

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«21» 06 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КАЛИБРАТОРЫ ПОРТАТИВНЫЕ ВС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-13-2024

г. Москва
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на калибраторы портативные VC (далее - калибраторы), изготовленные YMC PIEZOTRONIC INC., Китай и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется прямой метод измерений. В результате поверки должны быть подтверждены требования, предъявляемые к поверочной виброустановке 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения», и метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значения	
	VC-01	VC-01A
Номинальные значения воспроизводимых частот, Гц	159,2	80; 160; 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения частоты колебаний, %	±0,5	±0,5
Номинальные значения воспроизводимых параметров вибрации на частоте 159,2 Гц: - СКЗ виброускорения, м/с ² - СКЗ виброскорости, мм/с - СКЗ виброперемещения, мкм	9,81 9,81 9,81	- - -
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации, %	±2	-
Номинальные значения воспроизводимых СКЗ виброускорения, м/с ² (g) - на частоте 80 Гц - на частоте 160 Гц - на частоте 1000 Гц	- - -	0,98 (0,1) 0,98 (0,1); 4,91 (0,5); 9,81 (1) 9,81 (1)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения и измерений номинальных значений виброускорения, %: - 4,91 и 9,81 м/с ² (0,5 и 1 g)	-	±2
Коэффициент гармоник воспроизводимых колебаний, %, не более	3	3
Относительный коэффициент поперечного движения, %, не более	5	5

При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к ГЭТ 58-2018 «Государственный первичный эталон единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела».

Методика поверки допускает возможность поверки СИ на меньшем количестве номинальных значений параметров вибрации и частот.

2. Перечень операций поверки средства измерений.

2.1. При проведении первичной и периодической поверок калибраторов портативных ВС выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
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	да	да
Определение метрологических характеристик	9.1	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного движения	9.2	да	да
Определение относительной погрешности измерений параметров вибрации	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, 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: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.).

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

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 калибраторы портативные 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

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1	Виброметр или виброизмерительный преобразователь 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г. с усилителем измерительным (диапазон виброускорения от 0,1 до 10 м/с ² в диапазоне частот от 80 до 1000 Гц)	Акселерометр пьезоэлектрический 353В04 (рег. № 76591-19) Усилитель измерительный AP5110 (рег. № 57588-14)
9.1	Средство измерений частоты от 80 до 1000 Гц и погрешность не более 0,1 %	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85 (рег. № 75631-19)
9.1	Измеритель нелинейных искажений с диапазоном частот от 80 до 1000 Гц и погрешностью не более 10 %	Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501 (рег. № 68366-17)
9.2	Трёхкомпонентный вибропреобразователь, пределы относительной погрешности в диапазоне частот от 80 до 1000 Гц не более ± 10 %	Акселерометр пьезоэлектрический 356В11 (рег. № 76591-19) Усилитель измерительный AP5110 (рег. № 57588-14)

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, при этом обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

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, калибратор считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

- 8.1. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 3.
- 8.2. Включить калибратор. При этом должен загореться зеленый индикатор включения.
- 8.3. Калибратор считается готовым к дальнейшей поверке, если загорается зеленый индикатор и отсутствуют неравномерные металлические дребезги.

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

9.1. Определение метрологических характеристик.

На вибростенд калибратора через резьбовое соединение устанавливают рабочий эталон 1-го разряда. Рабочий эталон 1-го разряда должен иметь функцию измерения виброускорения, виброскорости и виброперемещения. Дополнительно к выходу рабочего эталона 1-го разряда подключают частотомер и измеритель нелинейных искажений.

Не допускается использовать в качестве рабочего эталона 1-го разряда вибропреобразователи типа «back-to-back».

Калибратор модификации VC-01 включают и проводят измерения воспроизводимых значений виброускорения, виброскорости и виброперемещения с помощью рабочего эталона 1-го разряда. Дополнительно измеряют значения частоты воспроизводимых колебаний с помощью частотомера и коэффициента гармоник с помощью измерителя нелинейных искажений. Для калибраторов модификации VC-01 номинальное значение частоты воспроизводимых колебаний равно 159,2 Гц, а номинальные значения воспроизведения виброускорения, виброскорости и виброперемещения равны 9,81 м/с², 9,81 мм/с и 9,81 мкм, соответственно.

Таблица 4 – Определение метрологических характеристик VC-01

F _{изм} , Гц	δ _F , %	A _{изм} , м/с ²	δ _A , %	V _{изм} , мм/с	δ _V , %	S _{изм} , мкм	δ _S , %	K _Г , %

При поверке калибратора модификации VC-01A измерения проводят поочередно для значений частот 160 и 1000 Гц и значений виброускорения 4,91 и 9,81 м/с² в соответствии с таблицей 5. В каждой точке измерений вибрации измеряют значения виброускорения с помощью рабочего эталона 1-го разряда, значения частоты воспроизводимых колебаний с помощью частотомера и значения коэффициента гармоник с помощью измерителя нелинейных искажений.

Таблица 5 - Определение метрологических характеристик VC-01A

F _{зад} , Гц	F _{изм} , Гц	δ _F , %	A _{зад} , м/с ² (g)	A _{изм} , м/с ²	δ _A , %	K _Г , %
160			4,91 (0,5)			
160			9,81 (1)			
1000			9,81 (1)			

Относительную погрешность частоты воспроизводимых колебаний определяют по формуле (1):

$$\delta_F = \frac{F_{\text{зад}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

где $F_{\text{зад}}$ – заданное значение частоты воспроизводимых колебаний, Гц;
 $F_{\text{изм}}$ – измеренное с помощью частотомера значение частоты, Гц.

Отклонение от номинального значения воспроизводимых параметров вибрации определяют по формуле (2):

$$\delta\gamma = \frac{D_{\text{зад}} - D_{\text{изм}}}{D_{\text{изм}}} \cdot 100 (\%) \quad (2)$$

где $D_{\text{зад}}$ – заданное значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с², мм/с или мкм;

$D_{\text{изм}}$ – измеренное с помощью рабочего эталона 1-го разряда значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с², мм/с или мкм.

Калибратор считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности частоты воспроизводимых колебаний не превышают 0,5 % и значения коэффициента гармоник не превышают 3 %.

9.2. Определение относительного коэффициента поперечного движения.

Для определения относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n.}$ на вибростенде калибратора через резьбовое соединение устанавливают трёхкомпонентный вибропреобразователь так, чтобы ось Z совпадала с движением колебаний калибратора.

Включают калибратор и фиксируют значения виброускорения по осям Z, X и Y при помощи трехкомпонентного вибропреобразователя. Вычисляют относительный коэффициент поперечного движения $K_{o.n.}$ по формуле (3):

$$K_{o.n.} = \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

Калибратор считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения не превышают значений 5 %.

9.3. Определение относительной погрешности измерений параметров вибрации.

Основную относительную погрешность измерений параметров вибрации при доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле (4):

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_3^2 + \delta_Y^2 + \delta_r^2 + \delta_{o.n.}^2} \quad (4)$$

где δ_r – максимальное значение относительной погрешности от наличия гармонических составляющих, определяемая по формуле (5):

$$\delta_r = \sqrt{1 + K_r^2} \cdot 100 (\%) \quad (5)$$

где K_r – значение коэффициента гармоник, полученное по п. 9.1;

$\delta_{o.n.}$ – максимальное значение относительной погрешности, вызванной наличием поперечного движения вибростола, определяемое по формуле:

$$\delta_{o.n.} = \frac{K_{o.n.} \cdot K_{\Pi}}{100} \quad (6)$$

где $K_{o.n.}$ – значение относительного коэффициента поперечного преобразования, %, полученное по п. 9.2;

K_{Π} – значение относительного коэффициента поперечной чувствительности встроенного акселерометра (5 %), %;

δ_{γ} – максимальное значение отклонения от номинального значения воспроизводимых параметров вибрации, полученное по п. 9.1.

δ_{Δ} – погрешность измерений эталона, используемого при поверке, %.

Калибратор считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности измерений параметров вибрации не превышают $\pm 2\%$.

9.4. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Калибратор считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если он прошел поверку по каждому пункту данной методики поверки и метрологические характеристики соответствуют требованиям, указанным в Таблице 1, и требованиям, предъявляемым к поверочной виброустановке 2-го разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

10. Оформление результатов поверки

10.1. Калибратор, 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 калибратор признается непригодным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению.

10.3. Результаты поверки калибратора передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»


А.Г. Волченко

Ведущий инженер
ФГБУ «ВНИИМС»


Н.В. Лункин