



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО



Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

С.А. Денисенко

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВС

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
с изменением № 1**

МП 204/3-22-2023

г. Москва

2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на акселерометры пьезоэлектрические ВС (далее – акселерометры) производства ООО «ДИАМЕХ 2000», г. Москва и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- к Государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 согласно Приказа Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений в соответствии с Приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки в сокращенном диапазоне измерений и (или) сокращенном диапазоне рабочих частот. (Примечание: Поверка на территории Республики Беларусь проводится в полном объеме)

Раздел «Общие положения» (Измененная редакция, Изм. № 1)

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение		
	BC-102-XX-100	BC-404-XX-100	BC-102-XX-500, BC-404-XX-500
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	10,2		51
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте, %	± 5		± 5
Диапазон измерений амплитудных значений виброускорения, $\text{м}/\text{с}^2$	от 0,1 до 200		от 0,1 до 98
Нелинейность амплитудной характеристики, %	± 1		± 1
Диапазон рабочих частот с неравномерностью частотной характеристики ± 5 %, Гц	от 2 до 5000		от 2 до 3000
Диапазон рабочих частот с неравномерностью частотной характеристики ± 10 %, Гц	от 1 до 10000	-	от 1 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5		5

2. Операции поверки

2.1. При проведении первичной и периодической поверок акселерометров выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер раздела МП	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверки
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонения от номинального значения	9.1	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	9.2	да	да
Определение неравномерности частотной характеристики	9.3	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9.4	да	да

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: от +15 °С до +25 °С
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %.

3.1 (Измененная редакция, Изм. № 1)

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

3.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый акселерометр 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 3, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на акселерометры пьезоэлектрические ВС и данной методикой поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

5.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.3	Средства измерений температуры от +15 °С до +25 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 80 %, с погрешностью не более ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1-9.3	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772, включающая диапазон измерений виброускорения и диапазон рабочих частот поверяемого акселерометра	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
Примечания: 1) Все средства поверки должны иметь действующее свидетельство о поверке (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; 3) Соотношение доверительных границ погрешности рабочего эталона и доверительных границ основной относительной погрешности средств измерений в одинаковых частотных диапазонах должно быть не более 0,5 (Приказ Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772).		

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 средством измерений должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные 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, акселерометр считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Проверяют работоспособность акселерометра 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

Устанавливают поверяемый акселерометр на эталонную виброустановку в соответствии с эксплуатационной документацией и подключают выход акселерометра к согласующему усилителю эталонной виброустановки с соответствующими параметрами питания.

9.1. Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонения от номинального значения.

С помощью эталонной виброустановки задают амплитудное значение виброускорения равное 10 м/с^2 на базовой частоте 160 Гц и определяют коэффициент преобразования поверяемого акселерометра. При отсутствии возможности эталонной виброустановки определить коэффициент преобразования поверяемого акселерометра в автоматическом режиме, с помощью вольтметра измеряют значения выходного сигнала согласующего усилителя, к которому подключен поверяемый акселерометр, и определяют значение коэффициента преобразования по формуле (1):

$$K_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{изм}}}{D_{\text{зад}}} \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения на выходе вибропреобразователя, мВ;
 $D_{\text{зад}}$ – заданное с помощью эталонной виброустановки значение виброускорения, м/с^2 .

Отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения определяют по формуле (2):

$$\Delta = \frac{K_{\text{д}} - K_{\text{н}}}{K_{\text{н}}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где $K_{\text{н}}$ – номинальное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$;
 $K_{\text{д}}$ – измеренное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

9.1 (Измененная редакция, Изм. № 1)

9.2. Определение нелинейности амплитудной характеристики.

С помощью эталонной виброустановки задают не менее пяти значений виброускорения, включая минимальное и максимальное значения диапазона измерений, на базовой частоте 160 Гц и определяют коэффициент преобразования поверяемого акселерометра.

Нелинейность амплитудной характеристики определяют по формуле (3):

$$\delta = \frac{K_i - K_d}{K_d} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по п. 9.1, мВ/(м·с⁻²);

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования в i -той точке измерений, мВ/(м·с⁻²).

9.2 (Измененная редакция, Изм. № 1)

9.3. Определение неравномерности частотной характеристики.

С помощью эталонной виброустановки задают амплитудное значение виброускорения равное 10 м/с² при значениях частот октавного ряда из рабочего диапазона частот поверяемого акселерометра. На частотах, где технически невозможно получить указанное значение виброускорения, коэффициент преобразования определяют при значениях, достижимых для вибровозбудителя с коэффициентом гармоник движения вибростола не более 10 %, но не меньше нижнего предела измерений.

Неравномерность частотной характеристики определяют по формуле (4):

$$\gamma = \frac{K_j - K_d}{K_d} \cdot 100 \% \quad (4)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по п. 9.1, мВ/(м·с⁻²);

K_j – измеренное значение коэффициента преобразования в j -той точке измерений, мВ/(м·с⁻²).

9.4. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Акселерометр считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он соответствует требованиям каждого пункта данной методики поверки, значения полученных метрологических характеристик не превышают значений, указанных в таблице 1.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Акселерометр, 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 акселерометр оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки. (Примечание: Поверка на территории Республики Беларусь проводится в полном объеме).

10.3 (Измененная редакция, Изм. № 1)

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

Врио начальника отдела 204
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

 Н.В. Лункин

The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β .

1. General discussion of the problem

Let us consider the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β . The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β .

2. Particular cases

In this section we consider the particular cases of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β . The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β .

The second part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β .

3. Numerical results

In this section we present the numerical results of the calculations. The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β .

The second part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations (1) for arbitrary values of the parameters α and β .

References