,001	± 4	4,0	0,3

Таблица А.6 – Метрологические характеристики наборов микрометров с цифровым отсчётным устройством

Строительном						
Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Дискретность отсчета, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2633	2633-75	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
		от 25 до 50		±2	1,5	
		от 50 до 75		±3	2,0	
	2633-100	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
		от 25 до 50		±2	1,5	
		от 50 до 75		±3	2,0	
		от 75 до 100		±3		
	2633-150	от 0 до 25	0,001	±2	1,0	0,3
		от 25 до 50		±2	1,5	
		от 50 до 75		±3	2,0	
		от 75 до 100		±3		
		от 100 до 125		±3	3,0	
		от 125 до 150		±3		

Таблица А.7 – Метрологические характеристики микрометров с отсчетом по счетчику

Таблица А.7 – Метрологические характеристики микрометров с отсчетом по шкале						
Модель	Модификация	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Допуск параллельности измерительных поверхностей, мкм	Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм
2171	2171-25	от 0 до 25	0,01	±4	2,0	0,6
	2171-50	от 25 до 50		±4		
	2171-75	от 50 до 75		±5	3,0	
	2171-100	от 75 до 100		±5		
	2171-125	от 100 до 125		±6		
	2171-150	от 125 до 150		±6	4,0	
	2171-175	от 150 до 175		±7		
	2171-200	от 175 до 200		±7		
	2171-225	от 200 до 225		±8	5,0	
	2171-250	от 225 до 250		±8		
	2171-275	от 250 до 275		±9		
	2171-300	от 275 до 300		±9		

Таблица А.8 – Измерительное усилие и колебание измерительного усилия

Модель	Измерительное усилие, Н	Колебание измерительного усилия, не более, Н
2411, 2412, 2431	от 3 до 6	2
2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2119, 2121, 2131, 2132, 2133, 2135, 2171, 2211, 2212, 2231, 2511, 2531, 2532	от 5 до 10	

Таблица А.9 – Характеристики установочных мер для микрометров

Номинальный размер установочной меры, мм	Допустимое отклонение длины установочной меры от номинального размера, мкм	Допуск плоскопараллельности измерительных поверхностей установочной меры, мкм
25	±2,0	1,0
50	±2,0	1,0
75	±3,0	1,5
100	±3,0	2,0
125	±4,0	2,0
150	±4,0	2,5
175	±5,0	2,5
200	±5,0	3,5
225	±6,0	3,5
250	±6,0	3,5
275	±7,0	3,5
325	±7,5	—
375	±8,5	—
425	±9,5	—
475	±10,5	—
525	±11,5	—
575	±12,5	—
625	±13,5	—
675	±14,5	—
725	±15,5	—
775	±16,5	—
825	±17,5	—
875	±18,5	—
925	±19,5	—
975	±20,5	—
1050	±22,0	—
1150	±24,0	—
1250	±26,0	—
1350	±28,0	—
1450	±30,0	—
1550	±32,0	—
1650	±34,0	—
1750	±36,0	—
1850	±38,0	—
1950	±40,0	—

(справочное)
Кронштейн

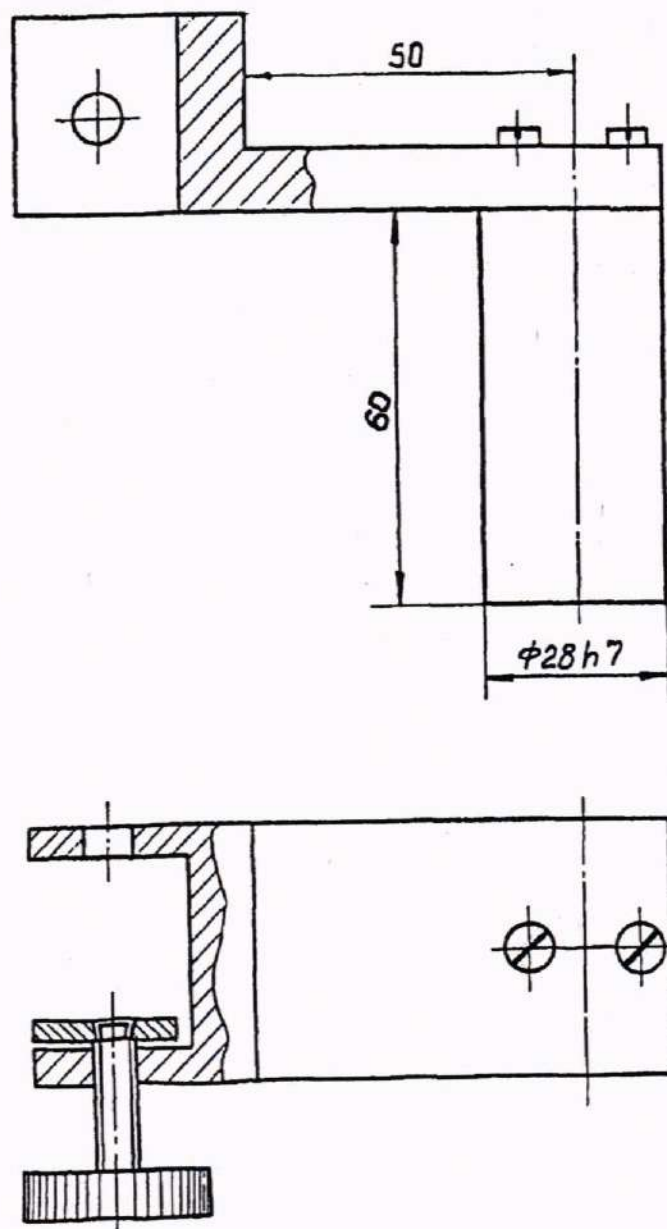
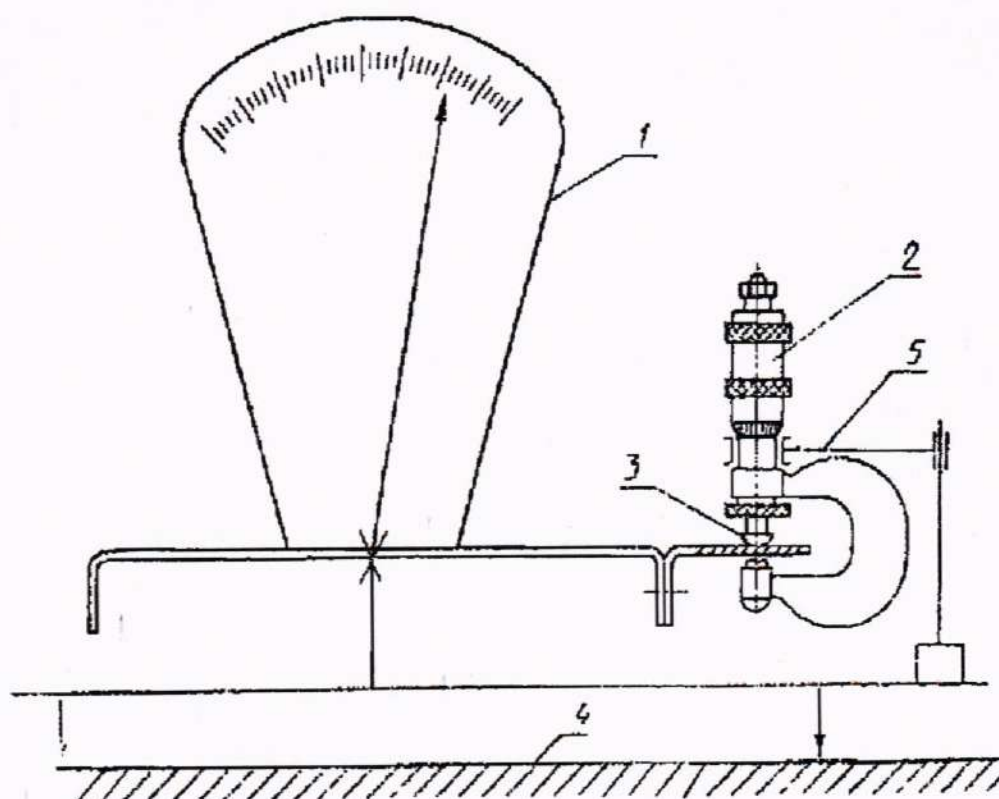


Рисунок Б.1 – Чертеж конструкции кронштейна

Приложение В
(справочное)
Схема определения измерительного усилия микрометра

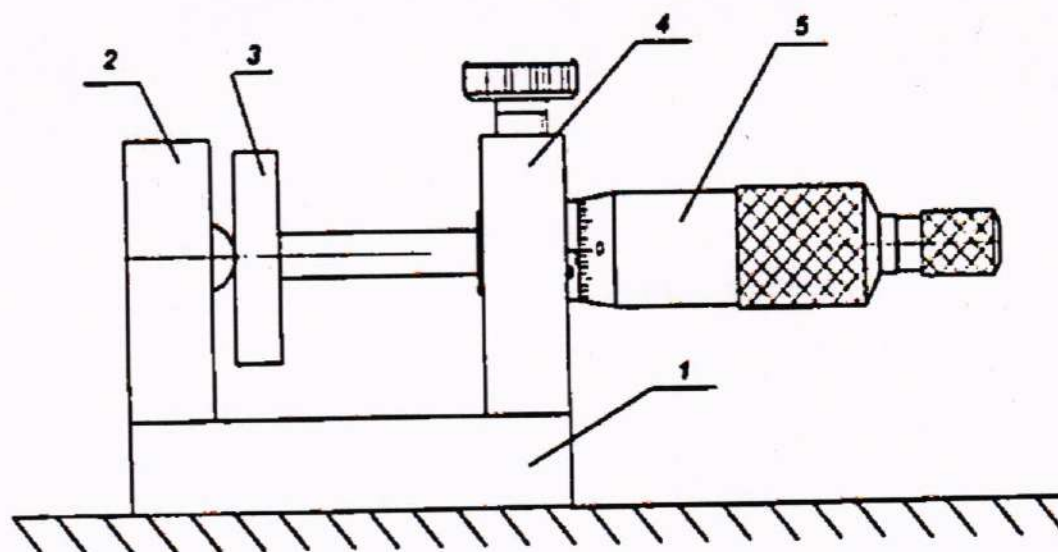


1 – циферблатные весы; 2 – микрометр; 3 – вставка с плоской поверхностью; 4 – стол; 5 – устройство для крепления микрометров

Рисунок В.1 – Схема определения измерительного усилия микрометра

Приложение Г
(справочное)

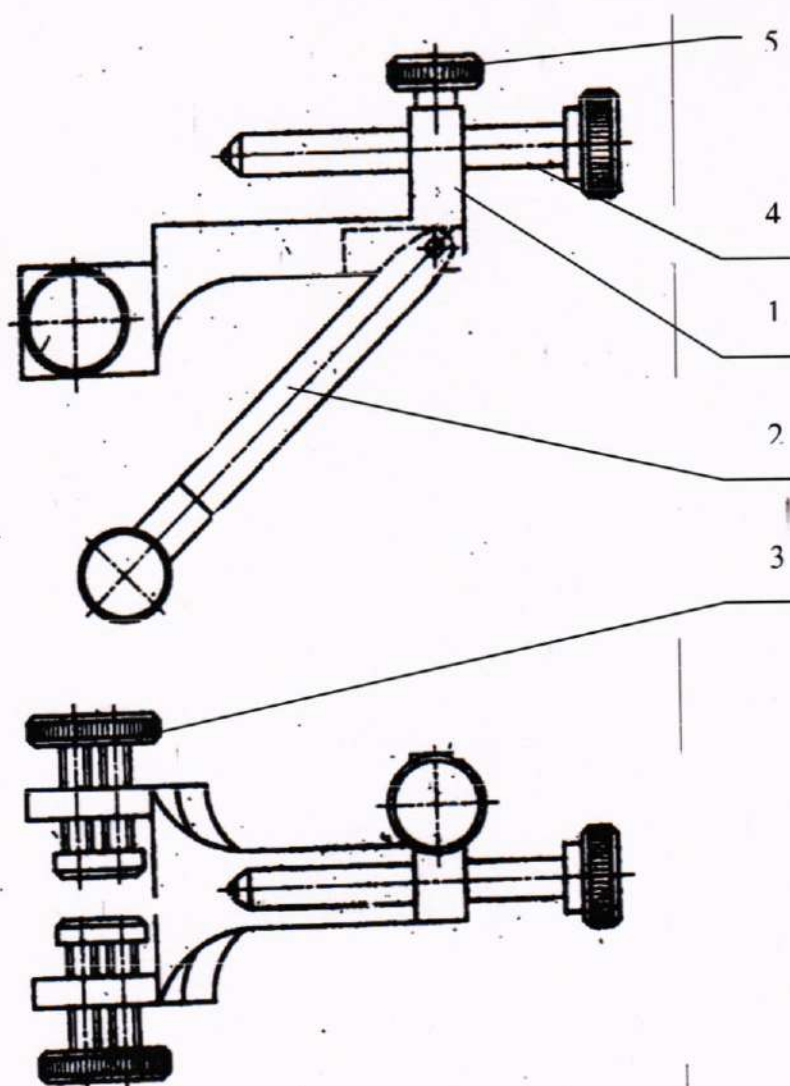
Схема для определения погрешности микрометров моделей 2511, 2531, 2532



1 – основание; 2 – ложная пятка; 3 – концевая мера длины (блок концевых мер); 4 – крепление микрометра; 5 – проверяемый микрометр

Рисунок Г.1 – Схема для определения погрешности микрометров моделей 2511, 2531, 2532

Приложение Д
(справочное)
Приспособление для определения абсолютной погрешности микрометрического устройства



1 – корпус приспособления; 2 – кронштейн; 3 – зажим; 4 – пятка регулируемая; 5 – винт

Рисунок Д.1 – Приспособление для определения абсолютной погрешности микрометрического устройства