

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



Государственная система обеспечения единства измерений

ВИБРОСТЕНДЫ ПЕРЕНОСНЫЕ ВСВ-136

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-40-2024

г. Москва
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на вибростенды переносные ВСВ-136 (далее - вибростенды), изготовленные ООО «ВиКонт», г. Москва, и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 года № 2772, и метрологические требования, приведенные в Приложении А.

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

Методика поверки допускает возможность поверки СИ меньшего числа единиц величин (виброускорения, выброскорости, виброперемещения) и в меньшем количестве диапазонов частот с указанием объема выполненной поверки в свидетельстве о поверке при условии обязательной поверке в диапазоне частот, в котором находится базовая частота поверяемого вибростенда.

2. Перечень операций поверки средства измерений.

2.1 При проведении первичной и периодической поверок вибростендов переносных ВСВ-136 выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первой	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да
Определение коэффициента гармоник	10.1	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола	10.2	да	да
Определение относительной погрешности частоты воспроизведимой вибрации	10.3	да	да
Определение относительной погрешности измерений вибрации	10.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10.5	да	да

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, результаты оформляются в соответствии с п. 11.2.

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.

3.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемое средство измерений 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 вибrostендов переносных ВСВ-136 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 2.

Таблица 2

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2	Средства измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений температуры от $-10 ^\circ\text{C}$ до $+60 ^\circ\text{C}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 1 ^\circ\text{C}$; Средства измерений относительной влажности, диапазон измерений от 10 % до 95 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3 \%$; Средства измерений абсолютного давления, диапазон измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,5 \text{ кPa}$	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
10.1	Средство измерений нелинейных искажений, диапазон измерений нелинейных искажений в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц от 0,01 до 50 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента искажений $\pm 5,03 \%$	Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501, рег. № 68366-17
10.2	Трёхкомпонентные вибропреобразователи, пределы относительной погрешности в диапазоне частот от 2 до 10000 Гц $\pm 10 \%$	Акселерометр пьезоэлектрический 356B11, рег. № 76591-19
10.3	Эталоны единиц времени и частоты, соответствующее требованиям к рабочим эталонам не ниже 5 разряда по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, диапазон измерений частоты от 2 до 10000 Гц	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85, рег. № 75631-19

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.4	<p>Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г., диапазон измерений виброускорения от 0,1 до 490 м/с², диапазон частот от 2 до 10000 Гц</p> <p>Средства измерений и преобразования выходного сигнала пьезоэлектрических виброизмерительных преобразователей и преобразователей со встроенным согласующим усилителем в напряжение, пропорциональное виброускорению или виброскорости, диапазон коэффициента преобразования по напряжению от 1 до 500, пределы основной относительной погрешности установки коэффициента преобразования на частоте 200 Гц ±0,8 %</p>	<p>Акселерометр пьезоэлектрический 353В04, рег. № 76591-19</p> <p>Усилитель измерительный АР5110, рег. № 57588-14</p>
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. 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, вибростенд считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

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

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проводят проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения на соответствие таблице 3. Идентификационное наименование и номер версии встроенного ПО отображается на экране в момент включения вибростенда.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	BCB-136
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v.1.7

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

10.1. Определение коэффициента гармоник.

Коэффициент гармоник виброускорения (виброскорости, виброперемещения) определяют в диапазоне частот на верхних пределах диапазонов измерений.

На частотах ниже 20 Гц допускается определять коэффициент гармоник с помощью разложения записанной реализации виброускорения (виброскорости, виброперемещения) в ряд Фурье на гармонические составляющие:

$$K_r = \sqrt{\frac{C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_N^2}{C_1^2}} \quad (1)$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_N$ – амплитуды 1-й, 2-й, 3-й, ..., N-й гармонической составляющих разложения записанной реализации виброускорения (виброскорости, виброперемещения) в ряд Фурье.

С помощью задающего генератора вибростенда задают частоты возбуждения и измеряют коэффициент гармоник. Измерения проводят при значениях частот, равномерно расположенных в рабочем диапазоне частот, включая верхний и нижний пределы поддиапазонов.

Рекомендуемые значения задаваемых частот: 2, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 250, 315, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000, 5000, 6300, 8000 и 10000 Гц.

Вибростенд считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения коэффициента гармоник не превышают значений, указанных в приложении А.

10.2. Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола.

Для определения относительного коэффициента поперечного движения на вибростоле вибростенда закрепляют в соответствии с руководством по эксплуатации трёхкомпонентный вибропреобразователь. Измерения проводят с каждым адаптером поочерёдно.

Задают на вибростенде амплитуду виброускорения A_z , равную не менее 0,3 от верхнего значения рабочего диапазона амплитуд, и последовательно измеряют измеренные значения в направлении оси X и оси Y (A_x и A_y), перпендикулярным основному направлению движения вибростола виброустановки (ось Z). Измерения проводят при значениях частот, равномерно расположенных в рабочем диапазоне частот, включая верхний и нижний пределы поддиапазонов. Рекомендуемые значения задаваемых частот: 2, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 250, 315, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000, 5000, 6300, 8000 и 10000 Гц.

Вычисляют относительный коэффициент поперечного движения $K_{o.p.}$ по формуле:

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

Вибростенд считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения не превышают значений, указанных в приложении А.

10.3. Определение относительной погрешности частоты воспроизведенной вибрации.

К выходу синхронизации вибростенда подключают частотомер в режиме измерения частоты сигнала. С помощью задающего генератора вибростенда задают значения частот возбуждения,

равномерно расположенные в рабочем диапазоне частот, включая верхний и нижний пределы поддиапазонов, и измеряют значение частоты по частотометру.

Рекомендуемые значения задаваемых частот: 2, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 250, 315, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000, 5000, 6300, 8000 и 10000 Гц.

Относительную погрешность частоты воспроизведенной вибрации определяют по формуле:

$$\delta_F = \frac{F_{\text{зад}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

где $F_{\text{зад}}$ – заданное значение частоты воспроизведенных колебаний, Гц;

$F_{\text{изм}}$ – измеренное с помощью частотометра значение частоты, Гц.

Вибростенд считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности частоты воспроизведенной вибрации не превышают 0,1 %.

10.4. Определение относительной погрешности измерений параметров вибрации.

На вибростенд через резьбовое соединение устанавливают вибропреобразователь из состава рабочего эталона 1-го разряда. Не допускается использовать в качестве рабочего эталона 1-го разряда вибропреобразователи типа «back-to-back».

На вибростенде поочередно воспроизводят значения параметров вибрации в соответствии с таблицами 4-6 и фиксируют измеренное значение параметров вибрации по рабочему эталону 1-го разряда.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения виброускорения

Частота, Гц	Заданное значение виброускорения, м/с ²	Измеренное значение виброускорения, м/с ²	Относительная погрешность, %
2*	0,2*		
5*	0,5*		
10	2		
20	5		
40	10		
80	0,1		
80	1		
80	10		
80	50		
80	75		
160	10		
315	10		
500	10		
800	10		
1000	10		
2000	10		
4000	10		
5000	10		
6300*	10*		
8000*	10*		
10000*	10*		

* значения только для модификации ВСВ-136

Таблица 5 – Рекомендуемые значения виброскорости

Частота, Гц	Заданное значение виброскорости, мм/с	Измеренное значение виброскорости, мм/с	Относительная погрешность, %
2*	10*		
5*	10*		
10	10		
20	10		
40	10		
80	0,1		
80	1		
80	10		
80	50		
80	100		
160	10		
315	10		
500	10		
800	7		
1000	5		
2000	2		
4000	1		
5000	1		
6300*	1*		
8000*	1*		
10000*	1*		

* значения только для модификации ВСВ-136

Таблица 6 – Рекомендуемые значения виброперемещения

Частота, Гц	Заданное значение виброперемещения, мкм	Измеренное значение виброперемещения, мкм	Относительная погрешность, %
2*	3000*		
5*	1000*		
10	100		
10	500		
10	1000		
10	3000		
20	100		
40	100		
80	5		
80	50		
80	150		
80	300		
80	450		
160	100		
315	30		
500	10		

* значения только для модификации ВСВ-136

Величину СКЗ виброскорости, измеренную рабочим эталоном 1-го разряда, рассчитывают по формуле (4):

$$V_{\text{эт}} = \frac{A_{\text{эт}}}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot \sqrt{2}} \quad (4)$$

где $A_{\text{эт}}$ – измеренное при помощи рабочего эталона 1-го разряда амплитудное значение виброускорения, м/с^2 ;

F – значение частоты воспроизведимых колебаний, Гц.

Величину размаха виброперемещения, измеренную рабочим эталоном 1-го разряда, рассчитывают по формуле (5):

$$S_{\text{эт}} = \frac{2 \cdot A_{\text{эт}}}{(2 \cdot \pi \cdot F)^2} \quad (5)$$

Основную относительную погрешность измерений параметров вибрации определяют по формуле (6):

$$\delta\gamma = \frac{D_{\text{зад}} - D_{\text{изм}}}{D_{\text{изм}}} \cdot 100 (\%) \quad (6)$$

где $D_{\text{зад}}$ – заданное значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с^2 , мм/с или мкм ;

$D_{\text{изм}}$ – измеренное с помощью рабочего эталона 1-го разряда значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с^2 , мм/с или мкм .

Вибростенд считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности измерений не превышают значений, указанных в приложении А.

10.5. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Вибростенд считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если он прошел поверку по каждому пункту данной методики поверки и метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, указанным в Приложении А.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Вибростенд, 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.

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

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

11.4. Результаты поверки вибростенда передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204
ФГБУ«ВНИИМС»

А.Г. Волченко

Начальник лаборатории 204/3
ФГБУ«ВНИИМС»

Н.В. Лункин

Приложение А – Метрологические характеристики

Таблица А1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот воспроизведения и измерений параметров вибрации, Гц для модификации ВСВ-136 для модификации ВСВ-136С	от 2 до 10000 от 10 до 5000
Диапазоны воспроизведения и измерений параметров вибрации в рабочем диапазоне частот: амплитуды виброускорения, м/с ² среднеквадратичного значения (СК3) виброскорости, мм/с размаха виброперемещения, мкм	от 0,1 до 75 от 0,1 до 100 от 5 до 3000
Диапазоны воспроизведения и измерений параметров вибрации на базовой частоте 80 Гц: при нагрузке не более 75 г: амплитуды виброускорения, м/с ² среднеквадратичного значения (СК3) виброскорости, мм/с размаха виброперемещения, мкм при нагрузке не более 10 г: амплитуды виброускорения, м/с ² среднеквадратичного значения (СК3) виброскорости, мм/с размаха виброперемещения, мкм	от 0,1 до 40 от 0,1 до 80 от 5 до 300 от 0,1 до 75 от 0,1 до 100 от 5 до 450
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерений виброускорения и виброскорости, %: на базовой частоте 80 Гц в поддиапазоне частот от 2 до 10 Гц включ. в поддиапазоне частот св. 10 до 20 Гц включ. в поддиапазоне частот св. 20 до 1000 Гц включ. в поддиапазоне частот св. 1000 до 7000 Гц включ. в поддиапазоне частот св. 7000 до 10000 Гц	±2 ±5 ±4 ±3 ±5 ±8
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерений виброперемещения, %: на базовой частоте 80 Гц в поддиапазоне частот от 2 до 20 Гц включ. в поддиапазоне частот св. 20 до 500 Гц	±2 ±5 ±3
Основная относительная погрешность задания частоты колебаний, %	±0,1
Коэффициент гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 2 до 10 Гц включ. св. 10 до 5000 Гц включ. св. 5000 до 10000 Гц	25 10 15
Относительный коэффициент поперечного движения в диапазоне частот, %, не более: от 2 до 10 Гц включ. св. 10 до 2000 Гц включ. св. 2000 до 7000 Гц включ. св. 7000 Гц до 10000 Гц	25 10 15 20