

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

СОГЛАСОВАНО
Представить
Mahr GmbH в РФ

Н.А. Сеницын
«09» ноября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
по производственной
метрологии
ФГУП «ВНИИМС»
Н.В. Иванникова

«09» ноября 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.
Приборы для измерений отклонений формы и расположения
поверхностей вращения MahrForm серий MFU 100, MFU 200 Aspheric 3D

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП № 203-60-2020

г. Москва,
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения MarForm серий MFU 100, MFU 200 Aspheric 3D (далее по тексту - приборы), выпускаемые по технической документации фирмы Mahr GmbH, Германия и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 2 года.

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	5.1	Визуально	Да	Да
Опробование	5.2	Визуально	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	5.3	Определение идентификационных данных программного обеспечения, уровня защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений и оценка его влияния на метрологические характеристики приборов	Да	Да
Определение абсолютной радиальной погрешности шпинделя	5.4	Меры отклонения от круглости 1-го разряда по ГОСТ 8.648-2015	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений отклонений от круглости	5.5	Эталонная мера с лыской из комплекта мер для поверки приборов MarForm (Рег. № 69357-17)	Да	Да
Определение абсолютной погрешности торцевого биения	5.6	Эталонная мера отклонений плоскостности из комплекта мер для поверки приборов MarForm (Рег. № 69357-17)	Да	Да
Определение отклонения от прямолинейности по оси Z	5.7	Эталонный цилиндр из комплекта мер для поверки приборов MarForm (Рег. № 69357-17) Вспомогательное оборудование: щуп Collani	Да	Нет

Определение отклонений от прямолинейности по оси X	5.8	Эталонная мера отклонений плоскостности из комплекта мер для поверки приборов MarForm (Пер. № 69357-17)	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений диаметра, мкм	5.9	Меры наружных и внутренних диаметров 2 разряда по 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 29.12.2018 г. №2840	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений параметра отклонений формы (только для прибора серии MFU 200 Aspheric 3D)	5.10	Мера отклонения от круглости 2-го разряда по ГОСТ 8.648-2015 радиусом 22,5 мм	Да	Нет
Определение относительной погрешности измерений по параметру Ra	5.11	Мера шероховатости 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Росстандарта 06 ноября 2019 г. №2657	Да	Да
Определение абсолютной погрешности линейных измерений по осям Z и X и погрешности измерений радиусов и углов	5.12	Мера для поверки приборов для измерений контура поверхности KN 100 S (Пер. № 78377-20)	Да	Да

Примечание: Допускается применять другие, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики и прошедшие поверку в органах метрологической службы.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки приборов необходимо соблюдать требования раздела «Указание мер безопасности» руководства по эксплуатации и других нормативных документов на средства измерений и поверочное оборудование.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Поверка проводится в нормальных условиях применения приборов:

- температура окружающего воздуха, °С 20±1
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 70
- отсутствие внешних вибраций, кислотных испарений, брызг масла
- питающее напряжение стабильное, без перепадов

4. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Поверяемый прибор и средства поверки следует подготовить к работе в соответствии с технической документацией на них.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 Проверку внешнего вида по п. 5.1. (далее нумерация согласно таблице 1) следует производить внешним осмотром. При внешнем осмотре приборов установить соответствие следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемого прибора технической документации, утвержденной в установленном порядке;
- отсутствие на элементах прибора и соединительных кабелях механических повреждений, влияющих на работоспособность.

5.1.2 Прибор считается поверенным в части внешнего осмотра, если выполнены все пункты 5.1.1.

5.2 Опробование

5.2.1. При опробовании проверяют работоспособность перемещения осей и вращения шпинделя. Перемещения должны быть плавными, без скачков и заеданий.

5.2.2 Прибор считается поверенным в части опробования, если он удовлетворяет вышеперечисленным требованиям.

5.3 Идентификация программного обеспечения

5.3.1 Провести идентификацию программного обеспечения (ПО) по следующей методике:

- проверить наименование программного обеспечения и его версию;
- установить уровень защиты ПО в соответствии с Р 50.2.077-2014.

5.3.2 Прибор считается поверенным в части программного обеспечения, если его ПО – Mac Win версии – v.11.XX-XX и выше.

5.4 Определение абсолютной радиальной погрешности шпинделя

5.4.1 Перед началом поверки прибор настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

5.4.2 Радиальную погрешность шпинделя определяют при помощи меры отклонения от круглости 1-го разряда по ГОСТ 8.648-2015. Устанавливают фильтр Гаусса 50%, полосу пропускания фильтра 1 – 15, скорость измерения 5 об/мин, метод оценки – метод наименьших квадратов LS. Меру закрепляют «в патроне» на столе прибора. Датчик должен быть оснащен стандартным щупом длиной 60 мм с наконечником диаметром 3 мм. Щуп устанавливают в вертикальное положение. Выполняют операцию центрирования полусферы в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

Провести измерения параметра $RONt$, на пяти профилях, смещаемых относительно друг друга на 70° . Из пяти полученных значений вычислить среднее значение параметра.

5.4.3 Прибор считается прошедшим поверку, если вычисленное среднее значение параметра не превышает величины, указанной в таблице 2.

Таблица 2 - Допускаемая абсолютная радиальная погрешность шпинделя

Серия	MFU 100	MFU 200 Aspheric 3D
Предел допускаемой абсолютной радиальной погрешности шпинделя, мкм (где Н - расстояние от поверхности рабочего стола, мм)	0,02 + 0,0004Н	

5.5 Определение относительной погрешности измерений отклонений от круглости

5.5.1 Перед началом поверки прибор настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.5.2 Погрешность измерения отклонений от круглости определяют при помощи эталонной меры с лыской. Устанавливают скорость измерения 5 об/мин, метод оценки – метод минимальной окружности. Меру устанавливают на стол прибора. Щуп устанавливают в вертикальное положение. Выполняют операцию нивелирования меры в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

Измерения проводят в сечениях, равномерно расположенных в рабочей зоне меры, и рассчитывают среднее значение. При этом в качестве измеряемого параметра выбирают максимальное отклонение от минимальной описанной окружности.

5.5.3 Относительную погрешность измерений отклонений от круглости определяют по формуле (1):

$$\Delta h = \frac{h_{изм} - h_{dc}}{h_{dc}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $h_{изм}$ - измеренное среднее значение на мере;

h_{dc} – действительное значение меры.

5.5.4 Прибор считается прошедшим поверку, если полученное значение не превышает $\pm 3\%$

5.6 Определение абсолютной погрешности торцевого биения

5.6.1 Перед началом поверки прибор настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.6.2 Погрешность торцевого биения определяют при помощи эталонной меры отклонений плоскостности. Устанавливают фильтр Гаусса 50%, полосу пропускания фильтра 1 – 15, скорость измерения 5 об/мин, метод оценки – метод наименьших квадратов (LS). Мету устанавливают на стол прибора на три опоры. Выполняют операцию нивелирования пластины в соответствии с руководством по эксплуатации прибора. Датчик должен быть оснащен стандартным щупом длиной 60 мм с наконечником диаметром 3 мм.

Проводят не менее трех измерений параметра AxRun и рассчитывают среднее значение.

5.6.3 Прибор считается прошедшим поверку, если среднее значение не превышает величины, приведенной для соответствующего прибора в таблице 3.

Таблица 3 - Допускаемая абсолютная погрешность торцевого биения

Серия	MFU 100	MFU 200 Aspheric 3D
Предел допускаемой абсолютной погрешности торцевого биения, мкм (R - расстояние от центра вращения шпинделя, мм)	0,04 + 0,0005R	0,04 + 0,0002R

5.7 Определение отклонения от прямолинейности по оси Z

5.7.1 Определение отклонения от прямолинейности по оси Z выполняют для приборов при оснащении щупом Collani.

Перед началом поверки приборы настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации. Запустить ПО, задать угол поворота стола (ось C) равный 0°.

5.7.2 Отклонение от прямолинейности по оси Z определяют при помощи эталонного цилиндра. Метод анализа – LSC или LSS, фильтр Гаусса 50%, полоса пропускания фильтра 1-15 или 0,8 мм, скорость вращения 5 об/мин или скорость перемещения 5 мм/с, с использованием стандартного рычага датчика со сферой диаметром 3 мм.

Цилиндр устанавливают и закрепляют на стол прибора. Выполняют операцию центрирования и нивелирования цилиндра с погрешностью не более 1 мкм в соответствии с руководством по эксплуатации прибора. Установить угол наклона стандартного щупа 0°. Подвести измерительный датчик прибора на расстояние 3-5 мм от образующей эталонного цилиндра. Провести измерение следуя шагам программы Straight_Z_Colani.

Определить отклонения от прямолинейности по оси Z на длинах 100 мм и 320 мм

5.7.3 Прибор считается поверенным, если полученные значения находятся в пределах, приведенных для соответствующего прибора на заданной длине в таблице 4.

Таблица 4 – Допускаемое отклонение от прямолинейности по оси Z

Серия	MFU 100	MFU 200 Aspheric 3D
Пределы допускаемого отклонения от прямолинейности по оси Z, мкм		
- на длине 100 мм	±0,1	±0,1
- на длине 320 мм	±0,3	±0,2

5.8 Определение отклонения от прямолинейности по оси X

5.8.1 Определение отклонения от прямолинейности по оси X.

5.8.2 Перед началом поверки прибор настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.8.3 Отклонение от прямолинейности по оси X определяют при помощи эталонной меры отклонений плоскостности и стандартного щупа длиной 60 мм с наконечником диаметром 3 мм. Устанавливают фильтр Гаусса 50%, полосу пропускания фильтра 1-15, отсечку шага 0,8 мм, скорость вращения 5 об/мин или скорость измерения 5 мм/с, метод оценки – метод наименьших квадратов LSC или LSS. Меру устанавливают на стол прибора. Щуп устанавливают под углом 75°. Выполняют операцию выравнивания пластины в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

Провести измерение прямолинейности по оси X в соответствии с руководством по эксплуатации прибора на длинах 100 мм и полном диапазоне (табл. 5). При этом измеряют параметр STRt.

5.8.4 Прибор считается поверенным, если полученные значения параметра STRt находятся в пределах, приведенных для соответствующего прибора на заданной длине в таблице 5.

Таблица 5 - Допускаемое отклонение от прямолинейности по оси X

Серия	MFU 100	MFU 200 Aspheric 3D
Пределы допускаемого отклонения от прямолинейности по оси X, мкм		
- на длине 100 мм по оси X	±0,15	-
- на всем диапазоне по оси X	±0,3	±0,1

5.9 Определение абсолютной погрешности измерений диаметра (только для приборов серии MFU 100)

5.9.1 Перед началом испытаний прибор настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации

5.9.2 Абсолютную погрешность измерений диаметра определить с помощью эталонного кольца 2 разряда. Установить узел щуповой консоли для измерений диаметра в соответствии с руководством по эксплуатации прибора, выбрав стандартный щуп длиной 60 мм и радиусом 3 мм. Кольцо закрепить по центру поворотного стола и повернуть его в требуемое угловое положение. Выполнить операцию поиска точек экстремума для определения положения диаметра в соответствии с руководством по эксплуатации прибора, используя метод наименьших квадратов. Провести три измерения диаметра и вычислить среднее значение.

5.9.3. Абсолютную погрешность измерений диаметра кольца определить по формуле:

$$\Delta X = X - X_{dc}, \quad (2)$$

где X – измеренное значение диаметра кольца;

X_{dc} – действительное значение диаметра кольца, указанное в свидетельстве о поверке на него.

5.9.4 Приборы считаются поверенными, если полученные значения не превышают величин, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра, мкм	
- при использовании датчика T7W	±0,2
- при использовании датчика 1320D	±0,2

5.10 Определение абсолютной погрешности измерений параметра отклонений формы (только для приборов серии MFU 200 Aspheric 3D)

5.10.1. Абсолютную погрешность измерений отклонений формы определить с помощью меры радиусом 22,5 мм с отклонением формы не более 50 нм, измерять сегмент 20 мм в 2 сечениях (со скоростью 2 мм/с) и 15 круговых профилей (60°/с). Измерения провести с использованием щупа, входящего в стандартный комплект прибора.

5.10.2. Меру установить на измерительный столик прибор и провести измерение.

5.10.3. Абсолютную погрешность измерений определить по формуле:

$$\Delta X = X - X_{\text{дс}}, \quad (3)$$

где X – измеренное значение отклонения формы меры;

$X_{\text{дс}}$ – действительное значение отклонения формы меры, указанное в свидетельстве о поверке (сертификате калибровки) на неё.

5.10.4. Приборы считаются поверенными, если абсолютная погрешность измерений отклонений формы не превышает 100 нм.

5.11 Определение относительной погрешности измерений по параметру Ra (только для приборов серии MFU 100)

5.11.1. Погрешность измерений шероховатости по параметру Ra определить с помощью меры шероховатости 2-го разряда при оснащении приборов специальным безопорным щупом T7W для измерений параметров шероховатости

5.11.2. Меру установить на измерительный столик прибор так, чтобы профиль меры был параллелен оси Z прибора. Измерения провести на 5 равномерно распределенных по поверхности меры участках. Среднее значение для параметра шероховатости Ra определить как среднее арифметическое значение по формуле (2):

$$R_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}, \quad (4)$$

где R_i – i -ое измеренное значение меры,

n – количество измерений.

5.11.3 Погрешность измерений шероховатости для каждого параметра Ra

определить по формуле (3): $\Delta R = \frac{R_{cp} - R_{\text{дс}}}{R_{\text{дс}}} \cdot 100\%$, (5)

где $R_{\text{дс}}$ – действительное значение параметра меры.

5.11.4. Приборы считаются поверенными, если погрешность измерений шероховатости по параметру Ra не превышает 10% при использовании безопорного щупа.

5.12 Определение абсолютной погрешности линейных измерений по осям X и Z и измерений радиусов и углов (только для приборов серии MFU 100)

5.12.1 Абсолютную погрешность линейных измерений по осям X и Z и измерений радиусов и углов определить с помощью меры для поверки приборов для измерений контура поверхности для приборов серии MFU 100 при оснащении безопорным датчиком T7W с щупом радиусом 25 мкм.

5.12.2 Меру установить в приспособление для крепления и сорентировать параллельно оси Z прибора. Измерения произвести в центральном сечении меры.

5.12.3 Абсолютную погрешность измерений ΔX (по оси X и по оси Z) определить по формуле (4):

$$\Delta X = X - X_{dc}, \quad (4)$$

где X – измеренное значение параметра меры (по оси X или оси Z);

X_{dc} – действительное значение параметра меры по соответствующей оси.

5.12.4 Приборы считаются поверенными, если абсолютная погрешность линейных измерений по осям X и Z и измерений углов и радиусов не превышает значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 - Абсолютная погрешность линейных измерений по осям X и Z и измерений углов и радиусов

Пределы допускаемой абсолютной погрешности линейных измерений, мкм (L в мм)	$\pm(3+L/25)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений радиусов, мкм	± 10
Пределы допускаемой погрешности измерений плоских углов, '	± 3

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляются в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

При положительных результатах выдается свидетельство о поверке с протоколом. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности прибора с указанием причин.

Опломбирование корпуса прибора от несанкционированного доступа не предусмотрено.

Зам. начальника отдела 203



Е.А. Милованова

Зам. нач. отдела 203



Н.А. Табачникова

Начальник лаборатории 203/1



Д.А. Новиков