

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

СОГЛАСОВАНО

Руководитель
Испытательного центра
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«24 09 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДПЭ22МВУ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-24-2023

г. Москва
2023 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ (далее – датчики), изготавливаемые ООО НПП «ВИБРОБИТ», и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Принцип действия датчиков основан на генерации электрического сигнала пропорционального вибрации, воздействующей на датчик вибрации.

В основе принципа действия датчиков лежит прямой пьезоэлектрический эффект, заключающийся в образовании электрического заряда при механическом воздействии на пьезоэлемент.

Конструктивно датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ состоят из вибропреобразователя, выполненного в металлическом корпусе и содержащего пьезоэлектрические элементы, кабеля подключения и внешнего усилителя в металлическом корпусе, внутри которого располагается электронный блок, в котором электрический заряд усиливается, интегрируется, фильтруется и преобразуется в выходной сигнал.

Входные цепи усилителя подключены непосредственно к выводам пьезоэлектрического вибропреобразователя. Датчик имеет активный токовый выход и подключается к внешним измерительным устройствам (контроллерам, модулям и т.п.) по четырехпроводной схеме. Величина выходного сигнала датчика пропорциональна значению СКЗ виброускорения. Выходной сигнал представляет собой переменный ток с постоянной составляющей.

Датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ выпускаются в двух модификациях: ДПЭ22МВУ А и ДПЭ22МВУ В, которые отличаются диапазоном выходного сигнала. Длина кабеля подключения изготавливается в соответствии с требованиями заказчика и может находиться в пределах от 3 до 10 м.

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.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ 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 27.12.2018 г. № 2772.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки средства измерений в сокращенном диапазоне измерений и (или) диапазоне рабочих частот с указанием объема выполненной поверки в свидетельстве о поверке при условии обязательной поверке в поддиапазоне частот, в котором находится базовая частота поверяемых датчиков.

1. Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений и проверка электрического сопротивления изоляции	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	8	да	да
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте	8.1	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте	8.2	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазонах частот	8.3	да	да
Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений виброускорения на базовой частоте	8.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	8.5	да	да

1.2. При получении отрицательного результата по какому-либо пункту методики поверки дальнейшая поверка по данному пункту МП не проводится, поверка продолжается до получения результатов по каждому пункту МП, результаты оформляются в соответствии с п. 9.2.

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %.

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый акселерометр должны иметь защитное заземление.

3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

3.1. К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на датчики пьезоэлектрические ДПЭ22МВУ и данной методикой поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

4.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
6.3	Средства измерений электрического сопротивления изоляции с диапазоном измерений не менее 100 МОм, напряжение испытания не более 100 В, погрешность не более $\pm 10\%$.	Измеритель сопротивления изоляции APPA 607, рег. № 56407-14
7.3	Средства измерений температуры от 15 °C до +30 °C с погрешностью не более $\pm 1\%$; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 85 %, с погрешностью не более $\pm 3\%$	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
8.1-8.5	<p>Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772, включающая диапазон измерений виброускорения и диапазон рабочих частот поверяемого датчика.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока в диапазоне значений от 0 до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,006 U_x + 0,0005 \cdot U_{np})$, где U_x – измеренное значение напряжения, U_{np} – значение верхнего предела измерений</p>	<p>Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)</p> <p>Мультиметр 3458А (Рег. № 25900-03)</p>
<i>Примечания:</i>		<p>1) Все средства поверки должны иметь действующее свидетельство о поверке (запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений);</p>

2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям;

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

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

5.2. При работе с средствами поверки и поверяемым датчиком должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующей эксплуатационной документации.

6. Внешний осмотр средства измерений и проверка электрического сопротивления изоляции

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

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

6.3 Проверка электрического сопротивления изоляции.

6.3.1 Электрическое сопротивление изоляции цепей датчиков измеряют мегаомметром, с напряжением не более 100 В, относительно корпуса датчика.

6.3.2 Датчик считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученное значение электрического сопротивления изоляции цепей датчика относительно корпуса составляет не менее 100,0 МОм.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

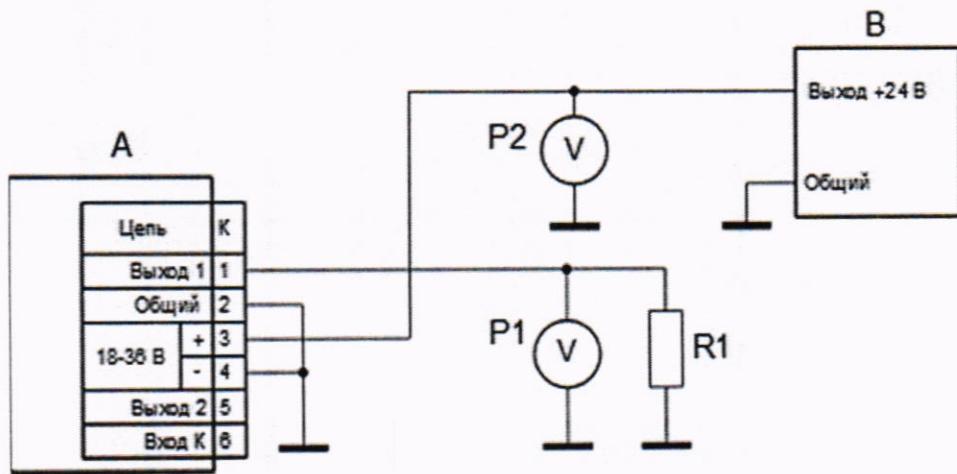
7.1. Проверяют работоспособность датчика в соответствии с эксплуатационной документацией.

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

7.3. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 2.

8. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям.

Для поверки должна быть собрана электрическая схема, в соответствии с рисунком 1.



А – Датчик;

В – источник питания (+24 В);

R1 – сопротивление выходного сигнала

для выходного сигнала (1 – 5) мА 402,0 Ом $\pm 0,1\%$, 0,25 Вт;

для выходного сигнала (4 – 20) мА 200,0 Ом $\pm 0,1\%$, 0,25 Вт;

P1 – вольтметр переменного / постоянного тока КТ 0,2;

P2 – вольтметр постоянного тока КТ 0,2.

Рисунок 1 – Схема подключения датчиков

На виброустановке на базовой частоте датчика задают не менее пяти значений СКЗ виброускорения, равномерно распределённых по диапазону измерения. Одно из устанавливаемых значений СКЗ виброускорения должно быть равно максимальному значению диапазона измерения СКЗ виброускорения, другое – минимальному значению диапазона измерения СКЗ виброускорения. Рекомендуемый ряд значений СКЗ виброускорения: нижняя граница диапазона измерения, 12,5%; 25%; 50%; 75%; 100% верхней границы диапазона измерения СКЗ виброускорения. По миллиамперметру контролируется значения выходного сигнала.

8.1. Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте.

8.1.1 Определение действительного значение коэффициента преобразования на базовой частоте для ряда значений СКЗ виброускорения: 12,5%; 25%; 50%; 75%; 100% верхней границы диапазона измерения СКЗ виброускорения.

Действительное значение коэффициента преобразования при i -том значении СКЗ виброускорения определяется по формуле 1:

$$K_i = \frac{1000 \cdot U_i}{R \cdot A_i}, \quad (1)$$

где K_i – действительное значение коэффициента преобразования, мкА/(м/с²);

8.1.2 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения.

Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения для выходного сигнала проводится по формуле 2:

$$\delta_k = \frac{K_i - K_n}{K_n} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где K_n – номинальное значение коэффициента преобразования, мкА/(м/с²).

8.2 *Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте*
Нелинейность амплитудной характеристики определяется по формуле 3:

$$\delta_\alpha = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования, мкА/(м/с²).

Среднее значение коэффициента преобразования определяется по формуле 4:

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} K_i}{n}, \quad (4)$$

где n – число измерений.

8.3 *Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазонах частот.*

На виброустановке воспроизводят колебания с частотой и значением СКЗ виброускорения в соответствии с таблицей 3. По мультиметру контролируют значение выходного сигнала датчика.

Таблица 3

Частота колебаний виброустановки, Гц *	2	3,15	5	10	20	40	80	160	315	500	800	1000	1600	2000	3150	4000	5000
Значение СКЗ виброускорения виброустановки, м/с ²	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Показание мультиметра, мВ																	

* Значения частот колебаний виброустановки выбираются исходя из диапазона частот измерения изделия.

** Допускается установка других значений в зависимости от технических характеристик виброустановки.

Неравномерность АЧХ выходного сигнала определяется по формуле 5:

$$\delta_i = \frac{U_i - U_b}{U_b} \cdot 100 \% \quad (5)$$

где: U_i – показание мультиметра на заданной частоте, мВ;

U_b – показание мультиметра на базовой частоте, мВ.

В случае, если виброустановка не обеспечивает задание необходимого значения виброускорения на высоких или низких частотах, допускается задавать другие значения, а расчет выходного напряжения выполнять по формуле 6:

$$\delta_i = \frac{\frac{A_{e6}}{A_{ef}} \cdot U_i - U_b}{U_b} \cdot 100 \% \quad (6)$$

где: A_{e6} – значение СКЗ виброускорения виброустановки на базовой частоте, м/с^2 ;

A_{ef} – значение СКЗ виброускорения виброустановки на текущей частоте м/с^2 .

8.4. Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения виброускорения на базовой частоте.

Определение допускаемой основной относительной погрешность измерения виброускорения на базовой частоте производится по формуле 7:

$$\delta_i = \frac{\frac{1000 \cdot U_i}{R \cdot K_n} - A_i}{A_i} \cdot 100 \% \quad (7)$$

где δ_i – основная относительная погрешность измерения, %;

U_i – выходной сигнал по мультиметру, мВ;

R – сопротивление нагрузки для выходного сигнала:

для выходного сигнала (1 – 5) мА $402,0 \text{ Ом} \pm 0,1 \%, 0,25 \text{ Вт}$;

для выходного сигнала (4 – 20) мА $200,0 \text{ Ом} \pm 0,1 \%, 0,25 \text{ Вт}$;

K_n – номинальное значение коэффициента преобразования датчика, $\text{мкА/(м/с}^2\text{)}$;

A_i – значение СКЗ виброускорения на виброустановке, м/с^2 .

Примечание: для датчиков номинальный коэффициент преобразования (индивидуальный) указан в маркировке, паспорте или формуляре.

8.5. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Датчик считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он соответствует требованиям каждого пункта данной методики поверки, значение электрического сопротивления изоляции цепей датчика относительно корпуса составляет не менее 100,0 МОм, значения допускаемой основной относительной

погрешности измерения виброускорения на базовой частоте не превышает $\pm 2,5 \%$, значения отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения не превышают $\pm 2,5 \%$, значения нелинейности амплитудной характеристики не превышают $\pm 2,5 \%$ и значения неравномерности частотной характеристики не превышают для диапазона частот (от 2 до 5 включ.) Гц от -15% до $5,0 \%$, для диапазона частот (св. 5 до 5 000 включ.) Гц $\pm 5,0 \%$.

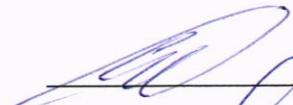
9. Оформление результатов поверки

9.1. Датчик, 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.

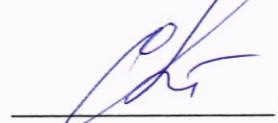
9.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на датчик оформляется извещение о непригодности к применению.

9.3. Результаты поверки датчика передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Г. Волченко



С.В. Четыркин

Ведущий инженер
ФГБУ «ВНИИМС»