

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

М.П.

«28 02 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ВИБРОСТЕНДЫ ПЕРЕНОСНЫЕ СЕРИИ ВСВ-131М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-02-2024

г. Москва
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на вибростенды переносные серии ВСВ-131М (далее - вибростенды), изготавливаемые ООО «ВиКонт», г. Москва, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Вибростенды переносные серии ВСВ-131М предназначены для воспроизведения колебаний заданного размаха виброперемещения, среднего квадратического значения виброскорости и амплитуды виброускорения и используется для поверки и/или калибровки вибропреобразователей и аппаратуры, предназначенной для измерения и контроля уровня вибрации.

Вибростенд состоит из электродинамического возбудителя механических колебаний, измерительного вибропреобразователя, генератора, усилителя мощности и блока измерения. Корпус возбудителя колебаний крепится к основанию вибростенда через подвесную систему. Возбуждение колебаний осуществляется от внутреннего генератора, вырабатывающего выходной сигнал с тремя фиксированными частотами (45; 64 и 79,6 Гц). Выходной сигнал генератора через усилитель мощности поступает на подвижную катушку возбуждения, располагающуюся в зазоре магнитопровода возбудителя. Колебания подвижного стола, соединенного с катушкой, возникают вследствие взаимодействия магнитного поля постоянного магнита и переменного магнитного поля катушки. На подвижном столе возбудителя установлен пьезоэлектрический вибропреобразователь, вырабатывающий электрический сигнал, пропорциональный виброускорению. Сигнал вибропреобразователя поступает на вход измерительного блока, по индикаторному устройству которого производится отсчет параметров воспроизводимых механических колебаний (размах виброперемещения, среднее квадратическое значение виброскорости, амплитудное значение виброускорения и частота).

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.

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.

Методика поверки допускает возможность поверки СИ на меньшем числе поддиапазонов амплитуд и частот с указанием объема выполненной поверки в свидетельстве о поверке.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Частоты измерений и воспроизведений вибрации, Гц	45; 64; 79,6
Диапазоны измерений и воспроизведений амплитуды виброускорения при массе нагрузки до 1 кг, $\text{м}/\text{с}^2$: – на частоте 45 Гц – на частоте 64 Гц – на частоте 79,6 Гц	от 0,2 до 10 от 0,3 до 10 от 0,3 до 10
Диапазоны измерений и воспроизведений амплитуды виброускорения при массе нагрузки до 100 г, $\text{м}/\text{с}^2$: – на частоте 45 Гц – на частоте 64 Гц – на частоте 79,6 Гц	от 0,2 до 20 от 0,3 до 40 от 0,3 до 25
Диапазоны измерений и воспроизведений среднего квадратического значения виброскорости при массе нагрузки до 1 кг, $\text{мм}/\text{с}$: – на частоте 45 Гц – на частоте 64 Гц – на частоте 79,6 Гц	от 2 до 25 от 1 до 17,6 от 0,5 до 14,14
Диапазоны измерений и воспроизведений среднего квадратического значения виброскорости при массе нагрузки до 100 г, $\text{мм}/\text{с}$: – на частоте 45 Гц – на частоте 64 Гц – на частоте 79,6 Гц	от 2 до 35 от 1 до 60 от 0,5 до 40
Диапазоны измерений и воспроизведений размаха виброперемещения при массе нагрузки до 1 кг, $\mu\text{мм}$: – на частоте 45 Гц – на частоте 64 Гц – на частоте 79,6 Гц	от 20 до 250 от 10 до 125 от 5 до 80
Диапазоны измерений и воспроизведений размаха виброперемещения при массе нагрузки до 100 г, $\mu\text{мм}$: – на частоте 45 Гц – на частоте 64 Гц – на частоте 79,6 Гц	от 20 до 400 от 10 до 400 от 5 до 200
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений и воспроизведений частоты вибрации, Гц	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений и воспроизведений амплитуды виброускорения, %: – в диапазоне св. 0,2 до 1 $\text{м}/\text{с}^2$: – на частоте 45 Гц – на остальных частотах – в диапазоне св. 1 $\text{м}/\text{с}^2$ до 10 $\text{м}/\text{с}^2$ (при массе нагрузки до 1 кг) и до 20 $\text{м}/\text{с}^2$ (при массе нагрузки до 100 г): – на частоте 45 Гц – на остальных частотах	± 7 ± 8 ± 2 ± 3

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений и воспроизведений СКЗ виброскорости и размаха виброперемещения, %: – на базовой частоте (45 Гц); – на остальных частотах	± 2 ± 3
Коэффициент нелинейных искажений при максимальном значении виброускорения, %	1,0
Относительный коэффициент поперечных колебаний вибростола (по виброускорению), % – на базовой частоте 45 Гц; – на остальных частотах	2,0 5,0
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешность измерений и воспроизведений параметров вибрации, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений в диапазоне рабочих температур, %/°C	0,1

2. Перечень операций поверки средства измерений.

2.1 При проведении первичной и периодической поверок вибростендов переносных серий ВСВ-131М выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9	да	да
Определение допускаемой основной абсолютной погрешности измерений и воспроизведений частоты вибрации	9.1	да	да
Определение допускаемой основной относительной погрешности измерений и воспроизведений амплитуды виброускорения, СКЗ виброскорости, размаха виброперемещения	9.2	да	да
Определение коэффициента нелинейных искажений при максимальном значении виброускорения	9.3	да	нет
Определение относительного коэффициента поперечных колебаний вибростола (по ускорению)	9.4	да	нет
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9.5	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: $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %

3.2. Контроль климатических условий проводится непосредственно перед проведением экспериментальных работ и в процессе их выполнения. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

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 вибростенды переносные серии ВСВ-131М и данной методикой поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

5.1. При проведении поверки необходимо применять 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	
7.2	Средства измерений температуры от 15 °C до +30 °C с погрешностью не более ±1 °C; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 85 %, с погрешностью не более ±3 %	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)	
9.1	РЭ 5-ого разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-38 (рег. № 3433-75)	
9.2	РЭ 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)	
9.3	Измеритель нелинейных искажений, пределы относительной погрешности не более ±10 %	Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501 (рег. № 68366-17)	
9.4	Трёхкомпонентный вибропреобразователь, пределы относительной погрешности в рабочем диапазоне частот не более ±10 %	Акселерометр пьезоэлектрический 356В11 (рег. № 76591-19)	
<i>Примечания:</i>			
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;			

5.2 Для определения условий проведения поверки используют прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13 (Диапазоны: измерения температуры от -10 до +60 °C, погрешность ±0,4 °C; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, погрешность ±3 %). Для контроля условий поверки допускается применение других средств измерений, пределы допускаемой погрешности которых не превышают пределов допускаемой погрешности рекомендованных средств измерений.

5.3. Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке.

5.4. Допускается применять другие средства поверки, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

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 вибростендом должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующей эксплуатационной документации.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов. В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеперечисленных требований поверка прекращается.

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

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Проверяют работоспособность вибростенда в соответствии с эксплуатационной документацией.

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

8.3. При подготовке к проведению поверки должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов;

- резьбовые части электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений.

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

8.5. Все приборы должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

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

9.1 Определение допускаемой основной абсолютной погрешности измерений и воспроизведений частоты вибрации.

Определение допускаемой основной абсолютной погрешности измерений и воспроизведений частоты вибрации проводить на частотах 45; 64 и 79,6 Гц с помощью электронно-счетного частотомера, подключенного к разъему «Вых. лин.» или «Вых. синхр.».

Рекомендуемая форма записи результатов измерений и вычислений приведена в таблице 4.

Таблица 4

F_{ct} , Гц	45	64	79,6
$F_{част}$, Гц			
δ_F , Гц			

На вибростенде установить частоту вибрации 45 Гц, при которой записать в таблицу частоты колебаний по показаниям частотомера.

Вычислить погрешность воспроизведения частоты вибрации (δ_F) по формуле 1:

$$\delta_F = F_{ct} - F_{част} \quad (1)$$

где: F_{ct} – номинальное (заданное) значение частоты, Гц.

$F_{част}$ – измеренное с помощью частотомера значение частоты, Гц.

Вычисленные значения округляются с точностью до 0,01 Гц.

Повторить операции по методике на частотах вибрации 64 и 79,6 Гц.

9.2. Определение основной относительной погрешности измерений и воспроизведений размаха виброперемещения, среднего квадратического значения виброскорости и амплитуды виброускорения производить раздельно на частотах 45; 64 и 79,6 Гц при массе нагрузки на вибростоле до 100 г и до 1 кг.

Рекомендуемая форма записи результатов измерений и вычислений приведена в таблице 5.

Таблица 5

m , г								
F , Гц								
$V_{эп}$, мм/с								
V_{ct} , мм/с								
$\delta_{V_{отн.}}$, %								
$S_{эп}$, мкм								
S_{ct} , мкм								
$\delta_{S_{осн.пр.}}$, %								
$\delta_{S_{отн.}}$, %								
$a_{эп}$, м/с ²								
a_{ct} , м/с ²								
$\delta a_{осн.пр.}$, %								
$\delta a_{отн.}$, %								

Значения размаха виброперемещения, среднего квадратического значения виброскорости и амплитуды виброускорения ($S_{эп}$, $V_{эп}$, $a_{эп}$) устанавливать с помощью эталонного вибропреобразователя.

После установки заданных значений произвести измерения соответствующих параметров по цифровому индикатору вибростенда (S_{ct} , V_{ct} , a_{ct}).

Относительную погрешность измерений и воспроизведений среднего квадратического значения виброскорости ($\delta_{V_{\text{отн.}}}$) определить по формуле 2:

$$\delta_{V_{\text{отн.}}} = \frac{100(V_{\text{cm}} - V_{\text{ен}})}{V_{\text{ен}}}, (\%) \quad (2)$$

Относительную погрешность измерений и воспроизведений размаха виброперемещения ($\delta_{S_{\text{отн.}}}$) определить по формуле 3:

$$\delta_{S_{\text{отн.}}} = \frac{100(S_{\text{cm}} - S_{\text{ен}})}{S_{\text{ен}}}, (\%) \quad (3)$$

Относительную погрешность измерений и воспроизведений амплитуды виброускорения ($\delta_{a_{\text{отн.}}}$) определяется по формуле 4:

$$\delta_{a_{\text{отн.}}} = \frac{100(a_{\text{cm.}} - a_{\text{ен}})}{a_{\text{ен}}}, (\%) \quad (4)$$

9.3. Определение коэффициента нелинейных искажений при максимальном значении виброускорения.

Измерения проводят после десятиминутного прогрева вибростенда.

Рекомендуемая форма записи приведена в таблице 6.

Таблица 6

m, г			
F, Гц	45	64	79,6
a, м/с ²			
Кни, %			

Закрепить на вибростоле вибростенда с помощью резьбового соединения M10x1 цилиндр массой $(100 \pm 0,01)$ г. Выход согласующего усилителя, расположенного внутри вибростенда, подключить ко входу измерителя нелинейных искажений.

Включить вибростенд и установить частоту вибрации 79,6 Гц.

Установить максимально амплитудное значение виброускорения.

Измерить коэффициент нелинейных искажений.

Повторить поверку на частотах 45 и 64 Гц, для которых установить колебания соответствующие амплитудному значению ускорения 10 м/с² на этих частотах.

Повторить поверку на частотах 45; 64; 79,6 Гц с помощью резьбового соединения M10x1 цилиндр массой $(1 \pm 0,01)$ кг.

9.4. Определение относительного коэффициента поперечных колебаний вибростола (по ускорению).

Измерения проводят при помощи трехосевого акселерометра. При массе нагрузки 100 г задают следующие уровни вибрации:

- на частоте 45 Гц – 6 м/с²;
- на частоте 64 Гц – 12 м/с²;
- на частоте 79,6 Гц – 7,5 м/с².

При массе нагрузки 1 кг задают уровню вибрации, равный 3 м/с².

Относительный коэффициент поперечных колебаний (k_l) вычисляют по формуле 5:

$$k_l = \frac{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}}{a_z} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где

a_x - ускорение по оси X м·с⁻²;

a_y - ускорение по оси Y м·с⁻²;

a_z - ускорение по оси Z м·с⁻².

Рекомендуемая форма записи приведена в таблице 7.

Таблица 7

m, г			
F, Гц	45	64	79,6
a_x , м/с ²			
a_y , м/с ²			
a_z , м/с ²			
k_l , %			

9.5. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям.

Вибростенд 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. Вибростенды, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки вибростендов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

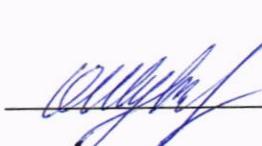
10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на вибростенд оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. Протокол поверки оформляется в произвольном виде.

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко

Инженер 1-ой кат. лаборатории 204/3
ФГБУ «ВНИИМС»

 О.А. Шувалова