

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

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО ИМЦ «Микро»



С.Б. Тарасов
«14» декабря 2021 г.

М.п.

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора



по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин
«14» декабря 2021 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи индуктивные

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-51-2021

МОСКВА, 2021

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи индуктивные (далее по тексту – преобразователи), изготовленные Обществом с ограниченной ответственностью «Инженерно-метрологический центр «Микро» (ООО ИМЦ «Микро»), г. Санкт-Петербург по СТО 258292761-008-2021 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1. Преобразователи 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.

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

1.3. Первичной поверке подвергается каждый экземпляр преобразователя.

1.4. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр преобразователя, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы, а также преобразователей, повторно вводимых в эксплуатацию после их длительного хранения (более одного межповерочного интервала).

1.5. При использовании средств поверки, указанных в таблице 2, обеспечивается прослеживаемость поверяемого преобразователя к Государственному первичному эталону длины – метра ГЭТ 2-2010 в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840.

1.6. При определении метрологических характеристик поверяемого преобразователя используется метод непосредственной оценки.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Проверка идентификации внешнего программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10		
Определение общего хода измерительного наконечника	10.1	Да	Нет
Определение измерительного усилия в нулевой точке и колебание измерительного усилия	10.2	Да	Нет

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение абсолютной погрешности измерений и размаха показаний преобразователей модели М-021	10.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений и вариации показаний преобразователей моделей М-022, М-023, М-024 и М-025	10.4	Да	Да
<i>Примечания:</i> Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.			

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С	20±2
Изменение температуры не должно превышать за один час работы	0,2°С
Относительная влажность воздуха, %	58±20
Атмосферное давление, кПа	101,4±4

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя и изучившие порядок работы с преобразователем.

4.2. Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с преобразователем, а также обязаны знать требования паспорта на преобразователь и требования настоящей методики.

4.3. Для проведения поверки преобразователя достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	Стойка С II ГОСТ 10197-70, кронштейн с присоединительным диаметром 8 мм; меры длины концевые плоскопараллельные, класс точности 3 ГОСТ 9038-90
10.2	Весы электронные LP, модификация LP6200S, наибольший предел взвешивания 6200 г, пределы допускаемой погрешности взвешивания весов ±0,03 г, стойка С II ГОСТ 10197-70, кронштейн с присоединительным диаметром 8 мм
10.3	Стойка С I ГОСТ 10197-70; рабочие эталоны 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от 1·10 ⁻⁹ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 (меры длины концевые плоскопараллельные)

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.4	Прибор для поверки измерительных головок ППГ-4 (рег. № 70413-18), диапазон измерений от 0 до 0,2 мм, дискретность 0,01 мкм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,04$ мкм, диапазон измерений от 0 до 10 мм, дискретность 0,1 мкм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ мкм
Вспомогательные устройства: Устройство цифровой индикации (БЭП-2) или компьютер с программным обеспечением imp21	
Примечание: Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений	

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки преобразователей должны соблюдаться следующие требования:

- 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 посуде, плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки;
- промывку проводят в резиновых технических перчатках типа II по ГОСТ 20010-93.

7. Внешний осмотр

7.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого преобразователя утвержденному типу, а также требованиям паспорта в части комплектности.

7.2. При осмотре должна быть проверена правильность нанесения маркировки. На нерабочую поверхность преобразователей или конвертор, расположенный на кабеле должна быть нанесена следующая информация:

- товарный знак изготовителя или его наименование;
- обозначение преобразователя;
- заводской номер;
- год изготовления.

7.3. Преобразователи не должны иметь механических повреждений и дефектов, влияющих на их эксплуатационные характеристики и ухудшающих их внешний вид.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1. Перед поверкой преобразователь должен быть выдержан на рабочем месте не менее 4 часов в климатических условиях, указанных п. 3.1 настоящей методики. Подключить преобразователь к устройству цифровой индикации БЭП-2 или к персональному компьютеру в зависимости от разъема (интерфейса) поверяемого преобразователя, такими как ДБ 9 (RS- 232, RS- 485) или USB. Проверить установку физического нуля. Середина диапазона измерений преобразователя должна соответствовать нулевой отметке шкалы показывающего прибора.

8.2. Перед проведением поверки измерительная поверхность преобразователя должна быть очищена.

8.3. Средства поверки подготовить к работе в соответствии с их документацией по эксплуатации.

8.4. Опробованием проверяют взаимодействие подвижных частей преобразователя. Измерительный стержень должен перемещаться плавно, без заеданий.

9. Проверка идентификации внешнего программного обеспечения

Идентификацию внешнего ПО преобразователя проводят для преобразователей, подключенных к компьютеру по следующей методике:

- произвести запуск ПО. Программа начинает работать после запуска исполняемого файла `imp.exe`.

- проверить наименование программного обеспечения и его версию. Необходимая информация появляется при запуске файла `imp.exe` в появившемся окне.

Преобразователь считается прошедшим поверку в части программного обеспечения, если его ПО – `imp21`, а версия – `v 21.1.0` или выше.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1. Определение общего хода измерительного наконечника

Общий ход измерительного наконечника преобразователя определяют с помощью концевых мер длины.

На стойку С-II устанавливают кронштейн с посадочным диаметром согласно таблице 3. Преобразователь закрепляют в стойке так, чтобы в свободном положении наконечник касался стола стойки или концевой меры длины. Под наконечник преобразователя устанавливают концевую меру или блок концевых мер с разностью номинальных длин соответствующих общему ходу измерительного наконечника в соответствии с таблицей 3. Если концевая мера длины или блок проходят под наконечником преобразователя свободно, общий ход наконечника соответствует заявленным характеристикам.

Таблица 3

Модель преобразователя	Присоединительный диаметр преобразователя, мм	Посадочный диаметр кронштейна стойки, мм	Размер концевой меры (блока) или разность номинальных длин концевых мер длины, мм
М-021	27-0,021 (27h7); 28-0,021 (28h7)	27; 28	0,5
М-022	8-0,022 (8h8)	8	3,0
М-023		8	11,0
М-024		8	6,0
М-025		8	0,8

10.2. Определение измерительного усилия в нулевой точке и колебание измерительного усилия

Измерительное усилие определяют на весах. Преобразователь закрепляют в стойке С-II и, опуская кронштейн стойки при помощи гайки, вводят наконечник преобразователя в контакт с площадкой весов. По показанию весов определяют измерительное усилие в нулевой точке преобразователя. Для преобразователей модели М-025 измерительное усилие определяется при прямом положении измерительного рычага.

Полученное значение усилия в граммах, деленное на 100 (коэффициент пересчета показаний весов в значения измерительного усилия в Ньютонах), равно измерительному усилию в Ньютонах.

Колебание измерительного усилия преобразователей М-021, М-022, М-023 и М-024 определяют как разность значений измерительного усилия на верхнем и нижнем пределах диапазона измерений.

Колебание измерительного усилия преобразователей М-025 определяют при перемещении измерительного наконечника в диапазоне его рабочего хода как разность

измерительных усилий в конце и в начале перемещения.

Измерительное усилие в нулевой точке и колебание измерительного усилия должны быть не более значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4.

Модель преобразователя	Измерительное усилие в нулевой точке, сН, не более	Колебание измерительного усилия, сН, не более
М-021	120	140
М-022	150	35
М-023	150	170
М-024	150	75
М-025	25	15

10.3. Определение абсолютной погрешности измерений и размаха показаний преобразователей модели М-021

Абсолютную погрешность измерений преобразователей модели М-021 определяется с помощью концевых мер длины 1-го разряда.

Абсолютная погрешность определяется в контрольных точках в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Контрольные точки, мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Размах показаний, мкм, не более
±10	±0,04	0,03
±20	±0,04	
±50	±0,2	
±100	±0,2	
±150	±0,2	
±200	±0,2	

При определении абсолютной погрешности измерений преобразователь модели М-021 закрепляют в стойке С-1, снабженной ребристым столом с выступающей сферической вставкой. На стол стойки помещают приспособление для установки и передвижения пар концевых мер длины. Концевые меры длины, из которых составляют пары, должны иметь разность размеров, равную значению поверяемой контрольной точки. Для определения абсолютной погрешности в контрольных точках ±10 мкм составляют пары концевых мер длины с разностью размеров в 10 мкм (например, 1,19 и 1,2 мм для контрольной точки -10 мкм, и 1,2 и 1,21 мм для контрольной точки +10 мкм). Для определения погрешности в контрольных точках ±20 мкм составляют пары концевых мер длины с разностью размеров в 20 мкм (например, 1,18 и 1,2 для контрольной точки -20 мкм, и 1,2 и 1,22 мм для контрольной точки +20 мкм) и т.д. Рекомендуется использовать следующие меры длины: 1,0; 1,05; 1,1; 1,15; 1,18; 1,19; 1,2; 1,21; 1,22; 1,25; 1,3; 1,35; 1,4 мм, где концевая мера длины 1,2 мм соответствует нулевой точке преобразователя.

Под измерительный наконечник преобразователя подводят первую концевую меру длины 1,2 мм и устанавливают нулевое показание преобразователя. После трехкратного арретирования преобразователя обнуляют его показание. После этого производят измерение по второй концевой мере длины и снимают отсчет. Арретируют измерительный наконечник преобразователя на концевую меру длины несколько раз. За результат измерений в данной контрольной точке принимается среднее значение.

Далее производят измерения в последующих контрольных точках, заменяя в приспособлении для мер только меры, отличные от меры 1,2мм.

Рекомендуется проводить проверку нулевого положения по концевой мере 1,2 мм после проверки каждой контрольной точки.

Абсолютная погрешность измерений преобразователей в контрольной точке вычисляют по формуле

$$\Delta i = C_i - (L_i - L_1) \cdot 1000$$

где Δi – абсолютная погрешность измерений преобразователя в контрольной точке, мкм;

L_i и L_1 – действительные размеры (по свидетельству) мер длины, образующих пару, мм;

C_i – среднее значение результата измерений в контрольной точке, мкм.

Определение размаха показаний преобразователей моделей М-021 производится одновременно с определением абсолютной погрешности измерений приблизительно в середине диапазона измерений. Наконечник преобразователя арретируют 5 раз и регистрируют показания после каждого арретирования. Размах показаний определяют как разность между наибольшим и наименьшим показаниями преобразователя и не должен превышать значений, указанных в таблице 5.

10.4. Определение абсолютной погрешности измерений и вариации показаний преобразователей моделей М-022, М-023, М-024 и М-025

Абсолютную погрешность измерений преобразователей моделей М-022, М-023, М-024 и М-025 с помощью прибора для поверки измерительных головок ППГ-4 (далее – прибор ППГ-4). Абсолютную погрешность измерений преобразователя модели М-025 определяют при прямом положении измерительного рычага с использованием приспособления для поверки индикаторов бокового действия (см. рисунок 1).

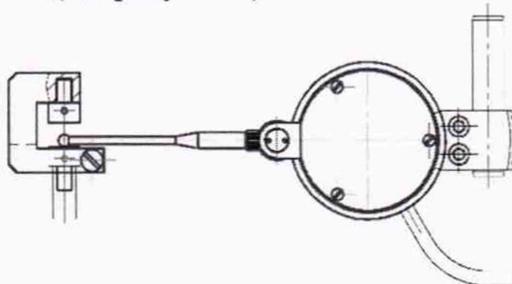


Рисунок 1 - Схема расположения преобразователей модели М-025 на приборе ППГ-4

Установить преобразователь над измерительной пяткой прибора ППГ-4 с дискретностью 0,1 мкм. Измерительный наконечник преобразователя с помощью микроподачи прибора ППГ-4 установить до появления отсчета «0». Обнулить отсчетное устройство прибора ППГ-4. С помощью микроподачи прибора ППГ-4 последовательно установить измерительный наконечник преобразователя в положения, соответствующие контрольным точкам, указанным в таблице 6. Зафиксировать отсчеты прибора ППГ-4 в контрольных точках. Определить абсолютную погрешность измерений преобразователя в контрольных точках как разность показаний преобразователя и прибора ППГ-4 с учетом знака.

В случае, если полученная абсолютная погрешность измерений преобразователей модели М-022 на участке диапазона измерений $\pm 0,2$ мм превышает допустимые значения, рекомендуется определить абсолютную погрешность на этом участке установив преобразователь над измерительной пяткой прибора ППГ-4 с дискретностью 0,01 мкм и повторить измерения на этом участке.

Вариацию показаний преобразователей М-022, М-023, М-024 и М-025 проводят на приборе ППГ-4 в начале, середине и конце диапазона измерений:

- перемещая пятку прибора ППГ-4, устанавливают показания преобразователя на ноль;
- обнуляют показания прибора ППГ-4;
- перемещают пятку в прежнем направлении на 10...15 мкм;

- перемещают пятку в обратном направлении, устанавливают показания преобразователя снова на ноль;

- фиксируют показания прибора ППГ-4.

Повторяют данную операцию 3 раза. Наибольшее показание прибора принимают за вариацию показаний.

Абсолютная погрешность и вариация показаний не должны превышать допускаемых значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Модель преобразователя	Контрольные точки, мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм	Вариация показаний, мкм, не более
М-022	±50	±0,5	0,5
	±100	±0,5	
	±150	±0,5	
	±200	±0,5	
	±400	±1,5	
	±600	±1,5	
	±800	±1,5	
	±1000	±1,5	
М-023	±250	±5,0	0,5
	±500	±5,0	
	±750	±5,0	
	±1000	±5,0	
	±1500	±7,0	
	±2000	±7,0	
	±2500	±7,0	
	±3000	±10,0	
	±3500	±10,0	
	±4000	±10,0	
	±4500	±10,0	
	±5000	±10,0	
М-024	±150	±1,0	0,5
	±250	±1,0	
	±350	±1,0	
	±500	±1,0	
	±750	±2,0	
	±1000	±2,0	
	±1250	±2,0	
	±1500	±3,5	
	±1750	±3,5	
	±2000	±3,5	
	±2500	±3,5	
М-025	±50	±1,0	0,5
	±100	±1,0	
	±150	±1,0	
	±200	±1,0	
	±250	±1,0	
	±300	±1,0	

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Преобразователь считается прошедшим поверку, если по пунктам 7 - 9 соответствует требованиям, а полученные результаты измерений по пунктам 10.1 - 10.4 не превышают допустимых значений.

В случае подтверждения соответствия преобразователя метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и преобразователь признают пригодным к применению.

В случае, если соответствие преобразователя метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и преобразователь признают непригодным к применению.

12. Оформление результатов поверки

12.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по каждой операции, указанной в таблице 1.

12.2. 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 оформлять свидетельство о поверке и (или) вносить в паспорт средства измерений запись о проведенной поверке.

12.3. 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.

Зам. нач. отдела 203
ФГБУ «ВНИИМС»



Е.А. Милованова

Ведущий инженер отдела 203
ФГБУ «ВНИИМС»



Н.И. Кравченко