

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.

«09» сентября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОР ВИБРАЦИИ ВД-81

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-18-2022

г. Москва
2022 г.

АНАЛИЗАТОР ВИБРАЦИИ ВД-81
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 204/3-18-2022

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Настоящая методика распространяется на анализатор вибрации ВД-81 (далее – анализатор), изготовленный ООО «Пролог», и устанавливает порядок и объем его первичной и периодической поверок.

Анализатор вибрации ВД-81 состоит из десяти измерительных датчиков зондов (далее – зонды) (зав. №№ 20/21, 21/21, 22/21, 23/21, 24/21, 25/21, 26/21, 27/21, 28/21, 29/21) и многоканального оптического преобразователя (далее – МОЭП) (зав. № 2/21).

Измерительный датчик зонд представляет собой маятник, состоящий из стержневого элемента и гравитационной массы, помещенный в герметичный корпус. Перемещение маятника под действием внешнего вибрационного воздействия вызывает изменение расстояния между маятником и торцом оптического волокна. Зазор между маятником и волокном образует оптический интерферометр Фабри-Перо.

Многоканальный оптический преобразователь представляет собой переносной контейнер с аппаратурой управления для опроса и нормализации измеряемого сигнала с датчиков зондов. Опрос зондов осуществляется при помощи лазерного источника малой мощности, установленного в МОЭП, и анализа отражённого от интерферометра сигнала.

МОЭП обеспечивает необходимое питание, опрос датчиков зондов, мультиплексирование, обработку и нормировку первичной информации, передачу нормированных сигналов в аналоговом виде ± 8 В.

Измерительные датчики зонды выполнены в трех исполнениях ВД-081-01 (зав. №№ 20/21, 21/21, 22/21, 23/21), ВД-081-02 (№№ 24/21, 25/21, 26/21) и ВД-081-03 (№№ 27/21, 28/21, 29/21) отличающихся между собой длиной устройства доставки и позиционирования.

Каждый зонд имеет две перпендикулярных измерительных оси. При этом на каждую измерительную ось приходится от 1 до 2 измерительных каналов.

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.

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 1-го разряда 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.

Допускается возможность поканальной поверки с указанием объема выполненной поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке (при необходимости).

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в Таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичной	периодической
1	2	4	5
Требования к условию проведения поверки	5	да	да
Внешний осмотр	6	да	да
Опробование средства измерения	7	да	да
Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения	8.1	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	8.2	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	8.3	да	да
Определение доверительных границ основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$	9.1	да	да

2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность окружающего воздуха, % 60 ± 20
- атмосферное давление, кПа 101 ± 4

Измерения температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха и атмосферного давления проводить при помощи прибора комбинированного Testo 622.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными СИ и ознакомленные с эксплуатационной документацией.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
2.1	Средство измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Диапазоны: измерения температуры от -10 до +60 °С, ПГ $\pm 0,4$ °С; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, ПГ ± 3 %; измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, ПГ ± 5 гПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
8.1-8.3	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)

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

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и эксплуатационной документации фирмы-изготовителя.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. 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.

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

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Зонды необходимо подключить к МОЭП к соответствующему измерительному каналу в соответствии с руководством по эксплуатации ШФВИ.ВД-81 РЭ «Таблица 1».

7.2 Закрепить соответствующий зонд на вибростоле поверочной виброустановки, так что бы поверяемая ось зонда была соосна с направлением возбуждения вибростола поверочной виброустановки.

7.3 Определить коэффициент преобразования по соответствующей оси зонда на базовой частоте 160 Гц при виброускорении равном 10 м/с^2 изменяя положения устройства доставки и позиционирования в разных точках крепления в трех точках.

Коэффициент преобразования рассчитывается по формуле 1.

$$K_d = U_{\text{вых}} / a_{\text{ex}} \text{ (мВ/(м·с}^{-2}\text{))} \quad (1)$$

где:

$U_{\text{вых}}$ – значение напряжения, измеренное на выходе соответствующего выходного канала МОЭП (при помощи вольтметра из состава поверочной виброустановки);

a_{ex} – значение ускорения, заданное на эталонной поверочной виброустановке;

Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения рассчитать по формуле (2).

Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле:

$$\delta_k = \frac{K_d - K_n}{K_n} \cdot 100 \text{ (%) } \quad (2)$$

где:

K_n – паспортное значение коэффициента преобразования соответствующего измерительного датчика зонда по соответствующей оси измерения.

Полученные значения записать в таблицу (1).

Задаваемая частота 160 Гц

Таблица 1

№ точки положения устройства доставки и позиционирования	Задаваемое значение виброускорения, м/с^2	Измеренное значение напряжения на выходе, мВ	Действительное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	Номинальное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального, %
Точка 1	10				
Точка 2					
Точка 3					

7.4 провести аналогичные процедуры для каждого зонда, для каждой измерительной оси.

7.5 Анализатор считается прошедшим опробование если при любом позиционировании зонда полученное отклонение не превышает значений указанных в п. 8.1

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Определение метрологических характеристик производится последовательно по пунктам пп. № 8.1-8.3 поочередно для каждой измерительной оси измерительного датчика зонда не изменяя положения устройства доставки и позиционирования зонда на поверочной виброустановке до окончания всех процедур. Данные процедуры повторить для каждого измерительного датчика зонда, для каждой измерительной оси.

8.1 Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения.

Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения проводится на поверочной виброустановке. Измерительный датчик зонд устанавливают на вибростоле поверочной виброустановки таким образом, что бы соответствующая измерительная ось подключаемого измерительного датчика зонда была соосна с направлением колебаний вибровозбудителя, соединяют соответствующий выходной канал МОЭП на вход вольтметра из со-

става поверочной виброустановки. На вибростенде воспроизводят виброускорение амплитудой 10 м/с^2 на базовой частоте 160 Гц. Определяют действительное значение коэффициента преобразования по формуле (1).

Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле (2).

Полученные значения заносят в таблицу (2).

Задаваемая частота 160 Гц

Таблица 2

Задаваемое значение виброускорения, м/с^2	Измеренное значение напряжения на выходе, мВ	Действительное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	Номинальное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального, %
10				

Анализатор считается прошедшим поверку по данному пункту, если полученное значение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения не превышает:

Наименование характеристики	Значение
Для измерительного датчика зонда 20/21	
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 1, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	20,3
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 2, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	28,1
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 3, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	18,5
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 4, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	20,2
Пределы допускаемого отклонения значения коэффициента преобразования от номинального значения по осям 1, 2, 3 и 4, %	± 10
Для измерительного датчика зонда 21/21	
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 1, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	23,5
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 2, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	Отсутствует
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 3, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	28,0
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 4, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	18,9
Пределы допускаемого отклонения значения коэффициента преобразования от номинального значения по осям 1, 3 и 4, %	± 10
Для измерительного датчика зонда 22/21	
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 1, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	22,5
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 2, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	25,8
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 3, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	21,5
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 4, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	24,5
Пределы допускаемого отклонения значения коэффициента преобразования от номинального значения по осям 2, 3 и 4, %	± 10
Предел допускаемого отклонения значения коэффициента преобразования от номинального значения по оси 1, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 23/21	
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 1, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	21,2
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 2, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	21,5
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 3, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	20,3
Номинальное значение коэффициента преобразования по оси 4, $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$	15,9
Пределы допускаемого отклонения значения коэффициента преобразования от номинального значения по осям 1, 2, и 3, %	± 10
Пределы допускаемого отклонения значения коэффициента преобразования от номинального значения по оси 4, %	± 20

8.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики.

Определение нелинейности определяют на частоте 160 Гц не менее чем в пяти точках диапазона измерения виброускорения, включая верхний и нижний пределы. Измерительный датчик зонд устанавливают на вибровозбудитель установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 таким образом, что бы соответствующая измерительная ось подключаемого измерительного датчика зонда была соосна с направлением колебаний вибровозбудителя, соединяют соответствующий выходной канал МОЭП на вход установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155. Нелинейность определяют по формуле:

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

где K_i – коэффициент преобразования при i -том значении виброускорения;

K_δ – действительное значение коэффициента преобразования, определенное в п. 8.1 по формуле (1).

Анализатор считается прошедшим поверку по данному пункту, если полученные значения нелинейности не превышают: $\pm 10 \%$.

8.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики.

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц проводится на установке для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155. Измерительный датчик зонд устанавливают на вибровозбудитель на установке для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 таким образом, что бы соответствующая измерительная ось подключаемого измерительного датчика зонда была соосна с направлением колебаний вибровозбудителя, соединяют соответствующий выходной канал МОЭП на вход установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155. На вибростенде воспроизводят виброускорение определенной амплитуды (например, 10 м/с^2) на десяти точках диапазона частот. Амплитуду колебаний поддерживают постоянной. Определяют действительное значение коэффициента преобразования по формуле (1) при каждом значении частоты. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики определяют по формулам:

$$\gamma = \frac{K_i - K_{on}}{K_{on}} 100 (\%) \quad (4)$$

где

K_i – значение коэффициента преобразования на одной из указанных выше частот;

K_{on} – значение коэффициента преобразования на опорной частоте.

Анализатор считается прошедшим испытания по данному пункту программы, если полученные значения неравномерности АЧХ не превышают: $\pm 10 \%$.

9. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение доверительных границ основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$.

Рассчитать доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ для каждой оси и каждого измерительного канала поочередно по формуле (5).

$$\text{общ} = 1,1 * \sqrt{\frac{2}{\text{ЭТ}} + \frac{2}{K} + \text{ }^2 + \gamma^2} (\%) \quad (5)$$

Где:

$\delta_{\text{эт}}$ – Погрешность эталонной поверочной виброустановки;

δ_k – Отклонение коэффициента преобразования определенное в п. 8.1.

δ – Нелинейности амплитудной характеристики определенное в п. 8.2(максимальное значение по модулю).

γ – Неравномерность амплитудно частотной характеристики определенное в п. 8.3(максимальное значение по модулю).

Анализатор считается прошедшим поверку по данному пункту, если полученные значения доверительных границ основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ не превышают:

Наименование характеристики	Значение
Для измерительного датчика зонда 20/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 21/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 22/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по осям 2, 3 и 4, %	± 20
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по 1 оси, %	± 28
Для измерительного датчика зонда 23/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по осям 1, 2 и 3, %	± 20
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по 4 оси, %	± 28
Для измерительного датчика зонда 24/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 25/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 26/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по осям 1, 2 и 4, %	± 20
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ по 3 оси, %	± 28
Для измерительного датчика зонда 27/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 28/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20
Для измерительного датчика зонда 29/21	
Доверительные границы основной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, %	± 20

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1. Анализатор, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным к эксплуатации и допускаются к применению.

Результаты поверки анализатора 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 анализатор (или отдельные каналы анализатора) оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. По результатам поверки оформляется протокол в произвольной форме.

Начальник лаборатории 204/3



А.Г. Волченко