



СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»
В.А. Лапшинов

М.П.

« 19 » апреля 2024 г.



СОГЛАСОВАНО
(в части пп. 9.1 – 9.3)
Руководитель ИЦ
ФГБУ «ВНИИМС»

М.П.

« 12 » апреля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи виброперемещений ИВП-Ц

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-681/08-2023

2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи виброперемещений ИВП-Ц (далее – преобразователи), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложение А настоящей методики.

1.3 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 декабря 2018 г. № 2772.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого средства измерений к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018). При проведении поверки в качестве средств поверки должен использоваться эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772.

1.4 На основании письменного заявления владельца преобразователей или лица, представившего на поверку преобразователи, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки преобразователей по выходному сигналу только в виде напряжения переменного тока (мВ) или силы переменного тока (мкА), а также на меньшем числе поддиапазон частот с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

1.5 Метрологические характеристики преобразователей определяют методом прямых измерений или методом непосредственного сличения с рабочими эталонами.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
– определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения	Да	Да	9.1
– определение нелинейности амплитудной характеристики	Да	Да	9.2
– определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	Да	Да	9.3
– определение относительного коэффициента поперечного преобразования	Да	Да	9.4
Оформление результатов поверки	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды от плюс 15°C до плюс 25°C;
- относительная влажность воздуха, не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

3.2 Перед проведением поверки преобразователи, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией (далее – ЭД).

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технической безопасности на рабочем месте, изучившие настоящую методику поверки и ЭД наверяемые преобразователи, средства поверки и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
<p>р. 9 Определение метрологических характеристик;</p> <p>п. 8.2 Опробование</p>	<p>Поверочная виброустановка 1-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772, в диапазоне измерений от 15 до 500 мкм, в диапазоне частот от 0,5 до 400 Гц</p>	<p>Установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей модели 9155, регистрационный № 68875-17 в ФИФОЕИ (далее – виброустановка)</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
р. 9 Определение метрологических характеристик; п. 8.2 Опробование	Рабочий эталон не ниже 3-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706, предел измерений 10 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot D + 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot E)$, где D – измеренное значение напряжения переменного тока, E – верхний предел измерений напряжения переменного тока.	Мультиметр 3458А, регистрационный № 25900-03 в ФИФОЕИ (далее – мультиметр)
	Рабочий эталон не ниже 2-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668, предел измерений 100 мкА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot D + 3 \cdot 10^{-4} \cdot E)$, где D – измеренное значение силы переменного тока, E – верхний предел измерений силы переменного тока.	Мультиметр 3458А, регистрационный № 25900-03 в ФИФОЕИ (далее – мультиметр)
Вспомогательные средства поверки		
р. 9 Определение метрологических характеристик; п. 8.2 Опробование	Средство воспроизведений и поддержания напряжения постоянного тока от 12 до 24 В	Источник питания постоянного тока GPR-76030D, регистрационный № 55898-13 в ФИФОЕИ (далее – источник питания)
р. 9 Определение метрологических характеристик; п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении, проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемых преобразователей, приведенными в ЭД.

6.3 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания. Средства поверки и вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие преобразователей следующим требованиям:

- внешний вид и комплектность соответствуют описанию типа и ЭД;
- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующих проведению поверки.
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей на маркировке преобразователей.

7.3 Результаты поверки по 7 считают положительным, если при проведении внешнего осмотра выполняются требования, изложенные выше. При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты невозможно устранить, поверяемый преобразователь бракуют.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают ЭД на преобразователи и средств поверки, настоящую методику поверки;
- проверяют соответствие условий поверки в месте проведения поверки требованиям, установленным в разделе 3 (вносят результаты измерений условий поверки в протокол поверки);
- перед проведением поверки, преобразователи, средства поверки и эталоны должны быть выдержаны (в нерабочем состоянии) не менее двух часов в помещении, где проводится поверка (если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3). Допускается сокращение времени выдержки до 40 минут если преобразователи до начала поверки находились с средствами поверки и эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки;
- средства поверки и преобразователи подготавливают к работе в соответствии с требованиями ЭД и соединяют зажимы защитного заземления с контуром заземления в месте проведения поверки;

8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Опробование проводят с помощью виброустановки, мультиметра и источника питания.

8.2.1 Источник питания, мультиметр подключают к преобразователю в соответствии с ЭД. Включают приборы в работу и выдерживают в течение времени установления рабочего режима, указанного в их ЭД.

8.2.2 Фиксируют начальные значения выходного сигнала в виде напряжения переменного тока (мВ) и(или) силы переменного тока (мкА). Слегка воздействуют на преобразователь (постукивают) при этом наблюдают за выходным(и) сигналом(и).

8.3 Результаты поверки по 8 считают положительными, если:

- при выполнении требований, изложенных в 8.1;
- при воздействии на преобразователь по 8.2 наблюдаются изменения показания выходного сигнала (изменяются значения выходного сигнала в виде напряжения переменного тока (мВ) и(или) силы переменного тока (мкА)).

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения

9.1.1 Определение действительного значения коэффициента преобразования производят на базовой частоте 45 Гц при значении виброперемещения равном 100 мкм.

9.1.2 Устанавливают преобразователь на вибростенд эталонной виброустановки при помощи резьбового крепления и подключают выходной разъем преобразователя к средству поверки в соответствии с ЭД. На эталонной виброустановке воспроизводят амплитудное значение виброперемещения, равное 100 мкм на частоте 45 Гц, и определяют действительное значение коэффициента преобразования. При невозможности определить коэффициент преобразования при помощи эталонной виброустановки в автоматическом режиме, измеряют выходной сигнал преобразователя мультиметром и рассчитывают значения коэффициента преобразования по формулам (1) и(или) (2).

Для преобразователей с выходом по напряжению переменного тока:

$$K_U = \frac{U_{\text{изм}}}{S_{\text{зад}}}, \text{ мВ/мкм} \quad (1)$$

где: $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения переменного тока на выходе преобразователя, мВ;

$S_{\text{зад}}$ – заданное значение виброперемещения, мкм.

Для преобразователей с выходом по силе переменного тока:

$$K_I = \frac{I_{\text{изм}}}{S_{\text{зад}}}, \text{ мкА/мкм} \quad (2)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – измеренное значение силы переменного тока на выходе преобразователя, мкА;

$S_{\text{зад}}$ – заданное значение виброперемещения, мкм.

9.1.3 Производить измерение выходной характеристики поверяемого преобразователя не менее трех раз, определять среднее арифметическое значение и применять его в дальнейших расчетах.

9.1.4 Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле (3).

$$\Delta = \frac{K_D - K_N}{K_N} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где: K_N – номинальное значение коэффициента преобразования, мВ/мкм (мкА/мкм);

K_D – измеренное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 45 Гц, мВ/мкм (мкА/мкм).

9.1.5 Результаты поверки по 9.1 считают положительными и преобразователи соответствует метрологическим требованиям, если полученные значения отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 45 Гц не превышают пределов, указанных в таблице А.1 приложения А.

9.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики

9.2.1 С помощью эталонной виброустановки последовательно воспроизводят амплитудные значения виброперемещения, равные 15, 50, 100, 200, 300, 400 и 500 мкм на базовой частоте 45 Гц и определяют коэффициент преобразования испытываемого преобразователя.

9.2.2 Нелинейность амплитудной характеристики δ определяют по формуле (4).

$$\delta = \frac{K_i - K_d}{K_d} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где: K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по 9.1.2, мВ/мкм (мкА/мкм);

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования в i -той точке измерений, мВ/мкм (мкА/мкм).

9.2.3 Результаты поверки по 9.2 считают положительными и преобразователи соответствуют метрологическим требованиям, если полученные значения нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте 45 Гц не превышают пределов в каждой поверяемой точке измерений, указанных в таблице А.1 приложения А.

9.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики.

9.3.1 С помощью эталонной виброустановки воспроизводят постоянное амплитудное значение виброперемещения равное 100 мкм на десяти точках поддиапазона из диапазона частот от 0,5 до 400 Гц для модификаций ИВП-Ц-05/400К, ИВП-Ц-05/400Р и от 0,7 до 400 Гц для модификаций ИВП-Ц-07/400К, ИВП-Ц-07/400Р. Значения частот выбирают из частот октавного ряда (равномерно распределённые внутри диапазона), включая нижнее и верхнее значения поддиапазонов. Определяют действительное значение коэффициента преобразования по формулам (1) и (или) (2) при каждом значении частоты.

9.3.2 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики γ определяют по формуле (5)

$$\gamma = \frac{K_j - K_d}{K_d} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где: K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по 9.1.2, мВ/мкм (мкА/мкм);

K_j – измеренное значение коэффициента преобразования в j -той точке измерений, мВ/мкм (мкА/мкм).

9.3.3 Результаты поверки по 9.3 считают положительными и преобразователи соответствуют метрологическим требованиям, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики не превышают пределов в каждой поверяемой точке измерений, указанных в таблице А.1 приложения А.

9.4 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования.

9.4.1 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводится на эталонной виброустановке при помощи специального переходника. Ось чувствительности поверяемого преобразователя должна быть перпендикулярна к направлению колебаний.

9.4.2 Измерения проводят на базовой частоте 45 Гц и при значении виброперемещения равном 100 мкм. Выход преобразователя соединяют с входом мультиметра.

9.4.3 Последовательно поворачивая преобразователь вокруг измерительной оси на углы 0° , 90° , 180° , 270° зафиксировать в каждом положении значения выходного сигнала.

9.4.4 Значение относительного коэффициента поперечного преобразования определяют по формулам (6) и (или) (7).

Для преобразователей с выходом по напряжению переменного тока:

$$K = \frac{U_{\text{макс}}}{S_d \cdot K_d} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где: $U_{\text{макс}}$ – максимальное значение напряжения на выходе преобразователя, мВ;
 K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле (1);
 S_d – значение виброперемещения воспроизводимое на эталонной виброустановке.

Для преобразователей с выходом по силе переменного тока:

$$K = \frac{I_{\text{макс}}}{S_d \cdot K_d} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где: $I_{\text{макс}}$ – максимальное значение силы переменного тока на выходе преобразователя, мкА;
 K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле (2);
 S_d – значение виброперемещения воспроизводимое на эталонной виброустановке.

9.4.5 Результаты поверки по 9.4 считают положительными и преобразователи соответствуют метрологическим требованиям, если полученные значения относительного коэффициента поперечного преобразования не превышают пределов в каждой поверяемой точке измерений, указанных в таблице А.1 приложения А.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме, и содержащее результаты по разделам 7 - 9 настоящей методики поверки.

10.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным действующим законодательством.

10.3 При положительных результатах, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносят знак поверки, а также указывается объем поверки.

10.4 При отрицательных результатах, по заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством.

Приложение А
к МП-681/08-2023

(обязательное)

**Метрологические требования, которые должны быть подтверждены
в результате поверки**

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения коэффициента преобразования на базовой частоте 45 Гц: - с выходом по напряжению переменного тока, мВ/мкм - с выходом по силе переменного тока, мкА/мкм	9 16
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 45 Гц, %	± 5
Диапазон измерения амплитудного значения виброперемещения, мкм	от 15 до 500
Диапазоны рабочих частот, Гц - для модификаций ИВП-Ц-05/400К и ИВП-Ц-05/400Р - для модификаций ИВП-Ц-07/400К и ИВП-Ц-07/400Р	от 0,5 до 400 от 0,7 до 400
Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте 45 Гц, %, в пределах	± 2
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %, в пределах: - для модификаций ИВП-Ц-05/400К и ИВП-Ц-05/400Р: - в поддиапазонах частот от 0,5 до 2 Гц включ. - в поддиапазонах частот св. 2 до 150 Гц включ. - в поддиапазонах частот: св. 150 до 400 Гц - для модификаций ИВП-Ц-07/400К и ИВП-Ц-07/400Р: - в поддиапазонах частот от 0,7 до 2 Гц включ. - в поддиапазонах частот св. 2 до 150 Гц включ. - в поддиапазонах частот: св. 150 до 400 Гц	± 8 ± 5 ± 8 ± 8 ± 5 ± 8
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5