Р Е К О М Е Н Д А Ц И Я

Государственная система обеспечения
единства измерений

ЛИНЕЙКИ СИНУСНЫЕ

Методика поверки

МИ 2191-92

Г О С С Т А Н Д А Р Т
Москва 1992г.

gost.e-ecolog.ru

Группа Т88.I

Р Е К О М Е Н Д А Ц И Я

УДК 621.9-229.43.089.6 :006.354

Государственная система обеспечения
единства измерений
ЛИНЕЙКИ СИНУСНЫЕ
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 2191-92

ОКСТУ 0008

Дата введения 01.07.92

Настоящая рекомендация распространяется на синусные линейки по ГОСТ 4046 и устанавливает методику их первичной и периодической (при эксплуатации) поверок.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование	5.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	5.3		
Определение отклонения от плоскостности рабочих поверхностей столика и опорной плиты	5.3.1	Да	Да
Определение параметра шероховатости рабочих по-	5.3.2	Да	Нет

Продолжение табл. 1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
верхностей столика, опорной плиты и роликов			
Определение отклонения от параллельности рабочей поверхности столика и плоскости, касательной к нижней образующей роликов у линеек типа ЛС; определение отклонения от параллельности рабочей поверхности столика и нижней поверхности опорной плиты у линеек типа ЛСО и ЛСД	5.3.3	Да	Нет
Определение расстояния между поверхностью, на которую опирается ролик при нулевом положении, и дополнительной площадкой у линеек типов ЛСО и ЛСД	5.3.4	Да	Нет
Определение отклонения от параллельности рабочих поверхностей упорных планок относительно осей роликов	5.3.5	Да	Нет
Определение отклонения от перпендикулярности рабочих поверхностей боковых планок к осям роликов на длине L у линеек типов ЛС и ЛСД	5.3.6	Да	Нет
Определение отклонения от параллельности верхней (рабочей) и нижней плоскостей опорной плиты в линейках типов ЛСО и ЛСД	5.3.7	Да	Нет
Определение разности диаметров парных роликов	5.3.8	Да*	Нет
Определение отклонения расстояния между осями	5.3.9	Да	Нет

Продолжение табл. 1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
роликов в линейках типа ЛС			
Определение отклонения от параллельности осей роликов на длине роликов в линейках типа ЛС	5.3.10	Да	Нет
Определение отклонения профиля в продольном сечении роликов	5.3.11	Да*	Нет
Определение погрешности линеек	5.3.12	Да	Да
Определение отклонения от параллельности оси центров бабок и рабочей поверхности столика у линеек типа ЛСО	5.3.13	Да	Да
Определение отклонения от перпендикулярности оси центров бабок относительно осей роликов у линеек типа ЛСО	5.3.14	Да	Да

* - Означает, что данная операция производится до сборки синусных линеек.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Номер пункта рекомендации	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
5.2	Детали из низкоуглеродистой стали массой 0,1 г
5.3.1	Пластины плоские стеклянные для интерференционных измерений 2 класса точности по ТУ3-3.2123
5.3.2	Образцы шероховатости поверхности параметром шероховатости Ra =0,04 мкм, Ra=0,08 мкм, Ra=0,16 по ГОСТ 9378, детали-образцы параметром шероховатости $Ra=0,04^{+0,12\%}_{-0,40\%}$ мкм, $Ra=0,08^{+0,12\%}_{-0,40\%}$ мкм, $Ra=0,16^{+0,12\%}_{-0,40\%}$ мкм по ГОСТ 2789
5.3.3-5.3.7, 5.3.12, 5.3.13	Автоколлимационный прибор для поверки синусных линеек АПСЛ (приложение 1)
5.3.3-5.3.7, 5.3.12, 5.3.13	Унифицированный автоколлиматор АК-0,5У (приложение 2)
5.2; 5.3.3-5.3.7, 5.3.12, 5.3.13, 5.3.14	Поверочная плита класса точности 0 по ГОСТ 10905
5.3.4	Блоки из мер длины плоскопараллельных от 3,01 до 3,02 мм класса точности 1 по ГОСТ 9038
5.3.12	Меры длины концевые плоскопараллельные от 5 до 10 мм класса точности 1 по ГОСТ 9038
5.3.12.1	Меры длины концевые плоскопараллельные класса точности 1 по ГОСТ 9038 (приложение 12 табл.6)
5.3.4.2	Меры длины концевые плоскопараллельные 3 и 6 мм класса точности 1, 90 и 140 мм класса точности 2 по ГОСТ 9038

Продолжение табл. 2

Номер пункта рекомендации	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
5.3.3, 5.3.5, 5.3.6, 5.3.7	Меры длины концевые плоскопараллельные от 5 до 10 мм класса точности 2 по ГОСТ 9038
5.3.13	Мера длины плоскопараллельная ППМД (приложение 9)
5.3.3, 5.3.7, 5.3.13-14	Измерительная рычажно-зубчатая головка с ценой деления 0,001 мм по ГОСТ 18833
5.3.4.2	Пружинная головка 0,5 ИГП по ГОСТ 28798
5.3.3, 5.3.7, 5.3.11-5.3.14	Пружинная головка 1 ИГП по ГОСТ 28798
5.3.5	Измерительная рычажно-пружинная головка с ценой деления 1 мкм по ТУ2-034-229
5.3.3, 5.3.5, 5.3.7, 5.3.12, 5.3.14	Стойка (приложение 3)
5.3.4, 5.3.6, 5.3.10, 5.3.12	Стойка (приложение 4)
5.3.5, 5.3.6, 5.3.12	Многогранная угловая мера МУСЛ (приложение 5)
5.3.12	Угловые клинья УКСЛ (приложение 8)
5.3.6	Поверочный угольник типа УП и УШ класса точности 0 по ГОСТ 3749
5.3.6	Щуп класса точности 2 по ТУ2-034-225
5.3.8-5.3.11	Горизонтальный оптиметр (приложение 6)
5.3.11	Вертикальный оптиметр (приложение 6)
5.3.9, 5.3.10	Оптико-механическая машина типа ИЗМ-1 (приложение 7)
5.3.13, 5.3.14	Оправка (приложение 10)

2.2. Допускается применение средств не приведенных в табл. 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых синусных линеек с требуемой точностью.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Промывку синусных линеек бензином производят в специальном помещении в вытяжном шкафу, оборудованном механической вентиляцией во взрывоопасном исполнении. Система вытяжной вентиляции должна обеспечивать в воздухе рабочей зоны концентрацию паров бензина не более допускаемой СН 245.

3.2. В помещении, где производят промывку, должны быть предусмотрены знаки и сигнальные цвета в соответствии с ГОСТ 12.4.026. Запрещено пользоваться открытым огнем, курить а также применять электронагревательные приборы, пылесосы и полотеры.

3.3. Бензин хранят в металлической посуде, плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки.

3.4. Промывку производят в маслобензостойких перчатках.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура помещения, в котором проводят поверку синусных линеек, должна быть (20±3) °С;

время выдержки перед поверкой в помещении, где производят поверку, для синусных линеек с массой до 10 кг должно быть не менее 4 ч, а массой более 10 кг - не менее 6 ч; в случае установки синусных линеек на металлической плите время выдержки соответственно сокращается до 2 и 4 ч.

4.2. Перед проведением поверки синусные линейки должны быть промыты авиационным бензином по ГОСТ 1012 и протерты чистой салфеткой из хлопчатобумажной ткани по ГОСТ 11680. При поверке синусную линейку и плоскопараллельные концевые меры длины берут салфеткой.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида требованиям ГОСТ 4046.

При внешнем осмотре должно быть проверено наличие закругленной рабочей кромки у опорной планки, защитного антикоррозионного покрытия у нерабочих поверхностей деталей и отсутствие дефектов, снижающих эксплуатационные качества синусных линеек.

Маркировку и комплектность синусной линейки на соответствие требованиям ГОСТ 4046 проверяют только при первичной поверке при выпуске из производства.

5.2. При опробовании проверяют прилегание (покачивание) роликов синусной линейки при установке ее на поверочной плите и размагниченность.

Ненамагниченной считают линейку, которая не притягивает детали из низкоуглеродистой стали массой до 0,1 г.

Качество сборки и размагниченность синусной линейки должны соответствовать требованиям ГОСТ 4046.

5.3. Определение метрологических характеристик

5.3.1. Отклонение от плоскостности рабочих поверхностей столика и опорной плиты определяют интерференционным методом плоской стеклянной пластиной.

Если пластина не полностью перекрывает поверяемую поверхность, измерения производят по отдельным участкам, на которых определяют отклонение от плоскостности вышеуказанным методом. Далее по результатам этих измерений определяют отклонение от прямолинейности в соответствии с методикой, изложенной в приложении 11.

Наибольшее по абсолютному значению отклонение от прямолинейности, полученное по результатам измерений в продольном направлении, в средней части поверхности и в поперечном направлении, в средней части и у концов поверхности на расстоянии не более 5 мм от края, служит мерой плоскостности поверхности.

Отклонение от плоскостности рабочих поверхностей столика и опорной плиты синусных линеек должны соответствовать требованиям ГОСТ 4046.

Для синусных линеек при первичной поверке после ремонта допускается расширение отклонения от плоскостности рабочих поверхностей столика и опорной плиты на 30 % относительно предусмотренных ГОСТ 4046 для линеек класса точности 2.

5.3.2. Параметр шероховатости поверхности столика, опорной плиты и роликов, определяют визуально сравнением с образцами шероховатости поверхности или деталями-образцами.

Параметр шероховатости рабочих поверхностей столика и опорной плиты должен быть $Ra \leq 0,08$ мкм.

Для линеек с размером B=90 мм и более при контроле плоскостности интерференционным методом, параметр местной шероховатости должен быть $Ra \leq 0,16$ мкм.

Параметр шероховатости рабочих поверхностей роликов должен быть $Ra \leq 0,04$ мкм.

5.3.3. Отклонения от параллельности рабочей поверхности столика синусной линейки и плоскости, касательной к нижним образующим роликов, у линеек типа ЛС и отклонения от параллельности рабочей поверхности столика синусной линейки и нижней опорной плиты у линеек типов ЛСО и ЛСД определяют автоколлимационным или контактным методом.

5.3.3.1. При автоколлимационном методе синусную линейку с расстоянием L между роликами до 200 мм устанавливают на стол прибора АПСЛ таким образом, чтобы ее короткое ребро касалось упора стола. Регулируя подъемными винтами положение стола прибора АПСЛ, находят автоколлимационные изображения марки, отраженные от стола прибора синусной линейки. При наблюдении одного изображения другое следует экранировать. Расстояние между горизонтальными штрихами изображенной марки, измеренное по шкале прибора, соответствует углу γ_1 между поверхностью столика и плоскостью касательной нижним образующим роликов, измеренному в плоскости перпендикулярной осям роликов.

Измерения угла γ_1 повторяют четыре раза при новых установках синусной линейки на столе прибора и за результат берут среднее арифметическое значение результатов измерений.

Отклонение от параллельности h_1 в микрометрах между поверхностью столика и плоскостью касательной к нижним образующим роликов, измеренное в плоскости перпендикулярной осям ролико, вычисляют по формулам:

$$h_1 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \gamma_1'', \qquad (1)$$

где: L -номинальное расстояние между осями роликов, мм или

$$h_1 = K_1 \cdot \gamma_1'',$$

где: K_1 - коэффициент, значения которого для различных расстояний L указаны в табл. 1 приложения 12.

Не нарушая положения синусной линейки, поворачивают автоколлиматор прибора АПСЛ в кронштейне на 90° и регулируя подъемными винтами положение стола, находят автоколлимационные изображения марки, отраженные от стола прибора и столика синусной линейки. По аналогии с измерением угла γ_1 определяют угол γ_2 между поверхностью столика линейки и плоскостью касательной нижним образующим роликов в плоскости, параллельной оси роликов.

Отклонение от параллельности h_2 в микрометрах, соответствующее углу γ_2, вычисляют по формулам:

$$h_2 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \cdot B \cdot \gamma_2'', \qquad (2)$$

где: B - номинальный размер синусной линейки по короткому ребру, мм, или

$$h_2 = K_2 \cdot \gamma_2'',$$

где: K_2 - коэффициент, значения которого для различных размеров B указаны в табл. 2 приложения 12

Примечание. Для определения угла γ_2 отмечают положение вертикальных штрихов в изображениях марки, отраженных от стола прибора и столика синусной линейки.

Синусные линейки с расстоянием между осями роликов L более 200мм располагают на поверочной плите, а на колонку прибора АПСЛ устанавливают кронштейн с расстоянием между осями отверстий 150 мм. В кронштейне укрепляют автоколлиматор. Развернув кронштейн перпендикулярно длинной стороне стола, производят регулировку плиты подъемными винтами до появления в поле зрения автоколлимационных изображений марки.

Если автоколлимационные изображения недостаточно четкие, на плиту и столик линейки поочередно кладут плоскопараллельную концевую меру длины. При повторных измерениях меру поворачивают на 180°. Измерения углов γ_1 и γ_2 производят по аналогии с вышеописанной методикой для синусных линеек с расстоянием L до 200 мм и определяют средние значения углов γ_1 и γ_2 .

Отклонения от параллельности рабочей поверхности столика синусной линейки относительно плоскости касательной к нижним образующим роликов у линеек типа ЛС или относительно нижней опорной поверхности у синусных линеек типов ЛСО и ЛСД, т.е. величины h_1 и h_2 , вычисляют по формулам (1) и (2). При отсутствии установки АПСЛ измерения производят аналогичным образом на поверочной плите автоколлиматором, снабженным насадкой с зеркалом, установленным под углом 45° к оси автоколлиматора.

Отклонения от параллельности рабочей поверхности синусной линейки, определяемые параметрами h_1 и h_2 , должны соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.3.2. При контактном методе измерения рядом с синусной линейкой, расположенной на поверочной плите, устанавливают специальную стойку с закрепленной измерительной головкой. Перемещая стойку в плоскости плиты, приводят измерительный наконечник головки в контакт с поверхностью столика последовательно в четырех угловых точ-

ках, отступая от края не более чем на 5 мм. В каждой точке котнакта производят отсчет по измерительной головке и определяют наибольшую (по абсолютному значению) разность между этими отсчетами.

Отклонения от параллельности рабочей поверхности синусной линейки, определяемые наибольшей разностью между отсчетами, должны соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.4. Расстояние между поверхностью, на которую опирается ролик синусной линейки при нулевом положении, и дополнительной площадкой у линеек типов ЛСО и ЛСД определяют автоколлимационным или контактным методом.

5.3.4.1. При автоколлимационном методе поверки синусной линейки на дополнительную площадку под ролик устанавливают блок из плоскопараллельных концевых мер длины (3+е) мм, где е - превышение размера блока относительно 3 мм порядка 10-20 мкм, т.е. блок размером от 3,01 до 3,02 мм.

В поле зрения автоколлиматора наблюдают автоколлимационные изображения марки, отраженные от поверхности стола прибора АПСЛ или поверочной плиты и поверхности столика синусной линейки, и производят отсчеты по шкале прибора, соответствующие этим изображениям. При разности отсчетов определяют отклонение от параллельности γ (в секундах) между вышеуказанными поверхностями), а затем вычисляют это отклонение от параллельности h в микрометрах по формуле:

$$h=4,84\cdot10^{-3}\cdot L\cdot\gamma'', \qquad (3)$$

где: L- расстояние между осями роликов синусной линейки, мм,

или

$$h=K_1\cdot\gamma'',$$

где: K- коэффициент, значения которого для различных расстояний L указаны в табл.1 приложения 12.

Расстояние между поверхностью, на которую опирается ролик при нулевом положении синусной линейки и дополнительной площадкой, вычисляемое из выражения (3+e-h) мм, должно соответствовать ГОСТ 4045.

5.3.4.2. При контактном методе измерения синусную линейку и стойку с закрепленной головкой устанавливают на поверочной плите. Под ролик синусной линейки устанавливают концевую меру длиной 90 или 140 мм. На дополнительную площадку устанавливают концевую меру длиной 6 мм, а рядом на опорную плиту синусной линейки устанавливают концевую меру длиной 3 мм.

Перемещая стойку в плоскости плиты приводят измерительный наконечник головки в контакт с поверхностью меры длиной 3 мм, а затем 6 мм и производят отсчеты.

Разность между этими отсчетами принимают за отклонение расстояния между поверхностью, на которую опирается ролик синусной линейки при нулевом положении, и дополнительной площадкой у линеек типа ЛСО и ЛСД, которое должно соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.5. Отклонение от параллельности рабочих поверхностей упорных планок относительно осей роликов определяют автоколлимационным или контактным методом. В синусных линейках типа ЛС измерения проводят при 2-х положениях упорной планки.

При поверке синусных линеек типов ЛСО и ЛСД упорные планки меняют местами.

5.3.5.1. При автоколлимационном методе поверки синусные линейки с расстоянием L между осями роликов до 200 мм устанавливают на стол прибора АПСЛ так же, как в п. 5.3.3.1 при определении угла γ_2. Затем столик линейки наклоняют на 45°, поставив под ролик соответствующий блок концевых мер длины (приложение 12, табл. 6), и устанавливают меру МУСЛ на угол 45°.

Регулировкой установочных винтов стола прибора АПСЛ находят автоколлимационные изображения марки, отраженные от поверхности стола и меры.

Измеряют угол β между поверхностями стола и меры, величина которого соответствует расстоянию между горизонтальными штрихами автоколлимационных изображений марки. При этом в соответствии с п. 5.3.3.1 отмечают положение вертикальных штрихов в изображениях марки, отраженных от стола прибора и поверхности меры МУСЛ.

Отклонение h_3 в микрометрах от параллельности рабочих поверхностей упорных планок относительно осей роликов вычисляют по формулам:

$$h_3 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \frac{B}{\cos \alpha} (\beta \pm \gamma_2), \qquad (4)$$

где: B - размер синусной линейки по короткому ребру, мм;

γ_2 - угол между поверхностью столика и плоскостью касательной нижним образующим роликов, измеренный в плоскости параллельной осям роликов сек., в соответствии с п. 5.3.3.1;

α - угол наклона линейки, равный 45°, или

$$h_3 = K_3 \cdot (\beta \pm \gamma_2),$$

где: K_3 -коэффициент, значения которого для различных размеров B указаны в табл. 2 приложения 12.

Знак "плюс" берут в том случае, когда наблюдается различное расположение вертикальных штрихов в изображениях марки при измерении углов β и γ (т.е. когда, при измерении угла γ_2 автоколлимационное изображение марки, отраженное от плоскости стола, левее автоколлимационного изображения, отраженного от столика синусной линейки, а при измерении угла β, наоборот, автоколлимационное изображение марки, отраженное от плоскости стола, правее изображения, отраженного от плоскости меры).

5.3.5.2. При контактном методе измерения синусную линейку типа ЛС ставят на поверочную плиту в вертикальном положении, опирая на один ролик, и прижимая оба ролика к вертикальной поверхности упора (угольника или призмы), расположенного на той же поверочной плите.

Синусные линейки типов ЛСО и ЛСД ставят на поверочную плиту тоже вертикально, опирая их на соответствующие боковые поверхности плиты линейки, а нижние поверхности плиты линеек прижимают к вертикальной поверхности упора.

Рядом с линейкой на поверочной плите располагают стойку с измерительной головкой. Приведя измерительный наконечник головки в кон-

такт с рабочей поверхностью упорной планки, перемещают стойку по плите в поперечном направлении относительно упорной планки и отсчитывают наибольшее показание измерительной головки. Измерения производят посередине и у обоих концов планки, отступая от краев не более чем на 1 мм. Отклонение от параллельности рабочей поверхности упорной планки относительно осей роликов, определяемое наибольшей по абсолютной величине разности отсчетов, полученных при измерении в трех указанных участках планки, должно соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.6. Отклонения от перпендикулярности рабочих поверхностей боковых планок относительно осей роликов на длине L определяют автоколлимационным или контактным методом.

5.3.6.1. При автоколлимационном методе после проведения поверки по п. 5.3.5.1 меру МУСЛ (не нарушая ее контакта с рабочей поверхностью столика синусной линейки) прижимают боковой гранью к поверхности боковой планки. В этом положении меры измеряют угол β_1 между горизонтально расположенной поверхностью меры и плоскостью столика синусной линейки.

Отклонение h_4 в микрометрах от перпендикулярности рабочих поверхностей боковых планок относительно осей роликов на длине L вычисляют по формулам:

$$h_4 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \frac{L}{\cos\alpha} (\beta \pm \gamma_2), \qquad (5)$$

где : L -номинальное расстояние между роликами, мм;

α -угол наклона линейки, равный 45° ;

γ_2 -угол между поверхностью столика синусной линейки и плоскостью, касательной нижним образующим роликов, измеренный в плоскости параллельной осям роликов в соответствии с п. 5.3.3.1, сек.

Правило знаков - в соответствии с п. 5.3.5.1 или

$$h_4 = K_4 \cdot (\beta_1 + \gamma_2),$$

где: K_4 -коэффициент, значения которого для различных расстояний L указаны в табл. 1 приложения 12.

Величина параметра h_4 должна соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.6.2. При контактном методе измерения синусную линейку располагают на поверочной плите в соответствии с п. 5.3.5.

Поверочный угольник устанавливают на плиту рядом с линейкой и поочередно приводят в контакт его вертикальную рабочую поверхность с рабочими поверхностями боковых планок.

Зазор между соприкасающимися поверхностями угольника и боковых планок определяют щупом. Величина зазора, соответствующая отклонению от перпендикулярности рабочих поверхностей боковых планок от перпендикулярности рабочих поверхностей боковых планок относительно осей роликов, должна соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.7. Отклонения от параллельности верхней и нижней плоскостей опорной плиты в синусных линейках типов ЛСО и ЛСД определяют автоколлимационным или контактным методом. При поверке столик у синусных линеек типа ЛСО или среднюю плиту у синусных линеек типа ЛСД поднимают, поворачивая относительно шарнирного ролика так, чтобы обеспечить доступ к верхним рабочим поверхностям опорной плиты: поверхности, на которую опирается ролик, и дополнительным площадкам для установки синусной линейки на углы менее 2° .

5.3.7.1. При автоколлимационном методе, изложенном в п. 5.3.3.1, измеряют в плоскости перпендикулярной оси ролика следующие углы:

γ_3 - между опорной поверхностью для роликов и нижней плоскостью опорной плиты;

γ_4 - между дополнительной площадкой и нижней плоскостью опорной плиты.

5.3.7.2. При автоколлимационном методе, изложенном в п. 5.3.3.1 измеряют в плоскости параллельной оси следующие углы:

h_5 и h_6 - между теми же плоскостями.

По результатам измерений этих углов вычисляют отклонения от параллельности между соответствующими плоскостями опорной плиты. Отклонения h_5 и h_6 в микрометрах от параллельности опорной плиты, из-

меренные соответственно в плоскостях перпендикулярной и параллельной оси ролика, вычисляют по формулам:

$$h_5 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \cdot l \cdot \gamma_3, \qquad (6)$$

где: l - длина поверхности, на которую опирается ролик, мм

или

$$h_5 = K_5 \cdot \gamma_3,$$

где: К - коэффициент, значения которого для различных размеров l указаны в табл. 3 приложения 12;

$$h_6 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} b \cdot \gamma_5, \qquad (7)$$

где: b - ширина поверхности, на которую опирается ролик, мм,

или

$$h_6 = K_6 \cdot \gamma_5,$$

где: К - коэффициент, значения которого для различных размеров b указаны в табл. 4 приложения 12.

Отклонения h_7 и h_8 в микрометрах от параллельности дополнительных площадок и нижней плоскости опорной плиты, измеренные соответственно в плоскостях перпендикулярной и параллельной оси ролика вычисляют по формулам:

$$h_7 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \cdot l_1 \cdot \gamma_4, \qquad (8)$$

где: l - длина дополнительной площадки, мм.

При l_1 =40 мм

$$h_7 = 0{,}19 \cdot \gamma_4 \; ; \qquad h_8 = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \cdot b_1 \cdot \gamma_6, \qquad (9)$$

гду: b_1 - ширина дополнительной площадки, мм, или

$$h_8 = K_7 \cdot \gamma_6,$$

где: K_7 – коэффициент, значения которого для различных размеров b_1 указаны в табл. 5 приложения 12.

Отклонения от параллельности верхней и нижней плоскостей опорной плиты, определяемые параметрами h_5, h_6, h_7 и h_8, должны соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.7.3. При контактном методе поверки синусную линейку и специальную стойку с измерительной головкой располагают на поверочной плите. Измерительную головку последовательно приводят в контакт с четырьмя угловыми точками соответствующей верхней рабочей поверхности опорной плиты синусной линейки, отступая от края на 1 – 2 мм, и производят отсчеты по измерительной головке в каждой точке.

Отклонения от параллельности соответствующих верхних рабочих плоскостей относительно нижней плоскости опорной плиты определяют наибольшей по абсолютному значению разностью отсчетов в четырех точках контакта.

Наибольшие значения разностей отсчетов по измерительной головке при измерениях на соответствующих поверхностях должны соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.8. Разность диаметров парных роликов у синусных линеек определяют их сравнением в средних сечениях на горизонтальном или вертикальном оптиметре. При измерении используют сферические наконечники радиусом 14-20 мм. Разность диаметров роликов в синусных линейках измеряют до сборки.

При определении разности диаметров парных роликов измеряют действительное значение диаметров роликов на горизонтальном или вертикальном оптиметре сравнением с плоскопараллельными концевыми мерами длины.

Разность диаметров парных роликов должна соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.9. Отклонения расстояния между осями роликов в синусных линейках типа ЛС определяют на горизонтальном оптиметре или измерительной оптико-механической машине сравнением с плоскопараллельными концевыми мерами длины.

Начальная установка оптиметра или измерительной оптико-механической машины производится по блоку мер, длина которого равна сумме номинального расстояния L между роликами синусной линейки и диаметра ролика.

Сравнением с этим блоком определяют расстояние A между роликами синусной линейки, измеренное в средней части наружных образующих.

Действительное расстояние L между осями роликов вычисляют по формуле:

$$L_д = A - \frac{d_1 + d_2}{2}, \qquad (10)$$

где: d_1 и d_2 - действительные диаметры роликов, измеренные в соответствии с п. 5.3.8.

При начальной установке оптиметра или измерительной оптико-механической машины по блоку мер, а также при измерении расстояния A между роликами делают такую выдержку, чтобы показания прибора в течение 10 мин. не изменялись более чем на 0,1 мкм; после этого производят отсчеты по трубке оптиметра. Отклонение действительного расстояния между осями роликов от его номинального значения должно соответствовать ГОСТ 4046.

При первичной поверке после ремонта допускается расширение отклонения расстояния между осями роликов у синусных линеек на 30% относительно величин, предусмотренных ГОСТ 4046 для линеек 2 класса. В случае, когда производится аттестация расстояния между осями роликов, допуск на это расстояние не нормируется.

Отклонение расстояния между осями роликов в синусных линейках типов ЛСО и ЛСД определяют в процессе изготовления или ремонта.

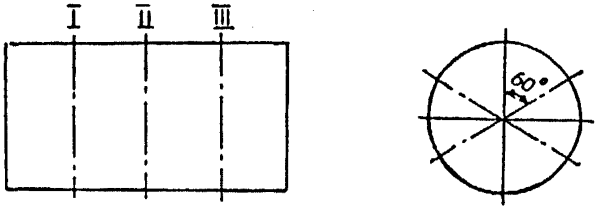
5.3.10. Отклонения от параллельности осей роликов на длине роликов в синусных линейках типа ЛС определяют по наружным образующим путем измерения расстояния А между роликами в трех сечениях: у концов и посредине роликов.

Отклонение от параллельности осей роликов определяют наибольшей по абсолютной величине разностью между тремя полученными измерениями.

Отклонения от параллельности осей роликов на длине роликов у синусных линеек типов ЛСО и ЛСД определяют при сборке.

Отклонение от параллельности осей роликов на длине роликов должно соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.11. Определение отклонения профиля продольного сечения роликов производится до сборки на горизонтальном или вертикальном оптиметре. Допускается применение измерительной головки по ГОСТ 6933. Измерение производится в трех сечениях (1, 2, 3). Схема измерения показана на черт.



Черт.

Отклонение профиля продольного сечения " Δ " расчитывается для каждого сечения (1, 2, 3) по формуле:

$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

За отклонение профиля продольного сечения роликов принимается наибольшее расчетное значение " Δ ".

Отклонение профиля продольного сечения роликов должно соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.12. Определение погрешности производят автоколлимационным методом при установке синусной линейки на углы 15, 30 и 45°.

Синусные линейки 2-го класса точности поверяют также и контактным методом.

Синусные линейки типа ЛСД поверяют как при наклонах столика, так и при наклонах плиты.

5.3.12.1. При автоколлимационном методе синусные линейки с расстоянием L между роликами до 200 мм поверяют непосредственно на приборе АПСЛ. Если L более 200 мм, линейку располагают на поверочной плите, а автоколлиматор прибора АПСЛ укрепляют в кронштейне с расстоянием между осями 150 мм и разворачивают в удобное для работы положение, так чтобы горизонтальная ось автоколлиматора была приблизительно перпендикулярна оси ролика. Для получения автоколлимационного изображения марки от поверхности плиты на нее укладывают концевую меру длиной 5-10 мм. Автоколлиматор прибора АПСЛ может быть заменен автоколлиматором АК-0,5, на объективную часть которого надета насадка с зеркалом, установленным под углом 45° к оси автоколлиматора. Установка синусных линеек типов ЛСО и ЛСД на угол 0° осуществляется приведением опорного ролика в соприкосновение с верхней поверхностью опорной или средней плиты. Погрешность синусной линейки в этом положении определяют по методике, изложенной в п. 5.3.3.1. Установку синусной линейки на углы 15, 30, 45° производят, подкладывая под один из роликов блок плоскопараллельных концевых мер, номинальную длину H которого определяют по формуле в миллиметрах:

$$H = L \sin\alpha , \qquad (11)$$

где: α - угол установки синусной линейки;

L - номинальное расстояние между осями роликов.

Номинальная длина Н блоков, в зависимости от углов установки и расстояния между осями роликов синусной линейки, указаны в табл. 6 приложения 12.

На рабочую поверхность столика синусной линейки ставят угловую меру МУСЛ так, чтобы ее передняя грань упиралась в переднюю упорную планку. При этом другая грань меры в соответствии с углом установки будет расположена горизонтально.

В поле зрения автоколлиматора наблюдают два изображения марки: отраженной от стола прибора АПСЛ или поверочной плиты и от горизонтально расположенной грани меры МУСЛ ; затем производят отсчеты α_1 и α_2 по шкале автоколлиматора в соответствии с этими изображениями. По разности отсчетов $Q = \alpha_1 - \alpha_2$ определяют разность между углом установки синусной линейки и соответствующим углом меры МУСЛ.

Погрешность ε синусной линейки вычисляют по формуле в сек.:

$$\varepsilon = Q - \delta + t, \qquad (12)$$

где: t - поправка к углу меры МУСЛ;

δ - поправка к углу установки синусной линейки, сек., вычисляют по формулам:

$$\delta = \frac{206\,(Hd - H)}{L \cos \alpha} \qquad (13)$$

где: H - длина блока в соответствии с формулой (11);

L - расстояние между осями роликов (номинальное или действительное);

Hd- действительный размер блока с учетом поправок к концевым мерам длины, входящих в него;

α - угол установки синусной линейки; или

$$\delta = K_\beta\,(Hd - H),$$

где: K_β - коэффициент, значения которого в зависимости от угла установки и расстояния L между осями роликов, указаны в табл.7 приложения 12.

Разность Hd-H выражена в микрометрах.

Поправку t на угол меры МУСЛ вычисляют по формуле в сек.:

$$t = a_g - a_н , \qquad (14)$$

где: a_g - действительное значение угла меры МУСЛ, взятое из аттестата;

$a_н$ - номинальное значение угла меры МУСЛ.

Знаки "плюс" и "минус" в формуле (12) указаны для случая, когда блок концевых мер длины установлен под роликом, расположенным ближе к стойке, несущей автоколлиматор. Если блок концевых мер расположен под другим роликом, знаки меняют на противоположные.

5.3.12.2. При контактном методе поверки синусную линейку и стойку с измерительной головкой устанавливают на поверочной плите.

Погрешность синусной линейки при установке на углы 15,30 и 45° определяют аттестованными угловыми клиньями УКСЛ или многогранной угловой мерой МУСЛ.

Установочный клин или МУСЛ укладывают на стол до упора в среднюю планку синусной линейки, установленной по блоку концевых мер длины, на соответствующий угол.

Непараллельность верхней поверхности УКСЛ или МУСЛ относительно поверхности поверочной плиты измеряют измерительной головкой. Измерительный наконечник головки приводят в контакт с серединой поверхности УКСЛ или МУСЛ и настраивают головку на нулевое деление. Перемещая стойку с измерительной головкой в плоскости плиты в продольном направлении, производят отсчет по измерительной головке в нескольких точках УКСЛ или МУСЛ.

Наибольшая по (абсолютному значению) разность между этими отсчетами должна соответствовать ГОСТ 4046 на определяемый параметр.

Для синусных линеек после ремонта и находящихся в эксплуатации допускается расширение погрешности синусных линеек при установке на углы 15, 30 и 45° относительно величин, соответствующих ГОСТ 4046 для линеек 2-го класса точности.

Пример определения автоколлимационным методом погрешности синусной линейки при установке на угол 45° приведен в приложении 13.

5.3.13. При определении отклонения от параллельности оси центров бабок и рабочей поверхности у синусных линеек типа ЛСО синусную линейку с установленными на ней центрами, в которых закреплена плоскопараллельная мера ППМД, располагают на столе прибора АПСЛ и по шкале автоколлиматора производят отсчеты, соответствующие положениям автоколлимационных изображений марки, отраженных от рабочей поверхности синусной линейки и поверхности меры.

По разности этих отсчетов определяют угол β_2 между поверхностями меры ППМД и рабочей поверхностью синусной линейки. Затем, повернув меру в центрах на 180°, аналогичным образом определяют угол β_3 между поверхностью меры и рабочей поверхностью синусной линейки.

Те же операции повторяют еще раз и определяют соответственно углы β_4 и β_5. После этого вычисляют среднее арифметическое из результатов измерений:

$$\beta \text{ ср.} = \frac{\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5}{4}$$

Отклонение h_g в микрометрах от параллельности осей центров бабок и рабочей поверхности линейки вычисляют по формулам:

$$h_g = 4{,}84 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \beta \text{ ср.}, \qquad (15)$$

где L - номинальное расстояние между роликами, мм, или

$$h_g = K_1 \cdot \beta \text{ ср.},$$

где K_1 - коэффициент, значения которого для различных расстояний L указаны в табл. 1 приложения 12.

Величина отклонения h_g должна соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.13.1. При поверке контактным методом синусную линейку устанавливают на поверочной плите. За базу измерений принимают нижнюю поверхность опорной плиты. В центры устанавливают оправку, а на поверочной плите в специальной стойке закрепляют измерительную головку с ценой деления 0,001 мм. Измерительную головку последовательно приводят в соприкосновение с оправкой у ее концов и, перемещая стойку в поперечном направлении, снимают наибольшие показания по измерительной головке. По разности Δ_1 этих показаний определяют отклонение от параллельности линии центров относительно нижней поверхности плиты.

Отклонение Δ_o в микрометрах от параллельности линии центров относительно рабочей поверхности синусной линейки на длине оправки вычисляют из выражения:

$$\Delta_c = \Delta_1 - \Delta_2 ,$$

где: Δ_2 - отклонение от параллельности рабочей поверхности опорной плиты относительно нижней поверхности, измеренное в продольном направлении в соответствии с п. 5.3.7.2.

Отклонение Δ в микрометрах от параллельности линии центров относительно рабочей поверхности синусной линейки на ее длине определяют из выражения:

$$\Delta = \frac{L}{l} \cdot \Delta_o ,$$

где: l - рабочая длина оправки;

L - растояние между осями роликов синусной линейки.

Величина Δ должна соответствовать ГОСТ 4046.

5.3.14. При определении отклонения от перпендикулярности оси центров бабок относительно осей роликов у линеек типа ЛСО центры с установленной в них оправкой закрепляют на столике синусной линейки. Синусную линейку устанавливают боковой поверхностью на поверочную плиту так, чтобы ролики линейки располагались вертикально.

Рядом с синусной линейкой на поверочной плите ставят стойку с измерительной головкой. Приведя наконечник измерительной головки в контакт с поверхностью оправки, перемещая стойку по плите в поперечном направлении относительно оси центров и отсчитывают показание по измерительной головке. Измерения производят в средней части и у обоих концов меры, отступая от краев на 1 мм.

Из отсчетов, полученных при измерениях на указанных участках, вычисляют наибольшую по абсолютной величине разность r.

Отклонение h_g в микрометрах от перпендикулярности оси центров центров бабок относительно осей роликов на длине L вычисляют из выражения:

$$h_g = \frac{L}{L_1} r, \qquad (16)$$

где: L - расстояние между роликами синусной линейки, мм;

L_1 - рабочая длина оправки.

Величина параметра h_g должна соответствовать ГОСТ 4046.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. Положительные результаты первичной поверки линеек предприятие-изготовитель оформляет отметкой в паспорте, заверенной поверителем.

6.2. На линейки, признанные годными при периодической поверке, выдают свидетельство установленной формы.

6.3. Положительные результаты периодической ведомственной поверки оформляют в порядке, установленном ведомственной метрологической службой.

6.4. Линейки, не удовлетворяющие требованиям ГОСТ 4046 к применению не допускаются. Свидетельство о поверке аннулируется.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОКОЛЛИМАЦИОННОГО ПРИБОРА АПКЛ ДЛЯ ПОВЕРКИ СИНУСНЫХ ЛИНЕЕК

	x
Увеличение	32
Поле зрения	1°20′
Цена деления секундной шкалы автоколлиматора	1″
Диапазон измерения	10′
Отклонения от плоскостности рабочей поверхности плиты, не более, мкм	1
Расстояние между осями цилиндрических отверстий кронштейна, мм	100 и 150
Перемещение кронштейна по высоте, мм	130
Габаритные размеры, мм	520x440x260
Цена деления минутной шкалы автоколлиматора	1′

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УНИФИЦИРОВАННОГО АВТОКОЛЛИМАТОРА АК-0,5У

Цена деления секундной шкалы	0,5″
Диапазон измерений при расстоянии от объектива до зеркала до 2 м, не менее	20′
Предел допускаемой погрешности с числом координат	
1	3,0′
2	6,0′

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

СТОЙКА ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,001 мм
Назначение и основные технические характеристики

Стойка с диаметром отверстия 8Н8 и (или) 28Н8 для измерительной головки с ценой деления 0,001 мм должна обеспечивать надежное закрепление головки, а также перемещение по поверочной плите. Предел измерения по высоте должен быть не менее 320 мм. Кронштейн должен иметь перемещение по вертикали и закрепляться на установленной высоте. Стойка должна обеспечить установку измерительной головки над любой точкой столика синусной линейки. В рабочем положении стойка должна устанавливаться и перемещаться на поверхности поверочной плиты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

СТОЙКА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ АВТОКОЛЛИМАТОРА
Назначение и основные технические характеристики

Стойка для автоколлиматора должна обеспечивать установку оптической оси, повернутой зеркалом в вертикальном направлении, над серединой столика синусной линейки. Наибольшая ширина столика синусной линейки должна быть равна 180 мм. Стойка должна обеспечивать возможность перемещения автоколлиматора по вертикали на высоту от 200 до 350 мм с последующим закреплением на установленной высоте. В рабочем положении стойка должна устанавливаться на поверочной плите.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

МНОГОГРАННАЯ УГЛОВАЯ МЕРА МУСЛ ДЛЯ ПОВЕРКИ СИНУСНЫХ ЛИНЕЕК

Технические характеристики

Рабочие углы меры, °	15, 30, 45
Отклонения от номинального значения углов	± 10"
Погрешность аттестации рабочих углов	± 1"
Допускаемая пирамидальность шести граней меры	3"
Допуск параллельности боковых сторон	2"
Параметр шероховатости Rz поверхностей граней и боковых сторон, мкм	≤ 0,100 по ГОСТ 2789
Допуск плоскостности измерительных поверхностей, мкм	0,15
Допуск плоскостности остальных поверхностей, мкм	0,3
Материал меры	Сталь марки ХВГ по ГОСТ 5950
Твердость	61 $HPC_э$...65 $HPC_э$

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОПТИМЕТРА

Наибольшая величина измеряемых наружных размеров, мм	500
Цена деления шкалы, мкм	1,0
Диапазон измерения по шкале, мкм	±100
Предел допускаемой погрешности на участке шкалы, мкм:	
от 0 до ±0,06 мм	±0,2
св. ±0,06 мм	±0,3
Размах показаний, мкм, не более	0,2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОПТИМЕТРА

Наибольшая величина измеряемых наружных размеров, мм	200
Цена деления шкалы, мкм	1,0
Диапазон измерения по шкале, мкм	±100
Предел допускаемой погрешности на участке шкалы, мкм:	
от 0 до ±0,06 мм	±0,2
св. ±0,06 мм	±0,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МАШИНЫ И З М -1

Диапазон измерения наружных размеров, м	1
Диапазон внутренних размеров, мм	от 13,5 до 900
Цена деления, мм не более:	
для метровой шкалы	100
для стомиллиметровой шкалы	1
для измерительного устройства	0,001
Предел допускаемой погрешности измерения концевых мер длины, мкм, не более	$\pm(0{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot L)$ x

x) L - номинальная измеряемая длина, мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

УГЛОВЫЕ КЛИНЬЯ УКСЛ

Клинья УКСЛ представляют собой призматические угловые меры, каждая из которых имеет один рабочий угол.

Размеры и основные характеристики клиньев

Угол клина	Длина клина, мм	Наибольшая высота, мм	Наименьшая высота, мм
15°	97	41	15
30°	87	65	15
45°	71	81	10

Рабочие углы клиньев	15, 30, 45°
Допускаемые отклонения от номинального значения рабочих углов клиньев	±10"
Погрешность аттестации рабочих углов клиньев	±2"
Материал клиньев	Сталь марки ХВГ по ГОСТ 5950
Твердость	61 $HPC_э$...65 $HPC_э$

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Справочное

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНАЯ МЕРА ППМЦ ДЛЯ ПОВЕРКИ ЦЕНТРОВ

Мера ППМЦ представляет собой четырехгранную призму прямоугольного сечения с двумя рабочими поверхностями, выполненную из цилиндрического стержня с центровыми отверстиями.

Основные технические характеристики ППМЦ

Допуск параллельности каждой рабочей поверхности вдоль линии оси центров	5"
Допуск параллельности рабочих поверхностей	2"
Материал меры	Сталь марки ХВГ по ГОСТ 5950
Твердость	61 $HPC_э$...65 HPC
Параметр шероховатости Rz двух широких поверхностей меры, мкм, не более	≤ 0,1 на базовой длине 0,08 мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
Справочное

ОПРАВКА

Оправку изготовляют в виде цилиндрического стержня с центровыми отверстиями.

Основные технические характеристики

Диаметр оправки, мм	15-20
Длина оправки, мм	150
Конусность, мкм, не более	1
Овальность, мкм, не более	1
Материал оправки	Сталь марки ХВГ по ГОСТ 5950
Твердость	61 $HPC_э$...65 $HPC_э$
Параметр шероховатости, Rz, мкм	≤ 0,1 на базовой длине 0,08 мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 11
Справочное

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ УЧАСТКАМ

Поверяемую поверхность разбивают на отдельные участки, полностью покрываемые образцовой стеклянной пластиной, и на середине каждого участка определяют отклонение от плоскостности интерференционным методом.

Интерференционные полосы на поверяемых участках должны быть параллельны направлению перемещения пластины при перестановке ее с одного участка на другой (например, параллельны длинному ребру столика синусной линейки, если измерения производят в продольном направлении, и параллельны короткому ребру столика при измерениях в поперечном направлении). При переходе от одного поверяемого участка к другому пластина должна перекрывать половину предыдущего участка.

На середине каждого участка измеряют отклонение m от плоскостности дважды и за результат берут среднее арифметическое $m_{ср}$.

Полученные результаты измерений обрабатывают графически и строят профиль сечения поверхности по направлению перемещения пластины.

Отклонение от прямолинейности поверяемой поверхности определяют суммой двух расстояний двух наиболее удаленных точек профиля относительно прямой, соединяющей начальную и конечную точки первого и последнего поверяемых участков, и расположенных по обе стороны от этой прямой.

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Для определения отклонения от прямолинейности поверхности в некотором направлении были измерены отклонения от плоскостности на пяти участках стеклянной пластиной диаметром 100 мм.

Результаты измерений приведены в таблице.

Таблица

Обозначение участка	Порядковый номер поверяемых точек	Номер измерения		$m_{ср.}$	
		1	2	в долях интерференционной полосы	в мкм
		Значения в долях интерференционной полосы			
0-2	1	-1,5	-1,7	-1,6	-0,48
1-3	2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,36
2-4	3	1,9	2,0	1,95	0,58
3-5	4	-0,8	-0,8	-0,8	-0,24
4-6	5	1,0	1,0	1,0	0,30

Отклонения от прямолинейности поверхности определяют графическим способом.

Для построения профиля сечения поверхности по результатам измерений на миллиметровой бумаге в произвольном масштабе откладывают интервалы перемещения пластины при переходе от одного участка измерения к другому, т.е. точки 0, 50, 100 ... 300 мм, в соответствии с указанными на чертеже.

Точки 0 и 1 первого участка измерения совмещают с осью абсцисс. Из точки 1 вверх по оси ординат откладывают отрезок $1\text{-}P_1$, соответствующий отклонению $m_{ср}$ равному - 0,48 мкм от плоскостности. Затем через точки 0 и P_1 проводят прямую до пересечения в точке 2 с ординатой, проведенной из точки 100 мм. Из точки 2 вверх по оси ординат откладывают отклонение от плоскостности $m_{ср.}$ равное - 0,36 мкм получая точку P_2. Через 1 и P_2 проводят прямую до пересечения в точке 3 с ординатой для точки 150 мм. Из точки 3 вниз (изменение знака отклонения $m_{ср.}$ равное +0,58 мкм и получают точку P_3. Продолжая аналогичным образом построение, получают точки 4, 5 и 6, а также P_4 и P_5.

Соединив последовательно точки 1, 2, 3, 4, 5 и 6 получают профиль сечения поверяемой поверхности.

Для определения отклонения полученного профиля поверхности проводят через точки 0 и 6 прямую и определяют расстояния по вертикали от поверяемых точек 1, 2, 3, 4, 5 до прямой 0-6, которые в данном случае оказались равными -0,76, +0,36, +0,12 и 0,36 мкм. Знак "минус" приписывают когда поверяемая точка расположена ниже прямой 0-6, а знак "плюс"-когда выше.

Общее отклонение от прямолинейности всей поверяемой поверхности равно сумме наибольших значений (абсолютных) положительного и отрицательного отклонений в поверяемых точках. В данном случае оно равно (-0,76) + (0,36)=1,12 мкм.

Определение отклонения от прямолинейности можно производить также математическим вычислением. При этом прежде всего вычисляют ординаты поверяемых точек кривой профиля повеохности. Принимают, что точки 0 и 1 совпадают с осью абсцисс, так что $y_0 = y_1 = 0$. Значения остальных ординат точек профиля вычисляют по формуле:

$$y_i = 2(y_{i-1} - m_{i-1}) - y_{i-2}, \qquad (1)$$

где: i - порядковый номер точки профиля;

y_i - ордината точки;

m_i - значение отклонения из таблицы результатов измерений.

Отклонение поверяемых точек от прямой, соединяющей первую и последнюю точки профиля поверхности, определяют по формуле:

$$H_i = y_1 - \frac{i}{n} \cdot y_n, \qquad (2)$$

где: n - порядковый номер последней точки;

y_n - ордината последней точки;

H_i - общее отклонение от прямолинейности равное сумме абсолютных значений.

В данном случае последовательно находим точки 0 и 1 лежат на оси абсцисс, т.е. $y_0 = y_1 = 0$. Значения остальных ординат вычисляют по формуле (1):

$y_2 = 2(y_1 - m_1) - y_0 = 2(0+0,48) - 0 = 0,96$ мкм;

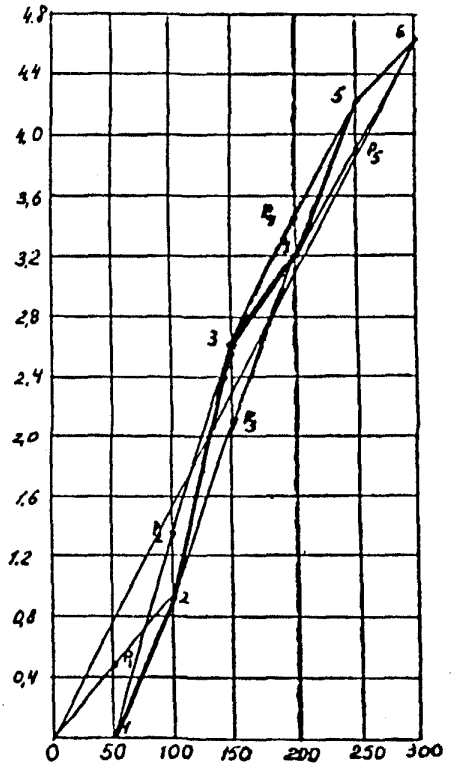
$y_3 = 2(y_2 - m_2) - y_1 = 2(0,96+0,36) - 0 = 2,64$ мкм;

$y_4 = 2(y_3 - m_3) - y_2 = 2(2,64-0,58) - 0,96 = 3,16$ мкм;

$y_5 = 2(y_4 - m_4) - y_3 = 2(3,16+0,24) - 2,64 = 4,16$ мкм;

$y_6 = 2(y_5 - m_5) - y_4 = 2(4,16-0,30) - 3,16 = 4,56$ мкм.

Определение отклонения от прямолинейности графическим способом по результатам измерений на отдельных участках



Значения отклонений H от прямой 0-6 вычисляют по формуле (2):

$$H_1 = y_1 - \frac{1}{6} y_6 = 0 - \frac{1}{6} 4{,}56 = -0{,}76 \text{ мкм};$$

$$H_2 = y_2 - \frac{2}{6} y_6 = 0{,}96 - \frac{2}{6} 4{,}56 = -0{,}56 \text{ мкм};$$

$$H_3 = y_3 - \frac{3}{6} y_6 = 2{,}64 - \frac{3}{6} 4{,}56 = +0{,}36 \text{ мкм};$$

$$H_4 = y_4 - \frac{4}{6} y_6 = 3{,}16 - \frac{4}{6} 4{,}56 = +0{,}12 \text{ мкм};$$

$$H_5 = y_5 - \frac{5}{6} y_6 = 4{,}16 - \frac{5}{6} 4{,}56 = +0{,}36 \text{ мкм}.$$

Отклонение от прямолинейности H в микрометрах равно:

$$H = (H_1) + (H_3) = (0{,}76) + (0{,}36) = 1{,}12.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 12
Справочное

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ K_1 и K_4 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ L МЕЖДУ ОСЯМИ РОЛИКОВ

Таблица 1

L	K_1	K_4
100	0,48	0,68
150	0,73	1,03
200	0,97	1,37
300	1,45	2,05
500	2,42	3,42

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ K_2 и K_3 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРОВ СИНУСНЫХ ЛИНЕЕК

Таблица 2

B, мм	K_2	K_3
60	0,29	0,41
90	0,44	0,62
120	0,58	0,82
140	0,68	0,96
180	0,87	1,23

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА K_5 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ l ПОВЕРХНОСТИ, НА КОТОРУЮ ОПИРАЕТСЯ РОЛИК

Таблица 3

l, мм	K_5
71	0,34
84	0,41
101	0,49
110	0,53
150	0,73
220	1,06

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА K_6 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ b ПОВЕРХНОСТИ, НА КОТОРУЮ ОПИРАЕТСЯ РОЛИК

Таблица 4

b, мм	K_6
32	0,15
40	0,19
50	0,24
60	0,29

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА K_7 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ b ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ

Таблица 5

b, мм	K_7
10	0,05
12	0,06
15	0,07

НОМИНАЛЬНАЯ ДЛИНА Н БЛОКОВ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛОВ α УСТАНОВКИ И РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОСЯМИ РОЛИКОВ

Таблица 6

Угол установки синусной линейки, градусы	Номинальная длина Н блоков концевых плоскопараллельных мер длины, мм			
	при расстояниях L между центрами роликов, мм			
	100	200	300	500
15	25,8819	51,7638	77,6457	129,4095
30	50,0000	100,0000	150,0000	250,0000
45	70,7107	141,4214	212,1321	353,5535

Таблица 7

Угол установки синусной линейки, градусы	K_g				
	при расстояниях между центрами осей роликов, мм				
	100	150	200	300	500
15	2,13	1,42	1,07	0,71	0,43
30	2,38	1,59	1,19	0,79	0,48
45	2,91	1,94	1,46	0,97	0,58

ПРИЛОЖЕНИЕ 13
Справочное

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ СИНУСНОЙ ЛИНЕЙКИ ПРИ L РАВНОЙ 100 мм И УСТАНОВКЕ НА УГОЛ α, РАВНЫЙ 45°.

1. По табл. 6 приложения 12 находят номинальную длину Н блока концевых мер в миллиметрах, необходимого для установки линейки на угол α, равный 45°

$$H=70,7107 \text{ мм}$$

2. Определяют действительную длину H_g блока в миллиметрах, состоящего из мер 50, 19,5 и 1,21 мм, по свидетельству на меры:

$$H_g = 70,7094 \text{ мм}$$

3. H_g - H=-1,3 мкм

4. Вычисляют поправку δ к углу установки синусной линейки по формуле (13):

$$\delta = K_g(-1,3) = -3,8''$$

K_g =2,9 (по табл.7 приложения 12)

5. Определяют поправку τ на угол α, равный 45° меры МУСЛ. По аатестату α_g =45° 05,3", следовательно τ =5,3".

6. Разность Q между углом установки синусной линейки и углом меры МУСЛ определяют по результатам измерений. Отсчет по шкале автоколлиматора при наведении на изображение марки, отраженное от стола прибора АПСЛ: α_1 =4' 42,0", а при наведении на грань меры МУСЛ - α_2 =4' 46,2" , Q=-4,2";

$$\varepsilon = -4,2'' + 3,8'' + 5,3'' = 4,9''$$

Погрешность при установке синусной линейки на угол равный 45°, соответствует ГОСТ 4046 для линеек класса точности 1.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА Министерством станкостроительной и инструментальной промышленности СССР (ВНИИизмерения)

РАЗРАБОТЧИКИ: руководитель темы А. М. Смогоржевский, В. А. Богданова

2. УТВЕРЖДЕНА НПО "ВНИИМ им. Д. И. Менделеева" 04.07.1991г.

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС

4. Взамен ГОСТ 8.165-75

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, приложения
ГОСТ 12.4.026-76	3.1
ГОСТ 2789-73	5.3.2, приложение 5
ГОСТ 3749-77	5.3.6
ГОСТ 4046-80	Введение, 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.3.2, 5.3.4.1-2, 5.3.5.1-2, 5.3.6.1-2, 5.3.9, 5.3.10, 5.3.11, 5.3.12.2, 5.3.13.1, 5.3.14, 6.4
ГОСТ 5950-73	Приложения 5, 8, 9, 10
ГОСТ 9038-90	5.3.3, 5.3.4.2-5.3.7, 5.3.9, 5.3.12, 5.3.12.1
ГОСТ 9378-75	5.3.2
ГОСТ 10905-86	5.2, 5.3.3-5.3.7, 5.3.12-14
ГОСТ 11680-76	4.2
ГОСТ18833-73	5.3.3, 5.3.7, 5.3.13-14
ГОСТ 28798-90Е	5.3.3, 5.3.4.2, 5.3.7, 5.3.11-14
ТУ2-034-225-81	5.3.6
ТУ2-034-229-88	5.3.5
ТУ3-3.2123-90	5.3.1
СН 245	3.2

gost.e-ecolog.ru