Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ФГУП «ВНИИМ»
им. Д.И. Менделеева»
_____А.Н. Пронин
«___» августа _____ 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ CS18P VLF HF

Методика поверки

МП 2520-092-2019

И.о. руководителя лаборатории НИЛ 2520
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ Козляковский А.А.
«___» _____ 2019 г.

г. Санкт-Петербург
2019 г.

gost.e-ecolog.ru

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на установку для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей CS18P VLF HF (далее – установка), компании SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden, Германия и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Первичная поверка проводится:
- при вводе в эксплуатацию;
- после ремонта.

Интервал между поверками – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2	да	да
Опробование	7.3	да	да
Определение уровня вибрационного шума среднеквадратического значения (СКЗ) виброускорения	7.4	да	да
Определение коэффициента гармоник виброускорения	7.5	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола установки	7.6	да	да
Проверка диапазонов измерений параметров вибрации	7.7	да	да
Проверка диапазона рабочих частот воспроизведения параметров вибрации	7.8	да	да
Определение доверительных границ относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации установки	7.9	да	да

2 Средства поверки

2.1 Перечень средств поверки представлен в таблице 2

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.4, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9	- Государственный первичный специальный эталон единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018	по приказу Росстандарта от 27.12.18 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения»
7.5	- измеритель нелинейных искажений автоматический С6-11, регистрационный № 9081-83 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	диапазон частот основной гармоники при измерении коэффициента гармоник от 20 Гц до 199.9 кГц, пределы погрешности ± 4 %

2.2 Средства измерений, применяемые при поверке должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

2.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 Требования к квалификации поверителей

Поверка установки осуществляется лицами, прошедшими специальную подготовку, аттестованными в качестве поверителей и изучившими нормативные документы (далее НД) на поверяемые средства измерений.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление, не допускается использование в качестве заземления корпусов силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

4.2 Меры безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать действующим требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75, «Требования безопасности к электротехническому изделию и его частям».

4.3 Установку и подключение средств поверки, поверяемых средств, а также вспомогательного оборудования производить при выключенном источнике питания.

5 Условия проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С	от + 15 до + 30
– относительная влажность, %	от 40 до 80
– атмосферное давление, кПа	от 86 до 106,7
– напряжение питания промышленной сети, В	от 216 до 224
– частота переменного напряжения промышленной сети, Гц	от 49,5 до 50,5

6 Подготовка к поверке

6.1 Подготовка средств измерений к поверке должна производиться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указания мер безопасности» инструкции по эксплуатации и других нормативных документов на средства измерений и испытательное оборудование.

6.3 Все операции поверки должны проводиться не менее чем двумя лицами, имеющими квалификационную группу по технике безопасности не ниже 3.

6.4 Все подключения и отключения к установке можно производить только при отключенном напряжении питания.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие установки следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность установки;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в технической документации установки;
- отсутствие загрязнений и выступающих заусенцев на контактирующих поверхностях вибропреобразователей;
- наличие всех крепежных элементов;
- резьбовые части электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений;
- правильность монтажа установки.

7.1.2 Результат проверки считается положительным, если установка соответствует требованиям технической документации и признается пригодной к применению, если выполняется п. 7.1.1.

7.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.2.1 Процедура подтверждения соответствия программного обеспечения следующая:

Для проверки автономного ПО:

- запустить программное обеспечение установки;
- в главном окне программы выбрать во вкладке «Help» пункт «Info»;
- откроется новое окно с информацией о программном обеспечении;
- провести проверку идентификационных данных программного обеспечения.

Для проверки встроенного ПО:

- на экране виброметра нажать пиктограмму  и войти в меню настроек:
- в меню нажать на кнопку «Obligatory Components»;
- на дисплее виброметра отобразится информация о программном обеспечении;
- провести проверку идентификационных данных программного обеспечения.

7.2.2 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные (идентификационное наименование и номер версии) программного обеспечения установки соответствуют идентификационным данным технической документации на установку.

7.3 Опробование

7.3.1 Включают установку в соответствии с требованиями технической документации и запускают программу на ПК.

7.3.2 Закрепляют на вибростенде установки акселерометр, входящий в состав установки. Подключают акселерометр в соответствии с технической документацией на установку.

7.3.3 Запускают калибровку акселерометра. Значения амплитудно-частотной характеристики не должны превышать паспортных значений частотного диапазона акселерометра.

7.3.4 Операции по п.п. 7.3.2 - 7.3.3 повторяют для каждого вибростенда со своим акселерометром.

7.3.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренная амплитудно-частотная характеристика акселерометров соответствует паспортным значениям.

7.4 Определение уровня вибрационного шума среднеквадратического значения (СКЗ) виброускорения

7.4.1 Уровень вибрационного шума на вибростенде определяют в месте, предназначенном для установки поверяемого преобразователя в процессе эксплуатации установки.

7.4.2 Закрепляют на вибростенде установки акселерометр из состава ГЭТ 58-2018, который подключают к измерительному каналу установки и включают установку.

7.4.3 Определение уровня вибрационного шума осуществляют по среднему квадратическому значению виброускорения, зафиксированному с помощью акселерометра при включенной установке, но при отсутствии сигнала возбуждения от задающего генератора на частоте 100 Гц.

7.4.4 Операции по п.п. 7.4.2 – 7.4.3 повторить для каждого вибростенда.

7.4.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения уровня вибрационного шума СКЗ виброускорения не превышают 0,003 м/с^2.

7.5 Определение коэффициента гармоник виброускорения

7.5.1 Коэффициент гармоник виброускорения определяют для каждого вибростенда в диапазоне частот на верхних пределах номинальных диапазонов виброускорения.

7.5.2 Закрепляют на вибростенде установки акселерометр, который подключают к измерительному каналу установки и включают установку.

7.5.3 Подключают к выходу акселерометра измеритель нелинейных искажений.

7.5.3 Последовательно задают частоты возбуждения, равные значениям 1/3-октавного ряда в рабочем диапазоне частот, и измеряют коэффициент гармоник виброускорения.

7.5.4 На частотах ниже 20 Гц допускается определять коэффициент гармоник с помощью разложения записанной реализации виброускорения в ряд Фурье на гармонические составляющие:

$$K_Г = \sqrt{\frac{C_2^2+C_3^2+_+C_N^2}{C_1^2}}, \qquad (1)$$

где:

С1, С2, С3, Ск – амплитуды 1-й, 2-й, 3-й,.... N-й гармонических составляющих разложения записанной реализации виброускорения в ряд Фурье.

7.5.5 Операции по п.п. 7.5.2 – 7.5.3 повторить для каждого вибростенда.

7.5.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения коэффициента гармоник виброускорения не превышают значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Коэффициент гармоник виброускорения в диапазоне частот, %, не более:	
от 0,1 до 0,5 Гц включ.	7,0
св. 0,5 до 20000 Гц включ.	5,0

7.5.7 Допускается признавать пригодной к применению установку при превышении на отдельных частотах, указанных в таблице 3 значений коэффициента нелинейных искажений (количество таких частот не должно превышать 10% частот третьоктавного ряда рабочего диапазона частот). При этом частоты, на которых значение коэффициента нелинейных искажений превышает значение, указанное в таблице 3 на вибростенд, исключается из диапазона рабочих частот установки, о чем делается соответствующая запись на оборотной стороне свидетельства о поверке.

7.6 Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола установки

7.6.1 Для определения относительного коэффициента поперечного движения вибростола установки на столе вибростенда закрепляют в соответствии с требованиями РЭ трехкомпонентный акселерометр из состава ГЭТ 58-2018.

7.6.2 Задают на установке амплитуду виброускорения Az, равную 0.3 верхнего значения рабочего диапазона амплитуд, и последовательно отсчитывают показания акселерометра в направлении Ау, Ах, и перпендикулярном основному направлению движения вибростенда (Az). Вычисляют относительный коэффициент поперечных составляющих вибростенда по формуле:

$$K_{о.п.} = \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \cdot 100\%, \qquad (2)$$

где:

Az – значение СКЗ виброускорения вдоль рабочей оси, м/с^2;

Ау, Ах – значение СКЗ виброускорения в двух взаимноперепендикулярных направлениях от рабочей оси, м/с^2.

7.6.3 Результаты измерений записывают в таблицу 4.

Таблица 4 – Коэффициент поперечного движения вибростола установки

Частота, Гц	A_z, м/с^2	A_y, м/с^2	A_x, м/с^2	Ко.п., %
Нижняя частота вибростенда				
...				
100				
...				
Верхняя частота вибростенда				

7.6.4 Операции по п.п. 7.6.1 – 7.6.3 повторить для каждого вибростенда.

7.6.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения вибростола установки не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
Относительный коэффициент поперечного движения вибростола в диапазоне частот, %, не более:	
от 0,1 Гц до 8 Гц включ.	10
св. 8 Гц до 10000 Гц включ.	5,0
св. 10000 Гц до 20000 Гц включ.	10

7.6.6 Допускается признавать пригодной к применению установку при превышении на отдельных частотах, указанных в таблице 5 коэффициента поперечного движения вибростола установки (количество таких частот не должно превышать 10% частот третьоктавного ряда рабочего диапазона частот). При этом частоты, на которых значение коэффициента поперечного движения вибростола установки превышает значения, указанного в таблице 5 на вибростенд, исключается из диапазона рабочих частот установки, о чем делается соответствующая запись на оборотной стороне свидетельства о поверке.

7.7 Проверка диапазонов измерений параметров вибрации

7.7.1 Диапазоны виброускорения, виброскорости и виброперемещения, воспроизводимые вибростендами, определяют на основании измерений уровня вибрационных шумов по п.7.4 и коэффициента гармоник виброускорения по п.7.5.

7.7.2 Для определения наибольшего значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения, воспроизводимого (измеряемого) вибростендом, используют результаты определения коэффициента гармоник виброускорения по п.7.5.

7.7.3 За максимальное значение виброускорения, виброскорости и виброперемещения, воспроизводимое (измеряемое) вибростендом, принимают такое значение, при котором коэффициент гармоник виброускорения не превышает значения, установленного в технической документации на вибростенд.

7.7.4 За минимальное значение виброускорения, виброскорости и виброперемещения, воспроизводимого (измеряемого) вибростендом, принимают такое значение, которое превышает уровень собственных шумов эталонного виброметра на 14 дБ (≈ в пять раз).

7.7.5 Установка считается прошедшей поверку, если полученные минимальное и максимальное значения воспроизводимых виброускорения, виброскорости и виброперемещения соответствуют данным, указанным в таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения виброускорения, м/с^2	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $7 \cdot 10^{2}$
Диапазон измерения виброускорения, м/с^2	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{3}$
Диапазон измерения и воспроизведения виброскорости, м/с	от $1 \cdot 10^{-4}$ до 0,5
Диапазон измерения и воспроизведения виброперемещения, м	от $1 \cdot 10^{-8}$ до $7{,}9 \cdot 10^{-2}$

7.7.6 Допускается признавать пригодной к применению установку при уменьшении диапазона воспроизводимых параметров вибрации, но не более, чем на 20% от диапазона, указанного в таблице 6 на вибростенд. При этом делается соответствующая запись о диапазоне воспроизводимых параметров вибрации на оборотной стороне свидетельства о поверке.

7.8 Проверка диапазона рабочих частот воспроизведения параметров вибрации

7.8.1 За диапазон рабочих частот принимают такой диапазон, в котором обеспечивается воспроизведение виброускорения, виброскорости или виброперемещения с основной погрешностью, не выходящей за пределы допускаемого значения, указанного в технической документации на установку.

7.8.2 Основную погрешность установки определяют по формуле (3) в соответствии с требованиями п. 7.9.

7.8.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если диапазон рабочих частот воспроизводимых параметров вибраций соответствует данным, указанным в таблице 7.

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, Гц	от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^{4}$

7.9 Определение доверительных границ относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации установки

7.9.1 Относительную погрешность установки δ при доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле:

$$\delta_{\text{ПВ}} = \pm 1{,}1 \sqrt{\delta_0^2 + \gamma^2 + \delta_в^2 + \delta_г^2 + \delta_{\text{о.п.}}^2 + \delta_н^2}, \quad (3)$$

где:

δ_0 – относительная погрешность эталонных СИ, с помощью которых проводят поверку установки, %;

γ – неравномерность частотной характеристики встроенного акселерометра, %;

Примечание – Встроенный в установку эталонный акселерометр в комплекте с согласующим усилителем поверяют на государственном первичном специальном эталоне ГЭТ 58-2018 или на вторичном эталоне по документу «Методические указания МИ 1071-85. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений параметров вибраций образцовые. Методика поверки» (при условии его демонтажа из вибростенда). При невозможности демонтажа встроенного эталонного акселерометра его метрологические характеристики определяются на вибростенде методом сличения с эталонным виброметром по документу «Методические указания МИ 1071-85. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений параметров вибраций образцовые. Методика поверки».

$\delta_в$ – относительная погрешность измерений переменного напряжения установки, %: (определяют из паспорта установки). Используется только в случае, когда коэффициент преобразования встроенного акселерометра установки определялся отдельно от установки, после демонтажа;

$\delta_г$ – дополнительная относительная погрешность, вызванная наличием гармонических составляющих, %, определяется по формуле (4);

$\delta_{\text{о.п.}}$ – дополнительная относительная погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола установки в диапазоне рабочих частот, %; определяемая по формуле (4);

$\delta_н$ – дополнительная относительная погрешность, вызванная нестабильностью установки за время непрерывной работы, %. (определяют из паспорта установки).

$$\delta_г = \left(\sqrt{1 + K_г^2} - 1\right) \cdot 100\%, \quad (4)$$

где:

$K_г$ – максимальное значение коэффициента гармоник, определённое в п. 7.5.;

$$\delta_{\text{о.п.}} = \frac{K_{\text{оп}} \cdot K_{\text{п}}}{100}, \quad (5)$$

где:

$K_{\text{оп}}$ – максимальное значение относительного коэффициента поперечного движения вибростола установки, %, определённое в п. 7.6;

$K_{\text{п}}$ – относительный коэффициент поперечной чувствительности встроенного акселерометра, %, (определяют из паспорта акселерометра);

7.9.2 За допускаемую относительную погрешность установки принимается максимальное значение, полученное для каждого вибростенда с учетом своих значений коэффициента гармоник и коэффициента поперечного движения вибростола установки.

7.9.3 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешности воспроизведения параметров вибрации не превышают значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение
Пределы значений доверительных границ относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации, при доверительной вероятности 0.95 в диапазоне частот, %:	
от 0.1 до 0.5 Гц включ.	±1,5
св. 0,5 до 20 Гц включ.	±0,5
св. 20 до 800 Гц включ.	±0,15
св. 800 до 2000 Гц включ.	±0,5
св. 2000 до 5000 Гц включ.	±0,8
св. 5000 до 10000 Гц включ.	±1,5
св. 10000 до 20000 Гц включ.	±2,5

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если характеристики установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей CS18P VLF HF соответствуют всем требованиям данной методики. В этом случае на установку выдается свидетельство о поверке.

8.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей CS18P VLF HF, не удовлетворяющая всем требованиям данной методики, к применению не допускается и выдается извещение о непригодности с указанием причин.

gost.e-ecolog.ru