

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«17» 06 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
ИЗМЕРИТЕЛИ ВИБРАЦИИ И ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ  
ИЛП-2-4

МП 204/3-28-2024

г. Москва  
2024 г.

Измерители вибрации и линейных перемещений  
ИЛП-2-4  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-28-2024

**1. Общие положения**

Настоящая методика распространяется на измерители вибрации и линейных перемещений ИЛП-2-4 (далее - ИЛП), изготовленные ООО «ТД «Технекон» и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Измерители вибрации и линейных перемещений ИЛП-2-4 (далее измерители) предназначены для бесконтактного измерения относительного перемещения ротора в радиальном и/или осевом направлениях, в том числе относительного перемещения (зазора, сдвига), виброперемещения, а также частоты вращения валов.

Принцип действия измерителей основан на преобразовании измеряемого линейного перемещения, виброперемещения, а также частоты вращения в электрический сигнал.

Измерители состоят из блока датчиков и одного или двух драйверов РМТ-120-4.

В блоках датчиков с вихретоковым принципом происходит взаимодействие электромагнитного поля, создаваемого в катушке первичного преобразователя в блоке датчиков, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте контроля (роторе). Драйвер РМТ возбуждает колебательный контур, в состав которого входит катушка индуктивности первичного преобразователя блока датчиков, сигналом напряжения фиксированной частоты. При этом амплитуда сигнала колебательного контура зависит от расстояния между первичным преобразователем и объектом контроля. Таким образом, огибающая несущей частоты является информационной частью выходного сигнала, которая выделяется в драйвере РМТ путем демодуляции. Используемое преобразование позволяет проводить измерения как относительного положения (зазора, сдвига) контролируемого объекта, так и его изменений, пропорциональных относительному виброперемещению.

Драйвер РМТ-120-4 формирует непрерывный выходной сигнал напряжения, пропорциональный значению относительного перемещения контролируемого объекта. Драйвер имеет два выходных канала, сигналы с которых подаются на внешнее устройство. Для блока датчиков радиально-осевого используется два драйвера РМТ-120-4.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772 и метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений угловой скорости и частоты вращения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.09.2022 г. № 2183.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в Приложении А.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки средства измерений для меньшего числа измеряемых величин.

## 2. Операции поверки

2.1. При проведении первичной и периодической ИЛП выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9		
Определение основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига),	9.1.1	да	нет
Определение основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига)	9.1.2	нет	да
Определение основной относительной погрешности измерений виброперемещения на базовой частоте 40 Гц	9.2	да	нет
Определение основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне рабочих частот	9.3	да	нет
Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения	9.4	да	нет

2.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится и результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

## 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$
- относительная влажность окружающего воздуха, %  $60 \pm 20$
- атмосферное давление, кПа  $101 \pm 4$

3.2. Перед проведением поверки ИЛП должен быть подготовлен к работе в соответствии эксплуатационной документацией.

3.3. Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый ИЛП должны иметь защитное заземление.

#### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К поверке допускаются лица имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на ИЛП и данной методикой поверки.

#### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки необходимо применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
2	Средство измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более $\pm 1$ °С; Средство измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более $\pm 3$ %.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1	РЭ по Локальной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне значений от 0 до 50 мм РЭ по Локальной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне значений от 0 до 50 мм	Головка микрометрическая цифровая серии 164, рег. № 33793-07 Головка измерительная цифровая ABSOLUTE серии 543, рег. № 54125-13
9.1-9.3	Поверочная виброустановка 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2772 от 27.12.2018 с диапазоном частот от 0,1 до 1000 Гц	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155, рег. № 68875-17
9.1-9.3	РЭ 2 разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1706 от 18.08.2023 в диапазоне измерений постоянного и переменного напряжения 0 – 1000 В	Мультиметр цифровой Agilent 34411A, рег. № 33921-07
9.4	РЭ 1 разряда единицы частоты вращения по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2183 от 01.09.2022 в диапазоне от 5 до 240000 об/мин	Стенд СП31, рег. № 61681-15
Примечания: 1) Все средства поверки должны быть поверены (иметь действующую запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений); 2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям		

## **6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.2. При работе со средствами поверки и поверяемым ИЛП должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующей эксплуатационной документации.

## **7. Внешний осмотр средства измерений**

7.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов

7.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, ИЛП считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

## **8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1. Проверяют работоспособность ИЛП в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2. Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

8.3. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 3.

## **9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям**

9.1. Определение допускаемой основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига).

9.1.1. ИЛП установить на стенд (устройство с микрометрической головкой) для определения метрологических характеристик.

Ввести в зазор блока датчиков устройство с микрометрической головкой, имитирующее смещение ротора в соответствии с рисунком 1.

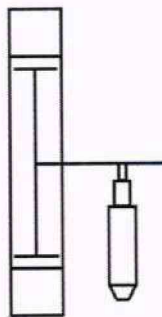


Рисунок 1. Устройство с микрометрической головкой.

Перемещая устройство относительно центральной линии блока датчиков, воспроизвести значения относительного перемещения (зазора, сдвига), соответствующие -100 %, -50 %; -10 %, 10 %, 50 % и 100 % от диапазона измерений перемещения (зазора, сдвига).

Измеренное значение перемещения (зазора, сдвига) определить по выходному сигналу драйвера.

Измеренное значение перемещения (зазора, сдвига) рассчитать по формуле:

$$S_{\text{изм}} = \frac{U_{\text{изм}}}{K}, \text{ мкм} \quad (1)$$

где:  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром на выходе драйвера;  
 $K$  – коэффициент преобразования канала (паспортная величина).

Значение основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига) рассчитать по формуле:

$$\delta = \frac{S_{\text{изм}} - S_z}{S_n} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где:  $S_z$  – значение перемещения (зазора, сдвига), воспроизведенное устройством с микрометрической головкой;  
 $S_n$  – диапазон измерений.

9.1.2. Установить на вал приспособление с индикатором часового типа, закрепив его таким образом, чтобы он измерял смещение блока датчиков относительно первоначального положения.

При помощи управляющей системы воспроизвести перемещение блока датчиков в пяти точках диапазона измерений перемещения (зазора, сдвига).

Значение основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига) рассчитать по формуле:

$$\delta = \frac{S_{\text{изм}} - S_z}{S_n} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где:  $S_{\text{изм}}$  – значение перемещения (зазора, сдвига), воспроизведенное управляющей системой;

$S_z$  – значение перемещения (зазора, сдвига), измеренное при помощи индикатора часового типа;

$S_n$  – диапазон измерений.

9.2. Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения на базовой частоте 40 Гц.

Ввести в зазор блока датчиков вибростенд с установленным на нем приспособлением для поверки, имитирующее смещение ротора в соответствии с рисунком 2. Приспособление отцентрировать по выходному сигналу драйверов.

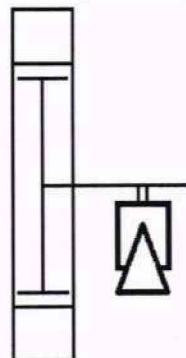


Рисунок 2. Вибростенд с приспособлением для имитации виброперемещения.

Воспроизвести значения виброперемещения, соответствующие 0, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % от диапазона измерений виброперемещения на частоте 40 Гц.

Измеренное значение виброперемещения определить по выходному сигналу драйвера.

Измеренное значение виброперемещения рассчитать по формуле:

$$D_{\text{изм}} = \frac{U_{\text{изм}}}{K}, \text{ мкм} \quad (4)$$

где:  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром на выходе драйвера;  
 $K$  – коэффициент преобразования канала.

Значение основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне рабочих частот рассчитать по формуле:

$$\delta = \frac{D_{\text{изм}} - D_3}{D_3} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где:  $D_3$  – значение виброперемещения, воспроизведенное вибростендом;  
 $D_{\text{изм}}$  – значение виброперемещения, измеренное ИЛП

9.3. Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне рабочих частот.

Воспроизвести значения виброперемещения, соответствующие 50 % от диапазона измерений виброперемещения на частотах, соответствующих 10 %, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % диапазона рабочих частот.

Измеренное значение виброперемещения определить по выходному сигналу драйвера.

Измеренное значение виброперемещения рассчитать по формуле (4).

Значение основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне рабочих частот рассчитать по формуле (5).

9.4. Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения.

Вести в зазор блока датчиков стенд СП31 с установленным на вращающемся диске приспособлением для поверки, имитирующим ротор в соответствии с рисунком 3. Приспособление отцентрировать по выходному сигналу драйверов.

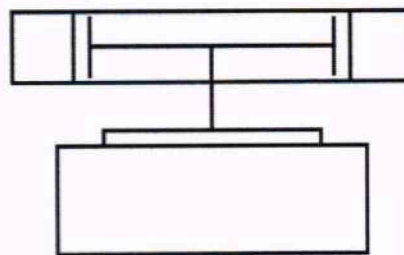


Рисунок 3. Стенд СП31 с приспособлением.

Воспроизвести значения частоты вращения, соответствующие 0 %, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % диапазона измерений частоты вращения.

Измеренное значение частоты вращения определить по выходному сигналу драйвера.

Значение основной относительной погрешности измерений частоты вращения рассчитать по формуле:

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где:  $X_3$  – значение частоты вращения, воспроизведенное стендом СПЗ1;

$X_{\text{изм}}$  – значение частоты вращения, измеренное ИЛП.

9.5. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

ИЛП считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он прошел поверку по каждому пункту данной методики и все максимальные значения допускаемой основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига), допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения на базовой частоте 40 Гц, допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне рабочих частот и основной относительной погрешности измерений частоты вращения не превышают допустимых значений, указанных в таблице А.1.

## 10. Оформление результатов поверки

10.1. ИЛП, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на ИЛП оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

10.4. Результаты поверки ИЛП передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Г. Волченко



Приложение А.1

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений относительного перемещения (зазора, сдвига), мкм	от -1000 до 1000 от -500 до 500 от -300 до 300
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений относительного перемещения (зазора, сдвига), %	±3,5
Диапазоны рабочих частот, Гц	от 5 до 1000 от 5 до 500 от 5 до 250
Диапазоны измерений размаха виброперемещения, мкм	от 10 до 1000 от 10 до 500 от 10 до 250
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения на базовой частоте 40 Гц, %	±5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазоне рабочих частот, %	±10
Диапазон измерений частоты вращения, об/мин	от 60 до 30000 от 60 до 18000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений частоты вращения, %	±0,5
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений относительного перемещения, виброперемещения и частоты вращения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, %/°С	±0,05