

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики вибрации ДУ16

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-657-2024

Москва
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики вибрации ДУ16 (далее – датчики) и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А настоящей методики.

1.3 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость датчиков к Государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018) в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (далее – Росстандарт) № 2772 от 27 декабря 2018 г.

1.4 Метрологические характеристики датчиков определяются методом непосредственного сличения с основным средством поверки.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений ¹⁾	Нет	Нет	—
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: – определение относительной погрешности измерений виброускорения, в диапазоне рабочих амплитуд на базовой частоте – определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты – подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.1
	Да	Да	9.2
	Да	Да	9.3

¹⁾ Проверка соответствия программного обеспечения при поверке не осуществляется в связи с отсутствием технической возможности доступа к идентификационным данным ПО.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

3.2 Перед проведением поверки средства измерений и средства поверки должны быть выдержаны в нормальных условиях измерений (п. 3.1) не менее одного часа. Подготовка средств измерений и средств поверки к работе осуществляется в соответствии с их эксплуатационной документацией (далее – ЭД).

П р и м е ч а н и е – Допускается сокращение времени выдержки до 15 минут при условии, что датчики до начала поверки находились с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

3.3 Применяемые эталоны и средства измерений (далее – СИ) должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов в области обеспечения единства измерений Российской Федерации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в установленном порядке на право проведения поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию и опыт, ознакомленные с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на поверяемые СИ и применяемые средства поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
8.2; 9.1 – 9.2	Рабочие эталоны 2-го разряда или выше в соответствии с ГПС для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной Приказом Росстандарта № 2772 от 27 декабря 2018 г. Виброустановки должны обеспечивать воспроизведение амплитуд виброускорения в рабочих частотных диапазонах, соответствующих характеристикам поверяемых СИ. Соотношение доверительных границ погрешности рабочего эталона к доверительным границам основной относительной погрешности поверяемых СИ в одинаковых частотных диапазонах должно быть не более 1/2.	Виброустановка поверочная DVC-500, рег. № 58770-14.

Окончание таблицы 2

1	2	3
8.1	<p>Средства измерений параметров окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – температуры в диапазоне от плюс 15 °C до плюс 25 °C, с пределом допускаемой абсолютной погрешности ±0,3 °C; – относительной влажности в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределом допускаемой абсолютной погрешности ±3 %; – атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределом допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 кПа. 	<p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д, рег. № 71394-18</p> <p>Барометр образцовый переносной БОП-1М, мод. БОП-1М-3, рег. № 26469-17</p>
8.2; 9.1 – 9.2	<p>Средства воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 2,8 до 3,6 В</p>	<p>Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. № 70345-18</p>
	<p>Программно-аппаратное средство, обеспечивающее передачу данных цифрового сигнала промышленных сетей с поддержкой протокола Modbus RTU по стандарту интерфейса RS-485 (далее – преобразователь интерфейса RS-485).</p>	<p>Адаптер-Ethernet MAC501TCP-R Modbus RTU Ethernet+Switch, изготовитель ООО «Тракт-Автоматика», арт. 501-001)</p>
	<p>Персональный компьютер/ноутбук (далее – ПЭВМ) под управлением операционной системы Windows с интерфейсами (USB, COM-порт или Ethernet) для соединения с преобразователем интерфейса RS-485 и установленным программным обеспечением, поддерживающим открытый протокол передачи цифровых данных Modbus RTU (далее – внешнее ПО). Внешнее ПО должно обеспечивать визуализацию цифровых данных, настройку параметров связи и отправку команд чтения, функционируя в режиме «запрос-ответ» по протоколу. Технические требования к компьютеру определяются минимальными системными требованиями выбранной версии ОС Windows.</p>	
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> <p>2 Допускается применение других преобразователей интерфейса RS-485, поддерживающих протокол Modbus RTU, для организации обмена данными между датчиками и ПЭВМ с возможностью визуализации выходного цифрового кода через пользовательский интерфейс внешнего ПО.</p>		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в ЭД на поверяемые СИ и применяемые средства поверки, а также общие правила безопасной работы со средствами измерений.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- внешний вид соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа на датчики;
- поверяемые датчики должны быть укомплектованы в соответствии с ЭД на поверяемые СИ;
- датчики не должны иметь механических повреждений и дефектов, которые могут повлиять на метрологические и технические характеристики СИ, а также на безопасность персонала и препятствующие проведению поверки;
- все контакты разъема соединения датчиков не должны иметь повреждений и должны быть чистыми;
- идентификационная информация, нанесенная на корпусе, должна быть четкой и не допускать неоднозначности в прочтении, а также соответствовать требованиям ЭД на поверяемые СИ.

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если датчики соответствуют всем требованиям, изложенным в п. 7.2. В этом случае переходят к дальнейшим операциям поверки. Если датчики не соответствуют хотя бы одному из требований п. 7.2 и имеют неустранимые недостатки, выявленные при осмотре, их не допускают к дальнейшим операциям поверки. Владельца средства измерений уведомляют о выявленных несоответствиях. Результаты оформляют в соответствии с разделом 10.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением поверки необходимо проверить соответствие условий в месте ее проведения требованиям, установленным в разделе 3.1.

Результаты контроля условий регистрируют в протоколе поверки.

Проверку не проводят до приведения условий в соответствие с установленными требованиями.

8.1.2 Датчики перед поверкой должны быть выдержаны в условиях температуры окружающего воздуха в месте проведения поверки в соответствии с требованиями, установленными в п. 3.2.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют работоспособность датчиков, в следующей последовательности:

8.2.1.1 Подготовка датчиков и интерфейса RS-485:

– подключают датчики к источнику питания и подготавливают их к работе в соответствии с ЭД на поверяемые СИ: подключают электрические провода соответствующей полярности к контактам разъемов датчиков, при этом одновременно обеспечивают контакт остальных разъемов датчиков (интерфейса RS-485) через переходник с программно-аппаратным средством, поддерживающим протокол Modbus RTU, включающим преобразователь интерфейсов RS-485 и ПЭВМ с установленным внешним ПО для считывания цифровых сигналов по данному протоколу (далее – регистрирующее устройство).

8.2.1.2 Установка датчика на вибростенд:

– устанавливают датчик на вибростол эталонной виброустановки (через технологический переходник, если требуется) таким образом, чтобы направление поверяемой главной оси чувствительности датчика вибрации совпадало с направлением колебаний вибростола (направление осей указано на корпусе датчика стрелками с обозначением X, Y, Z).

8.2.1.3 Подготовка средств поверки:

– подключают виброустановку к источнику питания и подготавливают ее к работе в соответствии с ЭД на виброустановку.

– включают преобразователь интерфейса RS-485 и ПЭВМ с установленным внешним ПО для считывания цифровых сигналов по протоколу Modbus RTU.

8.2.1.4 Подача питания и первичная индикация датчиков:

– подают (включают) электропитание на датчики (датчики включаются в работу автоматически после подачи питания, отображая статус состояния цветовой индикацией на корпусе в соответствии с ЭД на поверяемые СИ).

– убеждаются, что индикация датчиков соответствует режиму ожидания (в соответствии с ЭД на поверяемые СИ).

8.2.1.5 Конфигурирование датчика:

– перед началом измерений выполняют сброс конфигурационных параметров связи датчика до параметров по умолчанию через программное обеспечение регистрирующего устройства, записывая в регистр «RESET» значение «0xE4», после чего выдерживают паузу не менее одной секунды для завершения переходных процессов.

– убеждаются, что индикация датчика соответствует режиму ожидания (в соответствии с ЭД на поверяемые СИ).

– задают параметры конфигурации протокола обмена данными и технические параметры датчика для связи с регистрирующим устройством в соответствии с ЭД на поверяемые СИ через внешнее ПО регистрирующего устройства (с поддержкой цифрового протокола Modbus RTU), устанавливают значения регистров: «MEASURE_MODE» – рабочий режим: виброускорение; «RANGE» – масштаб: 16g; «SLAVE_ADDR» – адрес slave для штатной работы; «SLAVE_SPEED» – скорость передачи данных, рекомендуется значение по умолчанию 115200 бод; «SLAVE_PARITY» – четность обмена данными (значение должно быть идентично установкам внешнего ПО на ПЭВМ (регистрирующего устройства)).

– после изменения параметров конфигурации протокола обмена данными обязательно выполняют перезагрузку датчиков по питанию для завершения переходных процессов.

П р и м е ч а н и е – Операция сброса обеспечивает приведение параметров настройки связи датчика в исходную конфигурацию для корректной настройки обмена данными по цифровому протоколу с внешним ПО.

8.2.1.6 Проверка индикации после конфигурации:

– убеждаются, что после подачи питания (после перезагрузки) цвет индикации на корпусе датчиков с установленными параметрами конфигурации протокола обмена данными соответствует рабочему состоянию без признаков ошибок и не указывает на неисправность или отсутствие обмена данными (в соответствии с ЭД на поверяемые СИ).

8.2.1.7 Проверка связи и сброс накопленных данных:

– убеждаются в наличии стабильной связи датчиков во внешнем ПО на ПЭВМ через программно-аппаратное средство по интерфейсу RS-485. Для этого задают команды, используя регистры штатного slave в соответствии с ЭД (используя принцип «ведущий-ведомый» master/slave), например «X_NOW») и считывают данные с помощью внешнего ПО регистрирующего устройства.

– перед началом измерений выполняют сброс накопленных амплитудных значений ускорения по всем осям, записывая значение «0x01» в регистр «ACCUM_R» (в соответствии с ЭД на поверяемые СИ).

8.2.1.8 Прогрев и стабилизация:

– включают и прогревают приборы виброустановки и измерительной цепи в соответствии с ЭД на виброустановку.

– перед проведением измерений выдерживают датчики в течение времени, указанного в ЭД на поверяемые СИ, для установления стабильного рабочего режима при включенном напряжении питания.

8.2.1.9 Проверка реакции на вибрацию:

– с помощью виброустановки воспроизводят произвольное амплитудное значение виброускорения в пределах диапазона измерений на базовой частоте;

– убеждаются, что при этом во внешнем ПО ПЭВМ могут быть считаны изменяющиеся цифровые данные (цифровой код – D , см. формулу (1)), получаемые путем опроса регистра соответствующей поверяемой оси датчика (для оси X – «X_NOW», для оси Y – «Y_NOW», для оси Z – «Z_NOW») командами чтения через интерфейс RS-485.

8.2.2 Результаты опробования считают положительными, если:

– подтверждена стабильная связь датчиков с ПЭВМ при обмене данными через программно-аппаратное средство с поддержкой Modbus RTU по принципу «ведущий-ведомый» (master/slave) и отсутствуют ошибки подключения;

– при воздействии на датчики вибрацией во внешнем ПО ПЭВМ считаются измененияющиеся значения цифрового кода (D) с регистров «X_NOW», «Y_NOW» или «Z_NOW», что подтверждает их реакцию на вибрационное воздействие.

В этом случае переходят к дальнейшим операциям поверки.

П р и м е ч а н и я

1 Допускается проводить опробование датчиков вибрации одновременно с определением метрологических характеристик. При этом этапы опробования (пп. 8.2.1.1 – 8.2.1.9) должны быть выполнены в полном объеме перед началом измерений для определения метрологических характеристик.

2 Первоначальное конфигурирование датчиков (пп. 8.2.1.4 – 8.2.1.7), выполненное при опробовании, является единовременным. При проведении операций по разделу 9 и переходе на новую измерительную ось повторное конфигурирование не требуется.

Если датчики не соответствуют хотя бы одному из требований п. 8.2.2, дальнейшие операции поверки не выполняют, а датчики признают непригодными к применению. Владельца датчиков уведомляют о выявленных несоответствиях и оформляют результаты в соответствии с разделом 10.

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

Метрологические характеристики определяются на основе цифрового кода (D), который считывается из регистра датчика по протоколу передачи цифровых данных Modbus RTU. Амплитудное значение виброускорения (A , $\text{м}/\text{с}^2$) рассчитывается по формуле (1) на основе значений, сформированных в десятичной системе счисления из исходных шестнадцатеричных данных протокола.

$$A = D \cdot S \cdot g \quad (1)$$

где: D – значение цифрового выходного кода по протоколу Modbus RTU, считываемое из регистров датчика в десятичной системе счисления для вычисления амплитудного значения виброускорения, безразмерная величина;

$S = 0,012$ – масштабирующий коэффициент, безразмерная величина;

$g = 9,8066$ – стандартное ускорение свободного падения, в соответствии с ГОСТ 4401-81, $\text{м}/\text{с}^2$

9.1 Определение относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне рабочих амплитуд на базовой частоте

9.1.1 Для каждой поверяемой оси выполняют операции, предусмотренные пп. 8.2.1.1 – 8.2.1.9.

9.1.2 С помощью виброустановки воспроизводят амплитудное значение виброускорения на базовой частоте 40 Гц в контрольных точках, предельно близких к значениям:

$$A_{\min}; \quad 0,1 \cdot A_{\max}; \quad 0,3 \cdot A_{\max}; \quad 0,5 \cdot A_{\max}; \quad 0,75 \cdot A_{\max}; \quad A_{\max},$$

где: A_{\min} , A_{\max} – соответственно минимальное и максимальное значение диапазона измерений амплитудного значения виброускорения, м/с².

П р и м е ч а н и я

- 1 Амплитудное значение виброускорения задаваемое по эталонному каналу на виброустановке рассчитывается по формуле (2).

$$A_{p_0} = \sqrt{2} \cdot A_{e_0} \quad (2)$$

где: A_{p_0} – амплитудное значение виброускорения, м/с²;

A_{e_0} – среднеквадратическое значение (СКЗ) виброускорения, установленное на эталонной виброустановке, м/с²

- 2 Допускается следующее отклонение амплитуды в контрольных точках от рассчитанного значения на: $A_{\min}(+10\%)$; $0,1 \cdot A_{\max}(\pm 10\%)$; $0,3 \cdot A_{\max}(\pm 10\%)$; $0,5 \cdot A_{\max}(\pm 10\%)$; $0,75 \cdot A_{\max}(\pm 10\%)$; $A_{\max}(-10\%)$.

9.1.3 Для каждой контрольной точки задают амплитудное значение виброускорения на вибростенде (виброустановке). После стабилизации показаний трижды последовательно выполняют процедуру: сброс накопленных данных (команда «0x01» в регистр «ACCUM_R») непосредственно перед считыванием цифрового кода (D) с внешнего ПО регистрирующего устройства через команды чтения регистра, соответствующего поверяемой оси датчиков: для оси X – «X_ACCUM»; для оси Y – «Y_ACCUM»; для оси Z – «Z_ACCUM».

9.1.4 По полученным значениям цифрового кода (D) рассчитывают амплитудные значения виброускорения (A , м/с²) по формуле (1). Для каждой точки определяют среднее арифметическое значение результатов трех расчетов ($A_{\text{расч},i}$, м/с²), затем используют его в дальнейших расчетах.

9.1.5 Относительную погрешность измерений амплитудного значения виброускорения в каждой i -ой точке (δA_i , %) рассчитывают по формуле (3).

$$\delta A_i = \frac{A_{\text{расч},i} - A_{\text{эт},i}}{A_{\text{эт},i}} \cdot 100 \quad (3)$$

где: $A_{\text{эт},i}$ – заданное виброустановкой i -ое амплитудное значение виброускорения, м/с²;

$A_{\text{расч},i}$ – среднее арифметическое значение амплитуды виброускорения, рассчитанное по формуле (1) на i -ом значении, м/с².

9.1.6 Определение относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне рабочих амплитуд на базовой частоте проводят последовательно для осей X, Y, Z по п. 9.1. При смене поверяемой оси датчики устанавливают на вибростол эталонной виброустановки (через технологический переходник, если требуется) в положении, при котором направление новой поверяемой оси чувствительности совпадает с направлением колебаний вибростола.

9.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики
(далее – АЧХ) относительно базовой частоты

9.2.1 Для каждой поверяемой оси выполняют операции, предусмотренные пп. 8.2.1.1 – 8.2.1.9.

9.2.2 Неравномерность АЧХ определяют в контрольных точках частотного диапазона, выбранных из стандартного октавного ряда (f_i , Гц: 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250). Количество контрольных точек должно быть не менее двенадцати. В число контрольных точек обязательно включают нижнюю границу диапазона (0,2 Гц), верхнюю границу (250 Гц), базовую частоту (40 Гц), а также частоты 2 Гц и 20 Гц, разделяющие диапазоны с разными пределами допускаемой неравномерности АЧХ. Во всех контрольных точках устанавливают и поддерживают одинаковое амплитудное значение виброускорения в соответствии с требованиями, приведенными в примечаниях ниже.

П р и м е ч а н и я

1. Допускается отклонение значения частот от значений указанного ряда при сохранении интервала между отдельными частотами не менее октавы.
2. На частотах выше 20 Гц задаваемое с помощью виброустановки амплитудное значение виброускорения – не менее 10 м/с². На частотах менее 20 Гц максимальное значение задаваемого виброускорения зависит от технической возможности виброустановки.
3. Амплитудное значение виброускорения рассчитывают по формуле (2) для задаваемого на виброустановке по эталонному каналу.

9.2.3 Последовательно в выбранных контрольных точках частот (f_i , Гц) с помощью виброустановки задают одинаковое амплитудное значение виброускорения. После стабилизации показаний трижды считывают цифровой код (D) с внешнего ПО регистрирующего устройства через команды чтения регистра (с интервалом, обеспечивающим независимые измерения), соответствующего проверяемой оси датчиков (для оси X – «X_NOW», для оси Y – «Y_NOW», для оси Z – «Z_NOW»).

9.2.4 По полученным значениям цифрового кода (D) рассчитывают амплитудные значения виброускорения (A , м/с²) по формуле (1). Для каждой частоты определяют среднее арифметическое значение результатов трех расчетов ($A_{\text{расч.}}^{f_i}$, м/с²), затем используют его в дальнейших расчетах.

9.2.5 Определяют поправку на базовой частоте ($\Delta_{\text{баз.}}$, м/с²) по формуле (4).

$$\Delta_{\text{баз.}} = A_{\text{расч.}}^{\text{баз.} f} - A_{\text{эт.}}^{\text{баз.} f} \quad (4)$$

где: $A_{\text{расч.}}^{\text{баз.} f}$ – среднее арифметическое значение амплитуды виброускорения на базовой частоте, рассчитанное по формуле (1), м/с²;

$A_{\text{эт.}}^{\text{баз.} f}$ – амплитудное значение виброускорения на базовой частоте, воспроизводимое виброустановкой, м/с².

9.2.6 Неравномерность АЧХ относительно базовой частоты (δ_{f_i} , % или $\delta_{f_i}^{\text{дБ}}$, дБ) рассчитывают по формулам (5) и (6).

$$\delta_{f_i} = \frac{A_{\text{расч.}}^{f_i} - A_{\text{эт.}}^{f_i} - \Delta_{\text{баз.}}}{A_{\text{эт.}}^{f_i}} \cdot 100 \quad (5)$$

где: $A_{\text{расч.}}^{f_i}$ – среднее арифметическое значение амплитуды виброускорения, рассчитанное по формуле (1) по данным, считанным с регистра цифрового выходного значения датчиков на заданной частоте, м/с²;

$A_{\text{эт.}}^{f_i}$ – амплитудное значение виброускорения, воспроизводимое виброустановкой на заданной частоте, м/с²;

$\Delta_{\text{баз.}}$ – поправка на базовой частоте, рассчитанная по формуле (4), м/с².

При определении в децибелах (дБ) неравномерность амплитудно-частотной характеристики рассчитывают по формуле (6).

$$\delta_{f_i}^{\text{дБ}} = 20 \cdot \lg \left(\frac{K_i}{K_{\text{баз.}}} \right) \quad (6)$$

где: K_i – коэффициент передачи амплитудного значения виброускорения по данным, считанным с регистра цифрового выходного значения датчиков от воспроизводимого виброустановкой амплитудного значения виброускорения на заданной i -ой контрольной частоте, рассчитывают по формуле (7);

$K_{\text{баз.}}$ – коэффициент передачи амплитудного значения виброускорения по данным, считанным с регистра цифрового выходного значения датчиков от воспроизводимого виброустановкой амплитудного значения виброускорения на базовой частоте (40 Гц), рассчитывают по формуле (7).

$$K_i = \frac{A_{\text{расч.}}^{f_i}}{A_{\text{эт.}}^{f_i}} \quad (7)$$

где: $A_{\text{расч.}}^{f_i}$, $A_{\text{эт.}}^{f_i}$ – обозначения те же, что и в формуле (5), м/с².

За неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты в рабочем диапазоне частот (δ_{f_i} , % или $\delta_{f_i}^{\text{дБ}}$, дБ), принимают максимальное значение из рассчитанных.

9.2.7 Проводят измерения по п. 9.2 последовательно для осей X, Y, Z. При смене поверяемой оси датчики устанавливают на вибростол эталонной виброустановки (через технологический переходник, если требуется) в другом положении, перпендикулярном предыдущей ориентации, таким образом, чтобы направление новой поверяемой оси чувствительности датчиков вибрации совпадало с направлением колебаний вибростола.

9.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты поверки по разделу 9 считаются положительными, если значения относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне рабочих амплитуд на базовой частоте и неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты в контрольных точках не превышают установленных для датчиков пределов допускаемых значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

10.2 Результаты первичной или периодической поверки подтверждаются внесением сведений в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ).

10.3 Результаты поверки оформляются протоколом. Форма протокола устанавливается организацией, осуществляющей поверку, и должна содержать сведения, предусмотренные законодательством РФ в области обеспечения единства измерений.

10.4 В случае положительных результатов первичной и/или периодической поверки СИ признается годным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего СИ на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки. Конструкция СИ не предусматривает нанесение знака поверки на средство измерений.

10.5 В случае отрицательных результатов поверки средство измерений признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах передаются в ФИФ ОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

Приложение А

(обязательное)

Метрологические требования, которые должны быть подтверждены
в результате поверки

Т а б л и ц а А.1 – Нормируемые метрологические характеристики датчиков

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений амплитудного значения виброускорения, м/с ²	от 0,5 до 157,0
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,2 до 250,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброускорения, в диапазоне рабочих амплитуд на базовой частоте 40 Гц, %	±5
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 40 Гц в диапазонах рабочих частот: от 0,2 до 2,0 Гц включ., дБ св. 2 до 20 Гц включ., % св. 20 до 250 Гц, %	±3 ±10 ±6
П р и м е ч а н и е – Метрологические характеристики одинаковы для всех измерительных осей.	