ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ (ВНИИМС)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

Утверждаю
директор ВНИИМС
А. И. АСТАШЕНКОВ

27 декабря 1999 г

РЕКОМЕНДАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Машины координатно-измерительные портального типа

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МИ 2569-99

МОСКВА. 1999

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

РАЗРАБОТАНА всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС)

ИСПОЛНИТЕЛИ:
Асташенков А.И., Лысенко В.Г., Табачникова Н.А.

УТВЕРЖДЕНА ВНИИМС 27 декабря 1999 г

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 27 декабря 1999 г.

РАЗРАБОТАНА ВПЕРВЫЕ

НАСТОЯЩАЯ РЕКОМЕНДАЦИЯ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНА, ТИРАЖИРОВАНА И (ИЛИ) РАСПРОСТРАНЕНА ВЕЗ РАЗРЕШЕНИИ ВНИИМС.

Государственная система
обеспечения единства измерений

Рекомендация
МИ 2569-99

Машины координатно-измерительные
портального типа

Методика поверки

Настоящая рекомендация распространяется на машины координатно-измерительные (КИМ) портального типа с системой ЧПУ и устанавливает методику их первичной и периодической проверок.

Основной целью поверки КИМ является определение погрешности измерения длины отрезка при его ориентации произвольно в пространстве измерений машины.

Значения погрешностей измерений при решении на КИМ других метрологических задач не регламентируются в нормативной и технической документации, их определение требует дополнительных исследований по специальным методикам. Межповерочный интервал – не более одного года.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

	Наименование операции	Номер пункта поверки	Проведение операций	
			При первичной поверке	При периодической поверке
1.	Внешний осмотр	6.1.	+	+
2.	Опробование	6.2.	+	+
3.	Определение метрологических параметров	6.3.	+	+
3.1.	Определение погрешности ощупывающей головки	6.3.1.	+	+
3.2.	Определение погрешности измерения	6.3.2.	+	+
3.3.	Определение случайной погрешности измерения координат точки	6.3.3.	+	+

2. СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ

2.1. При проведении проверки КИМ применяют средства, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Средства проверки	Технические характеристики
1. Сфера	Диаметр 30-32 мм, допускаемое отклонение от сферичности 0.1 мкм
2. Устройство с концевыми мерами длины (КМД)	Погрешность аттестации (0.1+L[м]) [мкм]
3. Образцовая концевая мера длины	Эталонная (образцовая) концевая мера длины, аттестованная по 3-му разряду по МИ 1604-87

2.2. Допускается применять другие средства проверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей рекомендации.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТИЛЕЙ

К проведению поверки КИМ допускают лиц, имеющих среднее техническое образование, прошедшие курс обучения по эксплуатации КИМ, а также дополнительное обучение по проведению настоящей поверки и аттестованных на право поверки.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Электронная аппаратура в части требований безопасности должна соответствовать ГОСТ 22261-76 и ГОСТ 12.2.0070-75.

4.2. Электронная аппаратура КИМ и поверочного оборудования должны быть заземлены и перед ними на полу должны лежать резиновые коврики, во время работы кожухи электронной аппаратуры должны быть закрыты.

4.3. До включения е сеть электронной аппаратуры должны быть подключены необходимые электрические кабели. Запрещается во время работы отсоединять их, а также производить замену предохранителей.

4.4. Установленные предохранители должны соответствовать маркировке на панелях.

4.5. Запрещается вскрывать и переставлять составные части КИМ и поверочного оборудования при включенных в сеть кабелях питания.

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки КИМ соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °С — 20 ± 2
- допускаемое изменение температуры вовремя измерений, °С/час — ± 0.5
- допускаемый пространственный градиент температуры — ± 0.3 град. °С/м
- не допускается прямое попадание солнца, близкое расположение источников тепла
- относительная влажность воздуха — 45 ± 10 %
- атмосферное давление — 760 ± 80 мм рт.ст.
- внешние вибрации в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации КИМ.

5.2. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- КИМ подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации,
- измерительные поверхности эталонных (образцовых) средств измерений' измерительных щупов, концевых мер длины, калибровочной сферы, типовой детали очищают от смазки, промывают авиационным бензином марки Б-70 по ГОСТ 1012-72 и спиртом ректификатом по ГОСТ 18300-72 и протирают чистой салфеткой,
- эталонные (образцовые) средства выдерживают до начала измерений в помещении, где проводят испытания КИМ, в рабочем положении в течение 24 часов.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие КИМ следующим требованиям:

- наружные поверхности КИМ не должны иметь дефектов, влияющих на её эксплуатационные характеристики;
- на рабочих поверхностях КИМ не должно быть царапин, забоин и других дефектов, влияющих на плавкость перемещений подвижных узлов КИМ;
- наконечники щупов не должны иметь сколов, царапин и других дефектов;
- маркировка и комплектность должны соответствовать требованиям технической документации.

6.2. Опробование

Сначала проверяют взаимодействие частей на холостом ходу перемещением подвижных узлов на полные диапазоны. Перемещения должны быть плавными, без рывков и скачков.

Далее проводят однократное измерение типовой детали с использованием всех функциональных узлов и программного обеспечения КИМ. Затем то же самое выполняют в автоматическом режиме.

6.3. Определение метрологических параметров

6.3.1. Определение погрешности ощупывающей головки

Сферу устанавливают на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Для измерений используют самый жесткий щуп. Производят три цикла измерений. В каждом цикле проводят ощупывание измерительной поверхности сферы в центральном сечении не менее чем в 30 равномерно расположенных точках.

Погрешность ощупывающей головки, $A_{ог}$ определяют как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной го методу наименьших квадратов

$$A_{ог} = max_{\,i}\,(D_{i+}) + max\,(D_{i-}),\ \text{мм.}$$

где: D_{i+} – отклонение точки i от средней сферы в положительную область,

D_{i-} – отклонение точки i от средней сферы в отрицательную область,

Погрешность ощупывающей головки не должна превышать значения, указанного в Технической документации.

6.3.2. Определение погрешностей измерений

Определение погрешностей объемных измерений производят при измерениях вдоль линий, параллельных координатным осям, и по одной пространственной диагонали пространства измерений КИМ.

Для линий, параллельных оси X, рекомендуются следующие положения:

- в центре рабочей зоны,
- на краю рабочей зоны на минимально возможной высоте от плоскости стола
- на краю рабочей зоны на максимальной возможной высоте от плоскости стола.

Для линий, параллельных оси Y, рекомендуются следующие положения:

- в центре рабочей зоны а максимально возможном верхнем положении
- в центре рабочей зоны в максимально возможном нижнем положении

Вдоль пространственной диагонали измерения проводят в одном положении – в центре рабочей зоны.

Измерения проводят на отрезках, воспроизводимых устройством с концевыми мерами длины. При этом должно быть измерено не менее четырех отрезков различной длины с максимальным размером не менее 0.8 верхнего предела измерений. Каждый отрезок измеряют пять раз. Измерения производятся в автоматическом режиме.

Устройство с концевыми мерами длины устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений. При установке устройства применяют теплоизолирующие перчатки. Осуществляют компенсацию погрешностей, связанных с отклонениями параметров окружающей среды от нормальных.

Затем проводят определение ориентации КМД ощупыванием трех точек на ней. разнесенных как можно дальше друг от друга. Далее проводят сбор точек с измерительных поверхностей КМД в автоматическом режиме.

Результат измерений длины отрезка, воспроизводимого устройством с концевыми мерами длины, L_{jik} , и действительное значение этого отрезка L_{djik} , сравнивают друг с другом и вычисляют погрешность измерений Δ_{jik}:

$$\Delta_{jik} = L_{jik} - L_{djik} ,$$

где j – номер КМД,

i – номер измерений,

k – номер положения.

Действительное значение длины измеряемого отрезка, Ldjik , определяют по формуле:

$$L_{djik} = L_{нk} (1+ K_t (t_{djik} - t_н)),$$

где $L_{нk}$ – номинальная длина отрезка при температуре $t_н$,

t_{djik} – температура устройства с КМД при проведении измерений номера i меры j а положении k,

tн – температура, при которой аттестовано устройство с КМД,

K_t – интегральный коэффициент теплового расширения КМД.

Далее для каждого измеренного отрезка j вычисляют среднее значение отклонения от действительного значения измеренного отрезка, Δ_{cpjk} по формуле:

$$\Delta_{cpjk} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta_{jik}}{n} \text{ мм},$$

где n – число измерений.

Строят график погрешностей измерений Δ_{cpjk}: по оси абсцисс откладывают значение $L_{нk}$, в мм, по оси ординат - погрешность Δ_{cpjk}

Строят график погрешностей объемных измерений КИМ по ТУ – прямые линии:

$$\Delta L = A3 + L/K3, \ \Delta L = -A3 - L/K3$$

где А3, К3 – указанные в технической документации значения постоянной и переменной составляющих погрешности объемных измерений.

Подсчитывают число точек на графике погрешностей, лежащих выше или ниже указанных прямых, N.

Подсчитывается процентное отношение числа тачек NΔ i к числу N всех точек измерений, Δ%:

$$\Delta\% = \frac{N\Delta}{N}100\%$$

Δ% не должна превышать 5%.

6.3.3. Определение случайной погрешности измерения координат точки

Определение случайной погрешности проводят с помощью КМД. Измерительный щуп выбирают с шариком Ø 8-10 мм. Размещают и закрепляют на рабочем столе КИМ эталонную (образцовую) концевую меру длины с помощью стойки и приспособления из комплекта КИМ. КМД ориентируют вдоль оси X, для чего используют для точного выставления ощупывающую головку КИМ и программы измерений и расчета вектора нормали.

Проводят 30 измерений одной из сторон КМД в направлении вектора нормали к измерительной поверхности КМД. При каждом ощупывании снимают показания A_{xi} по координате X КИМ. Измерения проводят в автоматическом режиме.

Аналогично проводят измерения при ориентации КМД вдоль осей Y, Z КИМ, при этом снимают показания A_{yi} , A_{zi} по соответствующей координате.

Среднее арифметическое значение показаний по координате X определяется по формуле:

$$A_{xcp} = \frac{\sum_{i=1}^{N_x} A_{xi}}{N_x}$$

где N_x – число ощупываний по координате X.

Аналогично определяют средние арифметические знамения показаний по координатам Y, Z: A_{ycp} , A_{zcp}.

Отклонение показания номер i, A_{xi} от среднего A_{xcp} определяют по формуле:

$$\Delta A_{xi} = A_{xi} - A_{xcp}$$

Аналогично определяют отклонения показаний по координатам Y, Z от средних A_{ycp} , A_{zcp}: ΔA_{yi} , ΔA_{zi}

Для направления измерения по оси X рассчитывают значение средней квадратичной погрешности измерения координат точки S_x по формуле:

$$S_x = \frac{\pm\left|\sum_{i=1}^{N_x} \Delta A_{xi}^{\ 2}\right| \pm s}{\pm\left|N_{x-1}\right|}$$

Аналогично рассчитывают значения средней квадратичной погрешности измерений координат точки для направлений измерений по осям Y, Z: S_y , S_z .

За оценку случайной погрешности, S, принимают максимальное из S_x , S_y , S_z .

Оценка случайной погрешности измерения координат точки не должна превышать значения, указанного в Технической документации

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. По результатам поверки выдают свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006 с указанием фактических результатов определения погрешностей КИМ.

7.2. При отрицательных результатах поверки клеймо погашается, свидетельство аннулируется и выдается извещение о непригодности КИМ с указанием причин непригодности а соответствии с ПР 50.2.006.