

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «МП Севр групп»
С.В. Маховых



«05» июня 2024 г.

МП СГ-28-2024 «ГСИ. Линейки поверочные INSIZE.
Методика поверки»

г. МОСКВА,
2024

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на линейки поверочные INSIZE, изготавливаемые по стандарту предприятия INSIZE CO., LTD «Линейки поверочные INSIZE», используемые в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1. Методика поверки распространяется на линейки поверочные INSIZE моделей:

- 4700 – лекальные с двусторонним скосом, стальные;
- 7111, 7118 – лекальные с односторонним скосом, стальные;
- 7117 – с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения, стальные;
- 4180 – с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения, алюминиевый сплав;
- 4147 – с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения, твердокаменные

(гранитные).

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Отклонение от прямолинейности рабочих поверхностей линеек моделей 4700, 7111, 7118

Модификация	Длина линейки, мм	Допускаемое отклонение от прямолинейности рабочих поверхностей, мкм, не более
4700-50	50	2,2
4700-75	75	2,3
4700-100	100	2,4
4700-125	125	2,5
4700-150	150	2,6
4700-200	200	2,8
4700-250	250	3,0
4700-300	300	3,2
4700-400	400	3,6
4700-500	500	4,0
7111-300А	300	20,0
7111-500А	500	30,0
7111-1000А	1000	40,0
7118-300	305	5,0
7118-600	610	6,0
7118-900	914	7,0

Таблица 2 – Отклонения от плоскостности и параллельности рабочих поверхностей линеек моделей 4147, 4180, 7117

Модификация	Длина линейки, мм	Допускаемое отклонение от плоскостности рабочих поверхностей, мкм, не более	Допускаемое отклонение от параллельности рабочих поверхностей, мкм, не более
4147-500А	500	2,1	3,2
4147-1000А	1000	3,0	4,5
4180-500	500	3,0	4,0
4180-1000	1000	5,0	8,0
4180-1500	1500	15,0	22,0
4180-2000	2000	18,0	27,0
4180-2500	2500	22,0	33,0
4180-3000	3000	48,0	72,0
7117-300	305	5,0	-
7117-600	610	6,0	-
7117-900	914	7,0	-

Таблица 3 – Параметр шероховатости Ra рабочих поверхностей линейек моделей 4147, 4180, 7117, а также отклонение от перпендикулярности боковых поверхностей к рабочим линейкам моделей 4147, 7117

Модификация	Параметр шероховатости Ra рабочих поверхностей, мкм, не более	Допускаемое отклонение от перпендикулярности боковых поверхностей к рабочим, мкм, не более
4147-500А	0,65	0,02
4147-1000А		
4180-500	0,70	-
4180-1000		
4180-1500		
4180-2000		
4180-2500		
4180-3000	0,16	0,01
7117-300		
7117-600		
7117-900		

1.2. Линейки поверочные INSIZE (далее – линейки) не относятся к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

1.3. Линейки до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.4. Первичной поверке подвергается каждый экземпляр линейки.

1.5. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр линейки, находящийся в эксплуатации.

1.6. При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы длины в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности, утвержденной Приказом Росстандарта от 15 марта 2021 г № 314, к Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности - ГЭТ 130-2019.

1.7. При определении метрологических характеристик поверяемых линейки используется метод сличения при помощи компаратора.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. Для поверки линейки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Наименование операций поверки и обязательность их выполнения при первичной и периодической поверках

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и проверка размагниченности	Да	Да	8
Определение шероховатости рабочих поверхностей линеек моделей 4147, 4180, 7117	Да	Нет	9.1
Определение отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к рабочим линеек моделей 4147, 7117	Да	Нет	9.2
Определение отклонения от параллельности рабочих поверхностей линеек моделей 4147, 4180	Да	Да	9.3
Определение отклонения от прямолинейности рабочих поверхностей линеек моделей 4700, 7111, 7118	Да	Да	9.4
Определение отклонения от плоскостности рабочих поверхностей линеек моделей 4147, 4180, 7117	Да	Да	9.5

3. Требования к условиям проведения поверки

- 3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:
- температура воздуха в помещении должна быть в пределах $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
 - относительная влажность воздуха не более 80 %.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с паспортом на линейки и настоящей методикой поверки.

4.2. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Средства поверки, применяемые при проведении поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 1 °С Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3\%$	Термогигрометр ИВА-6 (рег. № 46434-11)
	Уровень брусковый с ценой деления 0,02 мм/м по ГОСТ 9392-75	Уровни рамные и брусковые (рег. № 74852-19)
	Частицы из низкоуглеродистой стали массой от 0,1 до 0,2 г	-
9.1	Приборы для измерений шероховатости поверхности, диапазон измерений параметра Ra от 0,02 до 10 мкм, предел допускаемой основной систематической погрешности 5 %	Приборы для измерений шероховатости поверхности MarSurf PS 10 (рег. № 66897-17)
9.2	Угольник поверочный 90°, типа УП или УШ, класс точности 1 по ГОСТ 3749-77	Угольники поверочные 90° УЛ, УЛП, УП, УШ (рег. № 75004-19)
9.2; 9.5	Меры длины концевые плоскопараллельные, диапазон номинальных длин от 0,5 до 100 мм, набор № 1, класс точности 3 по ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 17726-98)
9.3	Головка измерительная рычажно-зубчатая, диапазон измерений от 0 до 1 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,002$ мм	Головки измерительные рычажно-зубчатые 1МИГ, 2МИГ (рег. № 1220-72)
9.3; 9.4; 9.5	Плита поверочная гранитная, класс точности 0 по ГОСТ 10905-86	Плита поверочная разметочная из твердокаменных пород тип 1-1-1000х630 (рег. № 11605-88)
9.4	Брусок контрольный, длина рабочей поверхности от 100 до 1000 мм, допускаемое отклонение от плоскостности не более 0,8 мкм для брусков длиной от 150 до 250 мм, 1,2 мкм – от 260 до 350 мм, 2,0 мкм – от 360 до 650 мм, 2,8 мкм – от 660 до 800 мм, 4,0 мкм – для 810 до 1000 мм	Бруски контрольные БК-150, БК-250, БК-350, БК-500 (рег. № 49504-12); Бруски контрольные (рег. № 76272-19)
	Линейка поверочная типа ЛД, класс точности 1 по ГОСТ 8026-92	Линейки поверочные лекальные ЛД (рег. № 3461-73)
	Пластина плоская стеклянная, диаметр рабочей поверхности 60 мм, отклонение от плоскостности не более 0,09 мкм	Пластины плоские стеклянные 2-го класса ПИ60, ПИ80, ПИ100, ПИ120 (рег. № 197-70)

Продолжение таблицы 5

1	2	3
9.4	<p>Меры длины концевые плоскопараллельные в диапазоне разности значений номинальных длин от 0,002 до 0,007 мм, класс точности 1 по ГОСТ 9038-90</p> <p>Щупы толщиной $0,02^{+0,006}_{-0,003}$, $0,03^{+0,006}_{-0,003}$, $0,04^{+0,006}_{-0,003}$ мм</p> <p>Плита поверочная класс точности 1 по ГОСТ 10905-86</p> <p>Головки измерительные пружинные типа 02ИПМ, 05ИПМ по ГОСТ 28798-90</p>	<p>Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 74059-19)</p> <p>Щупы торговой марки «Калиброн» (рег. № 79706-20)</p> <p>Плиты поверочные Micron (рег. № 50635-12); Плиты поверочные и разметочные чугунные (рег. № 65375-16)</p> <p>Индикаторы часового типа и с цифровым отсчетным устройством (рег. № 81400-21) Головки измерительные пружинные (рег. № 3294-72)</p>
9.5	<p>Головка измерительная рычажно-зубчатая, диапазон измерений ± 50 мкм, цена деления 0,1 мкм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1,0$ мкм</p> <p>Рабочие эталоны 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности, утвержденной Приказом Росстандарта от 15 марта 2021 г № 314 – Поверочные линейки типов ШМ, ШМ-ТК</p> <p>Рабочие эталоны 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482 – Автоколлиматоры</p> <p>Рабочие эталоны 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности, утвержденной Приказом Росстандарта от 15 марта 2021 г № 314 – Уровни электронные</p>	<p>Головки измерительные пружинные моделей 12201, 12202 (рег. № 13690-93)</p> <p>Линейки поверочные из твердокаменных пород с широкой рабочей поверхностью, мостики длиной до 2500 мм ШМ.ТК (рег. № 12366-00) Линейки поверочные ШД, ШМ, ШП, УТ (рег. № 77237-20)</p> <p>Автоколлиматоры унифицированные АК-0,2У (рег. № 5280-79)</p> <p>Уровни электронные Leveltronic NT, Clinotronic Plus, Clino 2000, Minilevel NT, BlueLEVEL (рег. № 35557-07)</p>
<p>Вспомогательное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стойка С-II по ГОСТ 10197-70; - штатив для измерительных головок Ш-1-8 по ГОСТ 10197-70; - приспособление для определения отклонения от прямолинейности рабочих поверхностей линеек в продольном направлении (Приложение 1); - приспособление для измерений отклонений от плоскостности методом сличения с поверочными линейками (Приложение 2); <p>Приспособление для сличения линеек поверочных (Приспособление 3).</p>		
<p>Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. Перед проведением поверки следует изучить паспорт на поверяемую линейку и эксплуатационную документацию на средства измерений, используемые для поверки.

6.2. При выполнении операций поверки выполнять требования эксплуатационной документации средств измерений к безопасности при проведении работ.

7. Внешний осмотр

7.1. Внешний осмотр

7.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие линеек требованиям паспорта в части комплектности.

При осмотре должна быть проверена правильность нанесения маркировки. На линейке и/или футляре должна быть нанесена следующая информация:

- товарный знак изготовителя;
- модификация (в обозначении модификации первые четыре цифры до знака «дефис» относятся к обозначению модели линейки. Обозначение после знака «дефис» относятся к исполнению линейки).

- заводской номер.

При внешнем осмотре должно быть также проверено:

- на рабочих поверхностях линеек не должно быть следов коррозии и механических повреждений, влияющих на ее эксплуатационные свойства.

У линеек, находящихся в эксплуатации, допускается наличие царапин, вмятин и забоин, не выступающих над рабочей поверхностью и не влияющих на эксплуатационные качества линеек.

Если перечисленные требования не выполняются, линейки признают непригодными к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и проверка размагниченности

8.1. Линейки должны быть тщательно промыты бензином марки БР-1 по ГОСТ 443-76 или другим обезжиривающим средством, не оставляющим следов на поверхностях линеек, и протерты сухой салфеткой. Линейки должны быть выдержаны в помещении, где проводят поверку, не менее 12 ч.

8.2. На боковых поверхностях линеек моделей 4147, 4180, 7117 краской должны быть нанесены отметки против точек, в которых будут проводиться измерения при определении отклонений от плоскостности и параллельности рабочих поверхностей. Точкам присваивают порядковые номера $0, 1, 2, \dots, n$. Отметки наносят рядом с рабочими поверхностями, располагая их на одинаковых расстояниях одна от другой. Число проверяемых точек не должно быть менее указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Число проверяемых точек

Длина линейки, мм	Число проверяемых точек, шт.
305	3
500	5
610	6
914	9
От 1000 до 2500	10
3000	15

8.3. При измерении отклонения от прямолинейности рабочих поверхностей линеек моделей 4147, 4180, 7117 автоколлиматором рабочая поверхность линеек должна быть установлена в горизонтальное положение по уровню. Отклонение среднего участка рабочей поверхности линейки от плоскости горизонта должно быть не более 10" – в продольном направлении и 5" – в поперечном.

8.4. Отклонение от плоскостности линеек определяют не ранее чем через 10 ч.

8.5. При проведении поверки линеек должны соблюдаться следующие меры по обеспечению безопасности:

– при подготовке к проведению поверки должны быть соблюдены требования пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями, к которым относится бензин, используемый для промывки;

– бензин хранят в металлической, стеклянной или пластиковой посуде, плотно закрытой крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки;

– промывку проводят в резиновых технических перчатках типа II по ГОСТ 20010-93.

8.6. Размагниченность линейек проверяют опробованием на мелких частицах из низкоуглеродистой стали массой от 0,1 до 0,2 г. Частицы не должны прилипать к рабочим поверхностям линейки.

Линейки считаются прошедшими поверку, если удовлетворяют вышеперечисленным требованиям.

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

9.1. Определение шероховатости рабочих поверхностей линейек моделей 4147, 4180, 7117

Шероховатость рабочих поверхностей линейек определяют при помощи прибора для измерений шероховатости.

Линейку устанавливают таким образом, чтобы щуп прибора перемещался в направлении, перпендикулярном следам обработки.

Измерение шероховатости Ra следует проводить на 5 участках, равномерно расположенных на рабочей поверхности линейки, содержащих не менее 5 базовых длин каждый. Одна базовая длина должна соответствовать 0,8 мм.

Среднее значение шероховатости Ra рабочей поверхности линейки вычисляют по формуле:

$$\overline{Ra} = \frac{\sum Ra_i}{N}$$

где Ra_i - значение шероховатости Ra , определенное на одном участке измерений;

N - число участков измерений.

Шероховатость Ra рабочей поверхности линейки не должна превышать значений параметров шероховатости Ra , указанных в таблице 3.

Если требования не выполняются, линейки признают непригодными к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.2. Определение отклонения от перпендикулярности боковых поверхностей к рабочим линейек моделей 4147, 7117

Отклонение от перпендикулярности боковых поверхностей к рабочим линейек модели 4147 определяют с помощью угольника и двух концевых мер длины с разностью номинальных длин 0,02 мм, а модели 7117 – с помощью угольника и двух концевых мер длины с разностью номинальных длин 0,01 мм.

Угольник прикладывают плоской измерительной поверхностью внутреннего угла к боковой поверхности линейки. Концевую меру длины меньшего номинального размера помещают между поверхностями угольника и линейки. Меру большего размера используют в качестве щупа, которая не должна входить в зазор между второй измерительной поверхностью угольника и поверхностью линейки.

Отклонение от перпендикулярности определяют не менее чем в пяти сечениях.

Отклонение от перпендикулярности не должно превышать значений, указанных в таблице 3.

Если требования не выполняются, линейку признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.3. Определение отклонения от параллельности рабочих поверхностей линейек моделей 4147, 4180

Отклонение от параллельности рабочих поверхностей линейек определяют на поверочной плите. Для этого линейку устанавливают на плиту и рычажно-зубчатой головкой, закрепленной в штативе, который перемещается по плите вдоль длинного и короткого ребер рабочей поверхности линейки, снимают показания. Отклонение от параллельности определяют не менее чем в трех сечениях, равномерно расположенных по длине рабочих поверхностей линейек.

Отклонение от параллельности рабочих поверхностей линейек определяют как максимальную разность отсчетов.

Отклонения от параллельности не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

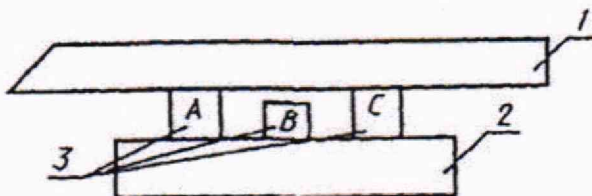
Если требования не выполняются, линейку признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.4. Определение отклонения от прямолинейности рабочих поверхностей линейек моделей 4700, 7111, 7118

Отклонение от прямолинейности рабочих поверхностей линейек моделей 4700, 7111, 7118 определяют методом сличения «на просвет» с измерительной поверхностью контрольного бруска. Для линейек модели 7111 допускается определять отклонение от прямолинейности с использованием щупа и поверхности плиты класса точности 1.

Линейки длиной 50, 75, 100 и 125 мм необходимо дополнительно поверять с помощью приспособления с измерительной головкой (Приложение 1).

9.4.1. Для определения отклонения от прямолинейности методом «на просвет» поверяемую линейку помещают на рабочую поверхность контрольного бруска. Размер просвета определяют визуально сравнением с «образцом просвета» (рис.1) в диапазоне угла наклона линейки $\pm 20^\circ$ от среднего положения.



1 - лекальная линейка; 2 - плоская стеклянная пластина; 3 - плоскопараллельные концевые меры длины

Рисунок 1 – Образец просвета

Для составления «образца просвета» используют плоскую стеклянную пластину, концевые меры длины и лекальную линейку.

Концевые меры A и C должны быть одинакового номинального размера. Размер меры B должен быть меньше размера мер A и C на значение допуска прямолинейности поверяемой линейки.

Между поверхностью меры B и ребром лекальной линейки получают образец просвета, с которым проводят сравнение при определении отклонения от прямолинейности поверяемых линейек методом «на просвет».

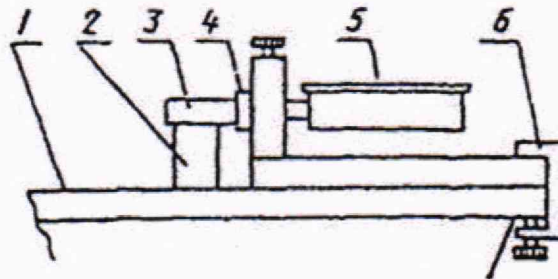
Просвет между рабочей поверхностью поверяемой линейки и поверхностью бруска не должен превышать просвета на образце.

При определении отклонения от прямолинейности при помощи щупа, поверяемую линейку рабочей поверхностью прикладывают к поверхности гранитной плиты. Толщина щупа должна соответствовать допускаемому отклонению от прямолинейности. Щуп не должен входить в зазор между поверхностями линейки и гранитной плиты.

Если требования не выполняются, линейку признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.4.2. Для определения отклонения от прямолинейности приспособлением с измерительной головкой приспособление помещают на поверочную плиту так, чтобы рабочие поверхности его опор располагались в вертикальной плоскости (рис. 2) и прикрепляют на поверхности плиты.

Контрольный брусок придвигают вплотную к опорам приспособления и устанавливают на измерительной головке показание a_0 , близкое к нулю. Для упрощения настройки брусок располагают на площадке или опорах такой высоты, чтобы наконечник измерительной головки касался рабочей поверхности бруска в среднем сечении. Затем к опорам приспособления прижимают рабочее ребро поверяемой линейки, располагая ее перпендикулярно к поверхности опор. Перемещая линейку в вертикальной плоскости, находят максимальное показание a_1 . Затем наклоняют линейку на $\pm 20^\circ$ от первоначального положения и находят максимальные показания a_2 и a_3 измерительной головки.



1 - поверочная плита; 2 - опора контрольного бруска; 3 - контрольный брусок; 4 - опора приспособления; 5 - измерительная головка; 6 - струбцина

Рисунок 2 – Приспособление с измерительной головкой

Разности показаний ($a_1 - a_0$), ($a_2 - a_0$) и ($a_3 - a_0$) не должны превышать значений отклонений от прямолинейности, указанных в таблице 1.

Если требования не выполняются, линейку признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9.5. Определение отклонения от плоскостности рабочих поверхностей линейек моделей 4147, 4180, 7117

Отклонение от плоскостности рабочей поверхности линейки определяется путем определения отклонений от прямолинейности рабочей поверхности в поперечном и продольном направлениях.

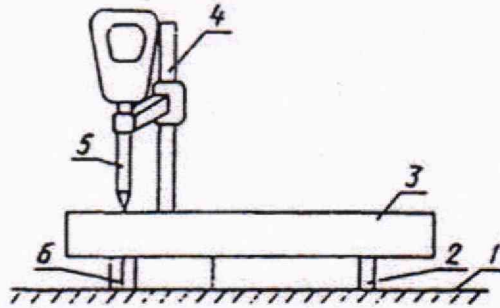
9.5.1. Определение отклонения от прямолинейности рабочих поверхностей линейек в поперечном направлении.

Линейки длиной до 1000 мм включают на поверочной плите с помощью измерительной головки, закрепленной в стойке С-II.

Линейки длиной от 1500 до 3000 мм поверяют методом сличения с линейками типов ШМ или ШМ-ТК. Сличение проводят с помощью измерительной головки, закрепленной в стойке специального приспособления (Приложение 2).

Число поперечных сечений, в которых определяют отклонение от прямолинейности, должно быть не менее трех для линейек длиной до 1000 мм и не менее пяти – для линейек длиной 1500 – 3000 мм.

9.5.1.1. Поверку с помощью измерительной головки проводят по схеме, представленной на рисунке 3.



1 - поверочная плита; 2 и 6 - концевые меры длины; 3 – поверяемая линейка;
4 - стойка; 5 – измерительная головка

Рисунок 3

Поверяемую линейку устанавливают на поверочную плиту, располагая ее на концевых мерах длины. Измерительный наконечник измерительной головки опускают до соприкосновения с поверхностью линейки в проверяемом сечении и устанавливают показание, близкое к нулю. Не изменяя положения концевых мер на поверхности плиты, перемещают по ним поверяемую линейку и снимают по измерительной головке показания в центре $a_{ц}$ и у концов a_0 и a_n . Отклонение от прямолинейности в поперечном направлении определяют по формуле:

$$H = a_{ц} - \frac{a_0 + a_n}{2}. \quad (1)$$

Аналогично проводят измерения в остальных сечениях. Отклонения от прямолинейности не должны превышать значений отклонений от плоскостности, указанных в таблице 2.

Затем поворачивают линейку на 180° и определяют отклонения от прямолинейности второй поверхности.

9.5.1.2. Проверку линеек по линейкам типа ШМ или ШМ-ТК с помощью измерительной головки проводят одним из двух способов (рисунки 4 и 5).

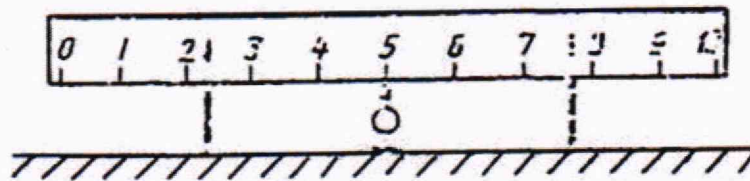


Рисунок 4

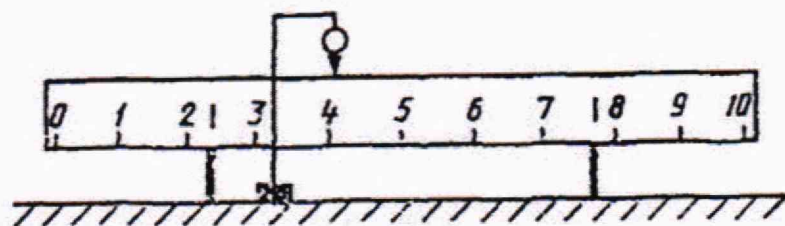


Рисунок 5

При первом способе измерительную головку закрепляют в стойке специального приспособления (справочное приложение 2), а поверяемую линейку устанавливают на опорные призмы, входящие в комплект приспособления, помещая их на линейку типа ШМ или ШМ-ТК.

Перемещая стойку с измерительной головкой в поперечном направлении, снимают показания a_0 , $a_{ц}$ и a_n . Значения отклонений от прямолинейности вычисляют по формуле (1).

При втором способе используют приспособление, приведенное в справочном приложении 3.

Поверяемую линейку устанавливают на опорные призмы из приложения 2. Измерительную головку опускают до соприкосновения с верхней рабочей поверхностью линейки и устанавливают показание, близкое к нулю. Отклонение от прямолинейности определяют, как и при первом способе.

Затем поворачивают линейку на 180° и определяют отклонения от прямолинейности второй поверхности.

9.5.2. Определение отклонения от прямолинейности линеек в продольном направлении.

Для определения отклонения от прямолинейности применяют средства измерений, приведенные в таблице 7.

Таблица 7 – Рекомендуемые средства измерений отклонений от прямолинейности

Модель линейки	Длина линейки, мм	Сведения об эталонах и испытательном оборудовании для проведения поверки
4147, 4180	500; 1000	Уровень электронный
4180	1500; 2000; 2500; 3000	Автоколлиматор
7117	305; 610; 914	Линейки поверочные типов ШМ, ШМ-ТК; головка измерительная рычажно-зубчатая с приспособлением (Приложение 2 или 3)
4180	3000	

Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице

9.5.2.1. Определение отклонения от прямолинейности электронным уровнем.

Преобразователь электронного уровня с соответствующим расстоянием между опорами устанавливают на первую рабочую поверхность линейки. Измерения проводят шаговым методом, последовательно устанавливая уровень на все участки поверхности. Методика выполнения измерений должна соответствовать установленной в эксплуатационных документах на прибор. Затем поворачивают линейку на 180° и определяют отклонения от прямолинейности второй рабочей поверхности.

Полученные отклонения от прямолинейности не должны превышать значений отклонений от плоскостности, указанных в таблице 2.

9.5.2.2. Определение отклонения от прямолинейности автоколлиматором.

Автоколлиматор помещают у одного из концов линейки на опору, обеспечивающую стабильность углового положения его оптической оси.

Плоское зеркало автоколлиматора закрепляют на измерительной каретке, расстояние между опорами которой l в мм равно расстоянию между проверяемыми точками.

Каретку с зеркалом устанавливают на первый участок, ограниченный точками 0 и 1. Центр зеркала располагают напротив центра объектива автоколлиматора. Регулируя наклон автоколлиматора, добиваются появления изображения марки автоколлиматора в поле зрения окуляра и совмещают его с одним из штрихов минутной стрелки. Снимают отсчет a_1 в секундах. Последовательно устанавливают каретку на следующие участки поверхности, снимая отсчеты a_2, \dots, a_n .

Результаты измерений заносят в таблицу 8.

Таблица 8 – Определение отклонения от прямолинейности в продольном направлении рабочих поверхностей линейек

Номер i-точки	Показания автоколлиматора a_i	$\beta_i = a_i - a_1$	$h_i = \alpha \cdot \beta_i$	$y_i = y_{i-1} + h_i$	$\delta_i = (y_i/n) \cdot i$	$H_i = y_i - \delta_i$
	угловые секунды			мкм		
0	-	-	-	0	0	0
1						
2						
...						
n						

Сначала вычисляют разности $\beta_i = a_i - a_1$, между показаниями a_i на каждом участке и показанием на первом участке. Полученные разности β_i дают значения углов наклона каждого участка по отношению к участку 0-1 (рисунок 6). Затем находят значения h_i , показывающие, насколько каждая проверяемая точка выше или ниже предыдущей. Как видно на рисунке 6, $h_i = l \cdot \sin \beta_i$, где l - расстояние между опорами измерительной каретки.

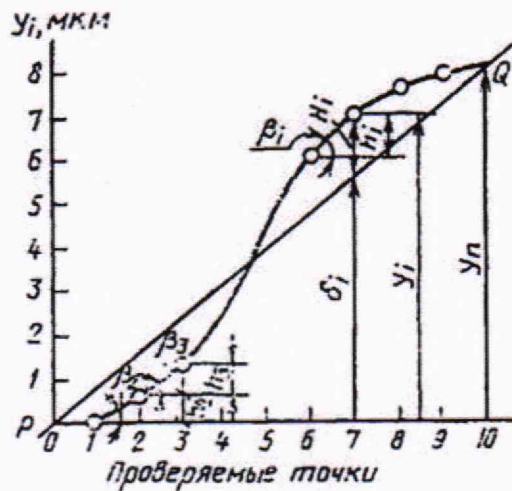


Рисунок 6

Ввиду малости углов можно считать, что $h_i = l \cdot \beta_i \cdot \sin 1''$ или $h_i = l \cdot \beta_i \cdot 4,8 \cdot 10^{-6}$. Для упрощения расчетов вычисляют постоянную $\alpha = 4,8 \cdot 10^{-6} \cdot l$, тогда $h_i = \alpha \cdot \beta_i$. Значения постоянной α для расстояний l между опорами будут:

Расстояние между опорами l , мм	100	160	200	250	300
Постоянная α , мкм	0,3	0,8	1,0	1,2	1,5

Далее определяют значения ординат y_i точек кривой профиля. Условно принимают, что точка 0 совпадает с осью абсцисс, т.е. $y_0 = 0$. Ординаты остальных точек вычисляют по формуле:

$$y_i = y_{i-1} + h_i. \quad (2)$$

Для определения отклонений H_i проверяемых точек от прямой PQ , соединяющей концы профилограммы, из значений ординат y_i вычитают поправки δ_i на наклон профилограммы к оси абсцисс. Значения поправок δ_i определяют по формуле:

$$\delta_i = \frac{y_n}{n} \cdot i, \quad (3)$$

где n и y_n - порядковый номер и ордината последней точки;
 i - номер точки, для которой вычисляют поправку.

Вычислив отклонения H_i для каждого измерения, вычисляют средние арифметические значения отклонений в каждой точке и по ним определяют отклонение от прямолинейности в соответствии со следующими правилами. Если все значения H_i имеют один знак, то наибольшее по абсолютному значению принимают за отклонение от прямолинейности. Если получены положительные и отрицательные значения H_i , то за отклонение от прямолинейности принимают сумму абсолютных значений наибольшего положительного и отрицательного значений H_i .

Затем поворачивают линейку на 180° и определяют отклонения от прямолинейности второй поверхности.

Полученные отклонения от прямолинейности не должны превышать значений отклонений от плоскостности, указанных в таблице 2.

9.5.2.3. Определение отклонения от прямолинейности методом сличения с эталонной поверочной линейкой с помощью измерительной головки с приспособлением.

Сличение с эталонной поверочной линейкой проводят первым способом (см. рисунок 4) с использованием приспособления по справочному приложению 2.

Обе рабочие поверхности линейки проверяют одним способом, поворачивая линейку на 180° .

Перед началом измерений приспособление с измерительной головкой помещают на линейку типа ШМ против точки с порядковым номером 0 так, чтобы наконечник головки касался соответствующей точки на поверхности линейки и устанавливают на головке показание, близкое к нулю. Затем снимают показания в остальных точках.

Отклонения H_i от прямой, соединяющей крайние точки, подсчитывают по формуле:

$$H_i = a_i - a_n - \frac{a_n - a_0}{n} \cdot i - H_{i \text{обр}} \quad (4)$$

где a_i - показание в i -й точке;

a_n - показание в последней точке с порядковым номером n ;

$H_{i \text{обр}}$ - отклонения точек эталонной поверочной линейки, взятые из свидетельства о проверке.

Обработку результатов измерений проводят в последовательности, установленной в таблице 9.

Ординаты y_i вычисляют по формуле:

$$y_i = a_i - a_0 \quad (5)$$

Таблица 9

Номера проверяемых точек, i	a_i	$y_i = (a_i - a_0)$	$\delta_i = \frac{y_i}{n} \cdot i$	$H'_i = y_i - \delta_i$	$H_{i \text{обр}}$	$H_i = H'_i - H_{i \text{обр}}$
0	a_0	$y_0 = 0$	$\delta_0 = 0$	$H'_0 = 0$	$H_{0 \text{обр}} = 0$	$H_0 = 0$
1	a_1	$y_1 = (a_1 - a_0)$	$\delta_1 = \frac{y_1}{n} \cdot 1$	$H'_1 = y_1 - \delta_1$	$H_{1 \text{обр}}$	$H_1 = H'_1 - H_{1 \text{обр}}$
2	a_2	$y_2 = (a_2 - a_0)$	$\delta_2 = \frac{y_2}{n} \cdot 2$	$H'_2 = y_2 - \delta_2$	$H_{2 \text{обр}}$	$H_2 = H'_2 - H_{2 \text{обр}}$
...
n	a_n	$y_n = (a_n - a_0)$	$\delta_n = y_n$	$H'_n = 0$	$H_{n \text{обр}} = 0$	$H_n = 0$

Если в точке 0 на измерительной головке установить нулевое показание, то необходимость вычисления ординат отпадает и тогда $y_i = a_i$.

При определении отклонений H_i поверяемой линейки значения отклонений $H_{i \text{обр}}$ эталонной линейки вычитают из значений H'_i . Значения $H_{i \text{обр}}$ определяют из свидетельства (протокола) проверки на эталонную линейку.

Вычислив отклонения H_i для каждого измерения, вычисляют средние арифметические значения отклонений в каждой точке и по ним определяют отклонение от прямолинейности в соответствии со следующими правилами. Если все значения H_i имеют один знак, то наибольшее по абсолютному значению принимают за отклонение от прямолинейности. Если получены положительные и отрицательные значения H_i , то за отклонение от прямолинейности

принимают сумму абсолютных значений наибольшего положительного и отрицательного значений H_i .

Полученное отклонение от прямолинейности не должно превышать значений отклонений от плоскостности, указанных в таблице 2.

Если требования не выполняются, линейку признают непригодной к применению.

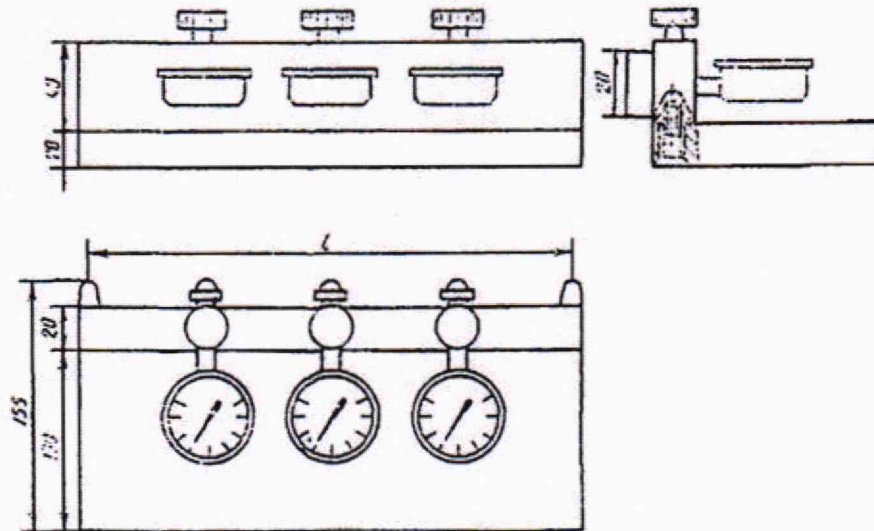
10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по каждой операции, указанной в таблице 5.

10.2. При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача свидетельства о поверке, и (или) вносить в паспорт средства измерений запись о проведенной поверке. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

10.3. При отрицательных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности.

**Приспособление для определения отклонения от прямолинейности рабочих поверхностей
линеек в продольном направлении**



Приспособление применяют для поверки леек длиной 50, 75, 100 и 125 мм.

При поверке леек применяют приспособление с одним отсчетным устройством, установленным в центре.

В качестве отсчетных устройств следует применять пружинные измерительные головки типа 02ИПМ.

Примечание. Рисунок не определяет конструкцию приспособления. Допускается изготовление приспособления с горизонтальным расположением опор и вертикальным расположением измерительных головок. В этом случае поверяемую линейку устанавливают непосредственно на опоры приспособления.

Технические требования

1. Расстояние между опорами $l = (L - 10)$ мм, где L - длина поверяемой линейки.
2. Отклонение от прямолинейности опор - не более 1 мкм.
3. Отклонение от параллельности опор - не более 0,4 мкм.
4. Параметр шероховатости Ra измерительных поверхностей опор не более 0,04 мкм.
5. Твердость измерительных поверхностей опор - не менее 58 HRC₃.
6. Цена деления отсчетного устройства - не более 0,2 мкм.

Измерительные поверхности опор приспособления должны быть цилиндрическими или ленточными шириной не более 2 мм.

Отклонение от прямолинейности цилиндрических опор определяют сличением «на просвет» с поверхностью контрольного бруска или плоской стеклянной пластины, а плоских - сличением с лекальной линейкой класса точности 0. Видимый на глаз просвет не допускается.

Отклонение от параллельности опор определяют с помощью лекальной линейки класса точности 0. Линейку устанавливают так, чтобы она касалась верхней части рабочей поверхности левой опоры и нижней части правой. Слегка поворачивая один конец линейки, находят максимальное показание a_1 на шкале головки. Затем изменяют положение линейки так, чтобы она касалась нижней части поверхности левой опоры и верхней части правой. Находят максимальное показание a_2 . Разность показаний $a_2 - a_1$ не должна превышать 0,2 мкм, для поверки леек моделей 4700, 7111, 7118, и 0,5 мкм - у приспособления для поверки леек моделей 4147, 4180, 7117.

Перед измерениями приспособление настраивают по контрольному бруску. Для уменьшения влияния на точность измерений отклонения от прямолинейности опор настройку

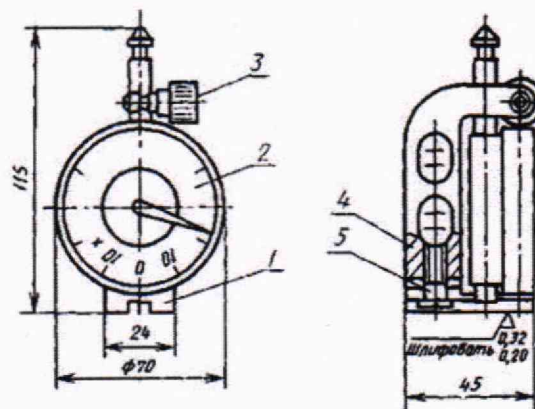
приспособления рекомендуется проводить по специальному бруску, изготовленному из четырехгранной лекальной линейки класса точности 0. Одна из граней линейки, применяемая для настройки приспособления, должна быть обработана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к поверхности контрольных брусков по ГОСТ 22601-77.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
справочное

Приспособление для измерений отклонений от плоскостности методом сличения с поверочными линейками

Для измерений отклонений от плоскостности рабочих поверхностей линеек методом сличения с поверочными линейками используют комплект приспособлений, включающий стойку для крепления измерительной головки (рисунок 2, а) и две опорные призмы (рисунок 3, а).

Стойка с измерительной головкой



1 - основание; 2 - измерительная головка; 3 - зажимной винт, 4 - стойка; 5 - крепежный винт
Рисунок 2, а

Опорные призмы

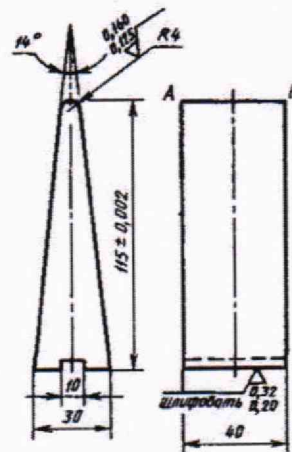
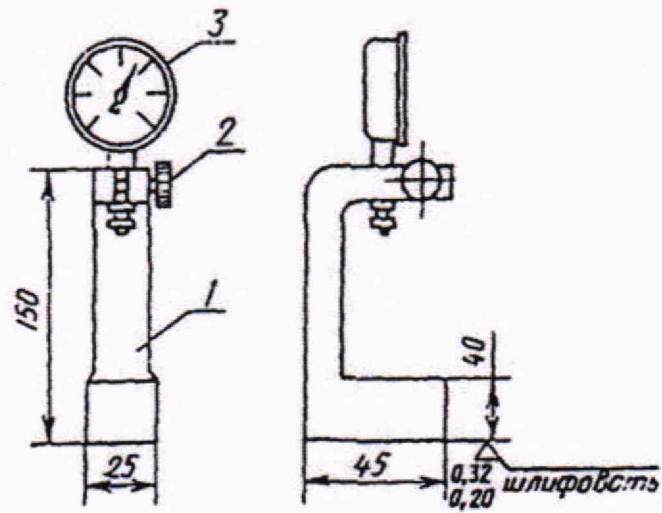


Рисунок 3, а

Отклонение от плоскостности оснований стойки и призм должно быть не более 0,001 мкм (выпуклость не допускается). Отклонение от параллельности образующей призмы АВ относительно опорной поверхности и разновысотность призм должны быть в пределах 0,002 мм.

Приспособление для сличения линеек поверочных



1 - стойка; 2 - зажимной винт; 3 - измерительная головка

Рисунок 4.а

1. Отклонение от плоскостности основания стойки - не более 0,002 мкм.
2. Твердость основания стойки должна быть не ниже 58 HRC₃.