ГОСТ 8.353—96

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МЕРЫ ДЛИНЫ ШТРИХОВЫЕ ЭТАЛОННЫЕ 1-ГО РАЗРЯДА (ОБРАЗЦОВЫЕ) И РАБОЧИЕ КЛАССА ТОЧНОСТИ 0 ДЛИНОЙ ДО 1 М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Издание официальное

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН МТК 206, Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологии им. Д.И.Менделеева

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 10 от 4 октября 1996 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Белоруссия	Белстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизская Республика	Киргизстандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикский государственный центр по стандартизации, метрологии и сертификации
Туркменистан	Туркменглавгосинспекция
Украина	Госстандарт Украины

3 Настоящий стандарт соответствует международной рекомендации МОЗМ № 98 «Штриховые меры длины высокой точности»

4 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 21 января 1997 г. № 5 межгосударственный стандарт ГОСТ 8.353—96 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 1998 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 8.353—79

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Май 2001 г.

© ИПК Издательство стандартов, 2000
© ИПК Издательство стандартов, 2001

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Операции и средства поверки 1
4 Условия поверки 4
5 Проведение поверки и обработка результатов измерений 4
6 Оформление результатов поверки 10

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕРЫ ДЛИНЫ ШТРИХОВЫЕ ЭТАЛОННЫЕ 1-ГО РАЗРЯДА (ОБРАЗЦОВЫЕ) И РАБОЧИЕ КЛАССА ТОЧНОСТИ 0 ДЛИНОЙ ДО 1 М

Методика поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Standard line measures of length of the first grade and working line measures of the zero accuracy class to 1 m length. Methods for verification

Дата введения 1998—01—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на штриховые эталонные меры длины (далее — меры) 1-го разряда (образцовые меры длины 1-го разряда) и рабочие класса точности 0 длиной до 1 м по ГОСТ 12069 и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 1012—72 Бензины авиационные. Технические условия

ГОСТ 5962—67* Спирт этиловый ректификованный. Технические условия

ГОСТ 12069—90 Меры длины штриховые брусковые. Технические условия

3 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1.

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51652—2000.

Таблица 1 — Операции и применяемые средства поверки

Наименование операции	Номер пункта стандарта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
1 Внешний осмотр	5.1	—	Да	Да
2 Проверка качества поверхности шкалы и штрихов		Эталон-копия или рабочий эталон — лазерный интерференционный компаратор с пределами измерения 0—1000 мм с погрешностью измерения длины $\sigma = (0{,}05 + 0{,}1L)$ мкм (L — числовое значение длины в метрах) Увеличение микроскопа 60^x. Цена деления отсчетного устройства при визуальном наблюдении 1,5 мкм		
3 Определение длины и ширины штрихов и расстояния между продольными осевыми линиями	5.2	Универсальный измерительный микроскоп УИМ-200 или ДИП-6; предел допускаемой основной погрешности $\pm (1{,}0 + L/100)$ мкм	Операцию проводят выборочно	Нет
4 Проверка отклонения от прямолинейности продольных осевых линий	5.3	Эталон-копия или рабочий эталон по 5.1	Да	Нет
5 Проверка отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям	5.4	Универсальный измерительный микроскоп УИМ-200, предел допускаемой основной погрешности $\pm (1{,}0 + L/100)$ мкм. Цена наименьшего деления шкалы угломерной головки 1′	Да	Нет

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта стандарта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
6 Определение отклонений общей длины и длины отдельных интервалов шкалы от номинальных значений	5.5	Эталон-копия или рабочий эталон по 5.1; лазерный интерференционный рефрактометр; система измерения температуры в комплекте с платиновым термометром сопротивления, дифференциальными термопарами и мерой сопротивления — погрешность измерений температуры 0,005 К	Да	Да
7 Определение температурного коэффициента линейного расширения:	5.6		Операцию проводят выборочно*	Нет
относительный метод	5.6.1	Рабочий эталон — 4-метровый оптико-механический компаратор, погрешность $\sigma = 0{,}3$ мкм		
абсолютный метод	5.6.2	Эталон-копия или рабочий эталон по 5.1, лазерный интерференционный рефрактометр; система измерения температуры по 5.5		

*После ремонта не определяют

3.2 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящего стандарта.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

Температура окружающей среды:

(20±0,1) °С — при поверке эталонных (образцовых) мер до 1000 мм;

(20±0,2) °С — при поверке эталонных (образцовых) мер до 200 мм и рабочих мер до 1000 мм;

(20±1) °С — при поверке рабочих мер до 200 мм.

Относительная влажность воздуха (60±20) %.

Допускаются бо́льшие отклонения от нормальной температуры, если температурные коэффициенты линейного расширения мер известны с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-7} K^{-1}$ и в результат измерений вводят поправки.

4.2 Положение мер на поверхности стола во время поверки — горизонтальное.

4.3 Время выдержки мер на столе компаратора — не менее 8 ч.

4.4 Меры должны быть протерты мягкой салфеткой, смоченной в бензине по ГОСТ 1012 (для металлических мер) и в спирте по ГОСТ 5962 (для стеклянных мер).

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие мер следующим требованиям.

Поверхность шкалы меры не должна иметь инородных включений, пор, точек, царапин, следов коррозии и других дефектов, влияющих на метрологические характеристики меры.

Края меры не должны иметь острых кромок, заусенцев и зазубрин.

Упаковка, комплектность и маркировка мер должны соответствовать требованиям ГОСТ 12069.

5.1.2 *Проверка качества поверхности шкалы штрихов*

Качество поверхности шкалы и штрихов проверяют на универсальном измерительном микроскопе.

Меру устанавливают на столе микроскопа параллельно его продольному перемещению. Подбирают сменный объектив с таким увеличением, чтобы в поле зрения окуляра микроскопа было видно изображение штриха, обозначающего сантиметровое деление, по всей длине.

Качество поверхности шкалы штрихов проверяют по всей поверхности шкалы. На поверхности шкалы между штрихами не должно быть дефектов, мешающих отсчету. Штрихи должны быть без разрывов, ровными и четкими. Заполнение штрихов стеклянных мер должно быть одинаковым по всей длине штриха.

5.2 Определение длины и ширины штрихов и расстояния между продольными осевыми линиями

Длину и ширину штрихов определяют на микроскопе УИМ не менее чем для пяти штрихов в начале, середине и конце шкалы.

Меру устанавливают на столе микроскопа параллельно его продольному перемещению.

Длину штриха измеряют последовательно, совмещая перекрестие сетки окуляра с верхним и нижним краями штриха, снимают показания по отсчетному устройству микроскопа. Длина штрихов должна быть не менее 500 мкм. Длина штрихов, определяющих миллиметровые, пятимиллиметровые и сантиметровые интервалы, должна быть в соотношении 1:1, 5:2. При длине штрихов 1,0 мм и менее все штрихи могут быть одной длины.

Ширину штриха измеряют последовательно, совмещая перекрестие сетки окуляра с правым и левым краями штриха в зоне между продольными осевыми линиями, снимают показания по отсчетному устройству.

Ширина штрихов должна быть 3—6 мкм для эталонных мер и 3—8 мкм — для рабочих мер. Разность между шириной штрихов и ее средним значением в пределах одной шкалы должна быть не более 10 %.

Расстояние между продольными осевыми линиями измеряют, совмещая перекрестие сетки окуляра последовательно с нижней осевой, а затем с верхней осевой линией и снимая показания по отсчетному устройству.

Расстояние между продольными осевыми линиями должно быть в пределах 200÷300 мкм.

5.3 Проверка отклонения от прямолинейности продольных осевых линий

Отклонение от прямолинейности продольных осевых линий проверяют на эталоне-копии или рабочем эталоне. Меру устанавливают параллельно продольному перемещению стола компаратора. Стол выводят в крайнее левое положение, совмещают перекрестие сетки окуляра с продольной осевой линией. Медленно перемещая стол с мерой вправо, наблюдают отклонение осевой линии от перекрестия сетки в поперечном направлении.

Допустимое отклонение от прямолинейности — 4 мкм на длине 1000 мм.

5.4 Проверка отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям

Отклонение от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям определяют на микроскопе УИМ при помощи угломерной головки. Меру устанавливают на столе микроскопа параллельно его продольному перемещению. Центр перекрестия окулярной угломерной головки наводят на пересечение штриха и продольной осевой линии. Одну из штриховых линий сетки угломерной головки совмещают с изображением штриха и выполняют первый отсчет. Затем поворотом лимба с сеткой совмещают горизонтальную линию сетки с продольной осевой линией и выполняют второй отсчет. Вычисляют угол между штрихами и продольной осевой линией. Проверку выполняют выборочно, но не менее чем для пяти штрихов в начале, середине и конце шкалы.

Допустимое отклонение от перпендикулярности — 1′.

5.5 Определение отклонений общей длины и длины отдельных интервалов шкалы от номинальных значений

Измерения длины интервалов и общей длины меры выполняют абсолютным интерференционным методом на лазерном интерференционном компараторе.

Меру устанавливают на столе компаратора горизонтально. Эталонные (образцовые) меры 1-го разряда и рабочие класса точности 0 длиной 500 мм и более должны быть установлены на двух цилиндрических опорах в точках Бесселя.

На боковой поверхности равномерно по длине меры закрепляют контактные спаи дифференциальных термопар.

Проводят юстировку меры на столе компаратора, устанавливая меру параллельно перемещению.

Перед измерением длины интервалов меры выполняют измерение температуры меры, используя платиновый термометр сопротивлений ПТС-10, меры сопротивления, дифференциальные термопары.

Температуру штриховой меры длины $T_{ш.м}$ вычисляют по формуле

$$T_{ш.м} = 20\ ^\circ + T_{п.т.с} + T_{т.п}, \qquad (1)$$

где $T_{п.т.с}$ — отклонение температуры платинового термометра сопротивления от нормальной 20 °С, °С;

$T_{т.п}$ — разность температур меры и платинового термометра сопротивления, °С.

Отклонение температуры платинового термометра сопротивлений от нормальной температуры $\Delta T_{п.т.с}$ вычисляют по формуле

$$T_{п.т.с} = \frac{R_{п.т.с} - R_{м.с}}{K_{п.т.с}}, \qquad (2)$$

где $R_{п.т.с}$ — измеренное значение сопротивления платинового термометра, Ом;

$R_{м.с}$ — сопротивление меры сопротивления при температуре 20 °С, Ом;

$K_{п.т.с}$ — термический коэффициент сопротивления платинового термометра, Ом · $К^{-1}$.

Разность температур меры и платинового термометра сопротивления $\Delta T_{т.п}$ в градусах Кельвина вычисляют по формуле

$$\Delta T_{т.п} = \frac{И_{т.п.}}{\gamma_{т.п}}, \qquad (3)$$

где $И_{т.п}$ — среднее по всем термопарам значение падения напряжения, В;

$\gamma_{т.п}$ — термоЭДС термопар, В · $К^{-1}$.

Затем измеряют разность оптических длин камеры рефрактометра с воздухом и вакуумом. Из камеры рефрактометра откачивают воздух. После прекращения откачки на счетчике рефрактометра устанавливают нулевое показание. Наполняют камеру воздухом и снимают показания счетчика рефрактометра n.

Измерения длины интервалов и общей длины меры выполняют следующим образом.

Фотоэлектрический микроскоп наводят на начальный штрих интервала шкалы и на счетчике основного интерферометра устанавливают нулевое показание. Затем окуляр микроскопа перемещают на следующий штрих измеряемого интервала и снимают показания счетчика.

Измерения длин интервалов штриховой меры выполняют в двух положениях (0—1000 и 1000—0) по следующей программе:

- длины миллиметровых интервалов на первом сантиметре шкалы;
- длины сантиметровых интервалов на первом дециметре;
- длины всех дециметровых интервалов;
- общая длина меры.

При необходимости измеряют длины других интервалов. Измеренное значение длины интервала меры L вычисляют по формуле

$$L = \left(N - n \cdot \frac{L_{ном}}{l_р} \right) \cdot \frac{\lambda}{i}, \qquad (4)$$

где N — показания счетчика интерферометра;

n — показания счетчика рефрактометра;

$L_{ном}$ — номинальная длина измеряемого интервала, м;

$l_р$ — длина камеры рефрактометра, м;

$\frac{1}{i}$ — дискретность;

λ — длина волны лазера, мкм.

Действительное значение длины интервала меры $L'_{дейс}$ в данном положении при температуре 20 °С рассчитывают по формуле

$$L'_{дейс} = L + \Delta L_т, \qquad (5)$$

где $\Delta L_т$ — температурная поправка ($\Delta L_т = \alpha\ (T_{ш.м} - 20) L_{ном}$, где α — температурный коэффициент линейного расширения, $К^{-1}$).

Действительную длину интервала $L_{дейс}$ получают как среднее арифметическое значение полученных в двух положениях: $L_{дейс} = (L'_{дейс} + L''_{дейс}) \cdot \frac{1}{2}$.

Если лазерный интерференционный компаратор не оснащен рефрактометром, то есть измеряют параметры окружающего воздуха — атмосферное давление, температуру и влажность воздуха по барометру, термометру и психрометру соответственно. Отсчеты по барометру, термометру и психрометру снимают до начала и после окончания приема измерений длины.

В результате измерения длины интервала меры вводят поправку на показатель преломления воздуха ΔL_λ, мкм, которую рассчитывают по формуле Эдлена

$$\Delta L_\lambda = (-0{,}361\ \Delta P + 0{,}937\ \Delta t + 0{,}054\ \Delta f) \cdot L, \qquad (6)$$

где $\Delta P = P - 760$ мм рт. ст. (P — давление воздуха во время измерения, мм рт. ст.);

$\Delta t = t - 20$ °С (t — температура воздуха, °С);

$\Delta f = f - 10$ мм рт. ст. (f — упругость водяных паров в воздухе, мм рт. ст.).

Отклонение действительного значения длины интервала и общей длины меры от номинального значения должно быть не более:

(0,5 + 0,5 $L_{ном}$) мкм — для рабочих мер класса точности 0;

(1 + 1 $L_{ном}$) мкм — для эталонных (образцовых) мер 1-го разряда ($L_{ном}$ — номинальная длина интервала, м).

5.6 Определение температурного коэффициента линейного расширения

Длина интервала меры L_t при температуре t равна

$$L_t = L_0 + \alpha \Delta t L_{\text{ном}} + \beta \Delta t^2 L_{\text{ном}}, \quad (7)$$

где L_0 — длина меры при нормальной температуре 20 °С, м;

α и β — температурные коэффициенты линейного расширения;

Δt — отклонение температуры меры от 20 °С;

$L_{\text{ном}}$ — номинальная длина интервала, м.

Температурные коэффициенты линейного расширения меры определяют относительным или абсолютным методами на компараторе.

5.6.1 *Относительный метод*

Для определения температурных коэффициентов линейного расширения α и β поверяемой меры относительным методом сравнивают ее длину с длиной эталонной (образцовой) меры, температурные коэффициенты которой α' и β' известны с погрешностью $1 \cdot 10^{-7}$К$^{-1}$, длина L_0' — с погрешностью 0,1 мкм.

Эталонную (образцовую) и поверяемую меры помещают в ванну четырехметрового оптико-механического компаратора, температуру воды в ванне изменяют от 15 до 30 °С.

Разности длин мер измеряют в трех точках интервала температур, выполняя шесть измерений при каждой температуре. Вычисляют среднее значение разности длин ΔL_{t_i} при температуре t_i для каждой серии измерений.

Составляют уравнение вида

$$L_0 + \alpha \Delta t_i L_{\text{ном}} + \beta \Delta t_i^2 L_{\text{ном}} = L_{t_i}' + \Delta L_{t_i}, \quad (8)$$

где L_0, α и β — значения параметров поверяемой меры;

L_{t_i}' — длина эталонной (образцовой) меры при температуре t_i, рассчитанная по формуле (7) с известными значениями α', β' и L_0';

Δt_i — отклонение температуры меры от 20 °С;

ΔL_{t_i} — измеренная разность длин мер.

Решая систему трех уравнений вида (8) при температуре t_1, t_2 и t_3, вычисляют значения α, β и L_0 для поверяемой меры.

5.6.2 *Абсолютный метод*

Определение температурных коэффициентов линейного расширения меры абсолютным методом выполняют на интерференционном компараторе со стабилизированным гелий-неоновым лазером, осна-

щенным системой измерения температуры меры и лазерным интерференционным рефрактометром.

Меру устанавливают на столе компаратора и проводят измерение общей длины меры по методике, описанной в 5.5.

Температуру меры изменяют в диапазоне от 18 до 22 °С.

Общую длину меры измеряют не менее чем при десяти значениях температуры в указанном диапазоне. Для вычисления значений параметров L_0, α и β по результатам измерений составляют систему условных уравнений вида

$$L_0 + \alpha \Delta t_i L_{\text{ном}} + \beta \Delta t_i^2 L_{\text{ном}} = L_{t_i}, \qquad (9)$$

где L_{t_i} — измеренная длина меры при температуре t_i, м.

Систему условных уравнений решают методом наименьших квадратов.

Температурный коэффициент линейного расширения штриховых мер длины класса точности 0 определяют при выпуске из производства (выборочно, но не менее 2 шт. из партии). Температурный коэффициент линейного расширения мер первого разряда определяют при первой их аттестации в качестве эталонных (образцовых).

Для мер 1-го разряда длиной до 200 мм допускается принимать табличные значения температурных коэффициентов материала, из которого они изготовлены.

Для рабочих мер длиной до 1000 мм допускается применять значения температурных коэффициентов, указанные в аттестате на данные меры.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства установленной формы или записью в паспорте и нанесением оттиска поверительного клейма, удостоверенного подписью поверителя.

6.2 В свидетельстве о поверке или паспорте должны быть указаны значения действительной длины всех измерительных интервалов от нулевого штриха при температуре 20 °С, температурный коэффициент линейного расширения и погрешность результатов измерений.

6.3 При отрицательных результатах поверки меры к выпуску и применению не допускают. На них выдают извещение о непригодности с указанием причин. Свидетельство о поверке аннулируют.

УДК 531.711.7.089.6:006.354 МКС 17.040.30 Т88.1 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: длина, меры штриховые, образцовые, рабочие, диапазон измерений до 1 м, методика поверки

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *Л.А. Кузнецова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *А.С. Юфина*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Подписано в печать 07.05.2001. Усл.печ.л. 0,93.
Уч.-изд.л. 0,80. Тираж 150 экз. С 982. Зак. 190.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано и отпечатано в ИПК Издательство стандартов