

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
ФГУП «ВНИИМС»



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
По производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова
"14" июня 2019 г.

МАШИНЫ КООРДИНАТНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛЕЙ МС И МСВ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-38-2019

МОСКВА, 2019

Настоящая рекомендация распространяется на машины координатные измерительные МС и МСВ (далее по тексту КИМ) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Основной целью поверки КИМ является определение соответствия КИМ параметрам, перечисленным в таблице 1.

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.

Интервал между поверками -1 год.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Средства поверки | Проведение операции при | |
|--|-------------------------------|---|-------------------------|-----------------------|
| | | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр | 6.1 | Визуально | Да | Да |
| Опробование | 6.2 | Визуально | Да | Да |
| Идентификация программного обеспечения | 6.3 | | Да | Да |
| Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, мкм | 6.4 | Керамическая сфера из комплекта мер для поверки систем томографических General Electric диаметр 20-30 мм, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 54705-13) | Да | Да |
| Проверка допускаемой абсолютной объемной погрешности (L=длина в мм), мкм | 6.5 | Плоскопараллельные концевые меры длины, аттестованные по 3-му разряду согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 г. | Да | Да |

Примечание: Допускается применение средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки соблюдают следующие требования безопасности, а также требования, изложенные в документации на поверяемые КИМ.

2.1. Электронная аппаратура в части требований безопасности должна соответствовать ГОСТ 22261-94 и ГОСТ 12.2.0070-75.

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

2.3. До включения в сеть электронной аппаратуры должны быть подключены необходимые электрические кабели. Запрещается во время поверки отсоединять их, а также производить замену предохранителей.

2.4. Установленные предохранители должны соответствовать маркировке на панелях.

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

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки КИМ соблюдают следующие условия:

- - температура окружающей среды 0 С. 20 ± 2 ,

- - допусаемое изменение температуры

во время измерений $^{\circ}\text{C}/\text{час} \dots \dots \dots \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}; 2 \text{ }^{\circ}\text{C}/24\text{ч};$

не допускается прямое попадание солнца, близкое расположение источников тепла

- относительная влажность воздуха %, не более $\dots \dots \dots 70$ без конденсата

- внешние вибрации в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации

КИМ.

4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки КИМ допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на них, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними и аттестованные в качестве поверителя органом Государственной метрологической службы.

5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- КИМ готовят к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации,

- измерительные поверхности эталонных (образцовых) средств измерений: измерительных щупов, концевых мер длины, калибровочной сферы 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 поверку КИМ в течение 24 часов и 1 час в рабочем (измерительном) объеме КИМ.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре по п. 6.1. (далее нумерация согласно таблице 1) устанавливают соответствие КИМ следующим требованиям:

- наружные поверхности КИМ не должны иметь дефектов, влияющих на ее эксплуатационные характеристики;
- на рабочих поверхностях КИМ не должно быть царапин, забоин и других дефектов, влияющих на плавность 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 плавными, без посторонних звуков, заеданий, рывков и скачков.

6.3 Идентификация программного обеспечения

Проверить идентификацию программного обеспечения (ПО) по следующей методике:

- произвести запуск ПО;
- проверить наименование программного обеспечения и определить его версию после загрузки ПО. Сведения о наименовании программного обеспечения и номере версии ПО представлены на экране в течение одной секунды после нажатия иконки программы на рабочем столе компьютера.

КИМ считаются поверенными, если их ПО соответствует наименованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | |
|-------------------------------------|---|
| Идентификационное наименование ПО | Номер версии (идентификационный номер) ПО |
| MODUS | 1.6 и выше |
| PC-DMIS | 2015 и выше |
| MC-DMIS | 2016 и выше |
| PolyWorks Inspector | 2016 и выше |
| WM Quartis | R2018 и выше |
| Verisurf | 2018 и выше |
| Metrolog X4 | V10 и выше |
| Siemens NX | 13 и выше |
| RationalDMIS | 5.4 и выше |

6.4 Проверка допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки.

Сфера устанавливается на плите КИМ с помощью стойки. Проводятся 10 циклов измерений в автоматическом режиме. В каждом цикле производятся измерения поверхности сферы в 25 дискретных точках, равномерно размещенных по полусфере на измеряемой сфере.

Рекомендуемая модель измерений включает:

- одну точку на вершине сферы;
- четыре точки, (равномерно распределенных) на 22° ниже вершины (рис. 1);

- восемь точек (равномерно распределенных) на 45° ниже вершины и повернутых на 22,5° относительно предыдущей группы;
- четыре точки (равномерно расположенных) на 68° ниже вершины и повернутых на 22,5° относительно предшествующей группы.
- восемь точек (равномерно расположенных) на 90° ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на 22,5°.

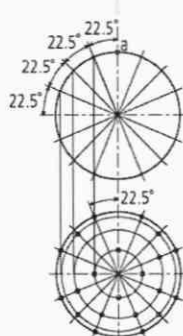


Рисунок 1. Точки касания на сфере для определения допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки

Погрешность определяется как сумма максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов:

$$\Delta_{ог} = \max(D_{i+}) + \max(D_{i-}), \text{ мм, где}$$

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 таблице 3.

Таблица 3

| Наименование КИМ | Пределы допускаемой абсолютной погрешности* контактных измерительных головок, мкм | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | PH20 с датчиком TP20 и PH10(M/MQ/T) с датчиком TP20 | PH10(M/MQ/T) с датчиком TP200 | PH10(M/MQ/T) с датчиком SP25 | REVO с датчиками RSP2, RSP3 |
| MC 5-5-5; MC 5-7-5; MC 5-10-5 | ±2,6 | ±2,2 | ±2,0 | - |
| MC 8-10-7; MC 8-15-7; MC 8-20-7 | ±2,8 | ±2,4 | ±2,2 | |
| MC 10-12-7; MC 10-15-7; MC 10-20-7 | ±3,2 | ±2,8 | ±2,6 | |
| MCB 5-5-5; MCB 5-7-5; MCB 5-10-5 | - | ±1,5 | ±1,6 | - |
| MCB 7-10-7; MCB 8-15-7; MCB 8-20-7 | - | ±1,7 | ±1,5 | |

Примечание: * - при температуре окружающего воздуха от плюс 18 до плюс 22 °С и относительной влажности воздуха не более 80%

Продолжение таблицы 3

| Наименование КИМ | Пределы допускаемой абсолютной погрешности* контактных измерительных головок, мкм | | | |
|---|---|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | PH20 с датчиком TP20 и PH10(М/МQ/Т) с датчиком TP20 | PH10(М/МQ/Т) с датчиком TP200 | PH10(М/МQ/Т) с датчиком SP25 | REVO с датчиками RSP2, RSP3 |
| МСВ 9-12-8; МСВ 9-16-8; МСВ 9-20-8; МСВ 10-12-7; МСВ 10-15-7; МСВ 10-20-7 | - | ±1,9 | ±1,8 | |
| МСВ 8-10-7; МСВ 8-15-7; МСВ 8-20-7 | - | ±1,7 | ±1,6 | |
| МСВ 10-12-8; МСВ 10-15-8; МСВ 10-20-8; МСВ 10-25-8 | - | ±2,4 | ±2,1 | |
| МСВ 10-12-10; МСВ 10-16-10; МСВ 10-20-10; МСВ 10-25-10 | - | ±2,5 | ±2,2 | |
| МСВ 12-16-10; МСВ 12-20-10; МСВ 12-25-10; МСВ 12-30-10 | - | ±2,9 | ±2,6 | |
| МСВ 15-20-12; МСВ 15-25-12; МСВ 15-30-12; МСВ 15-40-12 | - | ±3,2 | ±2,9 | |
| Примечание: * - при температуре окружающего воздуха от плюс 18 до плюс 22 °С и относительной влажности воздуха не более 80% | | | | |

6.5 Проверка допускаемой абсолютной объемной погрешности (L- измеряемая длина в мм), мкм

При поверке используют меры длины концевые плоскопараллельные 3-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 г. из набора номиналом от 50 до 1000 мм в соответствии с диапазоном измерений поверяемой модификации.

Концевые меры устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений. При установке мер необходимо применять теплоизолирующие перчатки. Обязательно осуществляется компенсация погрешностей, связанных с отклонениями параметров окружающей среды, отличающихся от нормальных. Производится сбор точек с измерительных поверхностей концевых мер и определяется их длина. Измерения проводят в четырех различных положениях (рис.3), каждое измерение повторяется 10 раз. Для диапазона измерений свыше 1200 мм рекомендуется проводить измерения вдоль осей в нескольких местах, равномерно расположенных по длине оси, а для пространственной диагонали рекомендуется проводить измерения впереди и сзади рабочего объема КИМ справа и слева в четырех угловых положениях. Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

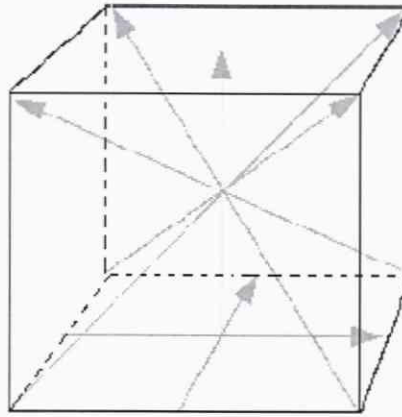


Рисунок 3. Типичные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

Для меры номер j определяется действительное значение длины измеряемой меры, $L_{Дjk}$ по формуле:

$$L_{Дjk} = L_{oj} (1 + K_t (t_{Дjk} - t_0)), \text{ где}$$

L_{oj} – номинальная длина меры при температуре $t_0=20,5^\circ\text{C}$,

$t_{Дjk}$ – температура меры при проведении измерения номер i меры j в положении k ,

t_0 – температура, при которой аттестована КМД,

K_t – интегральный коэффициент теплового расширения КМД.

Далее для каждого измеряемого отрезка j в положении k вычисляется погрешность измерения длины, ΔL_{jk} , по формуле:

$$\Delta L_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{jki} - L_{Дjk})}{n} \text{ мм, где}$$

L_{jk} – погрешность измерения меры номер j в положении k ,

L_{jki} – измеренная на КИМ длина меры номер j в мм,

$L_{Дjk}$ – действительная длина меры номер j с учетом температурной погрешности,

i – номер измерения,

j – номер меры,

n – число измерений в положении k ,

k – номер положения.

По результатам измерений с использованием мер для наглядности можно построить график пространственной погрешности измерений ΔL_{jk} :

по оси абсцисс откладывается значение L_{oj} в мм, по оси ординат – погрешность ΔL_{jk} .

Строятся графики пространственной погрешности измерений КИМ, представляющие собой прямые линии, построенные по формуле:

$$\Delta L = \left(A + \frac{L}{B} \right), \text{ мкм, где}$$

A и B – заявленные значения постоянной и переменной части составляющих пространственной погрешности измерений для каждого типоразмера машины;

L – измеряемая длина, мм

Значения абсолютной погрешности объемных измерений не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

| Наименование КИМ | Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности* с контактными измерительными головками (где L – измеряемая длина, мм), мкм | | | |
|--|---|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | PH20 с датчиком TP20 и PH10(M/MQ/T) с датчиком TP20 | PH10(M/MQ/T) с датчиком TP200 | PH10(M/MQ/T) с датчиком SP25 | REVO с датчиками RSP2, RSP3 |
| МС 5-5-5; МС 5-7-5; МС 5-10-5 | $\pm(2,6+L/300)$ | $\pm(2,2+L/300)$ | $\pm(2,0+L/300)$ | - |
| МС 8-10-7; МС 8-15-7; МС 8-20-7 | $\pm(2,8+L/300)$ | $\pm(2,4+L/300)$ | $\pm(2,2+L/300)$ | |
| МС 10-12-7; МС 10-15-7; МС 10-20-7 | $\pm(3,2+L/300)$ | $\pm(2,8+L/300)$ | $\pm(2,6+L/300)$ | |
| МСВ 5-5-5; МСВ 5-7-5; МСВ 5-10-5 | - | $\pm(1,6+L/350)$ | $\pm(1,5+L/350)$ | - |
| МСВ 7-10-7; МСВ 8-15-7; МСВ 8-20-7 | - | $\pm(1,7+L/350)$ | $\pm(1,5+L/350)$ | |
| МСВ 9-12-8; МСВ 9-16-8; МСВ 9-20-8; МСВ 10-12-7; МСВ 10-15-7; МСВ 10-20-7 | - | $\pm(1,9+L/350)$ | $\pm(1,8+L/350)$ | |
| МСВ 8-10-7; МСВ 8-15-7; МСВ 8-20-7 | - | $\pm(1,7+L/350)$ | $\pm(1,6+L/350)$ | |
| МСВ 10-12-8; МСВ 10-15-8; МСВ 10-20-8; МСВ 10-25-8 | - | $\pm(2,4+L/300)$ | $\pm(2,1+L/300)$ | |
| МСВ 10-12-10; МСВ 10-16-10; МСВ 10-20-10; МСВ 10-25-10 | - | $\pm(2,5+L/300)$ | $\pm(2,2+L/300)$ | |
| МСВ 12-16-10; МСВ 12-20-10; МСВ 12-25-10; МСВ 12-30-10 | - | $\pm(2,9+L/300)$ | $\pm(2,6+L/300)$ | |
| МСВ 15-20-12; МСВ 15-25-12; МСВ 15-30-12; МСВ 15-40-12 | - | $\pm 3,2+L/300$ | $\pm 2,9+L/300$ | |

Примечание: * - при температуре окружающего воздуха от плюс 18 до плюс 22 °С и относительной влажности воздуха не более 80%

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке по форме приложения 1 Приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.15г.

7.2. При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности по форме приложения 2 Приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г.

Знак поверки в виде оттиска клейма поверителя наносится на свидетельство о поверке. Знак в виде голографической наклейки наносится на прибор или свидетельство о поверке.

Заместитель начальника
отдела ФГУП «ВНИИМС»

Н.А. Табачникова

Ведущий инженер
отдела 203 Испытательного центра
ФГУП «ВНИИМС»

Н.А. Зуйкова