

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель
генерального директора –
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»




А.Н. Щипунов
« 29 » 06 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Вибропреобразователи трехкомпонентные АГ303

Методика поверки

МФРН.402152.001 МП

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи трехкомпонентные АГ303 (далее - вибропреобразователи), изготавливаемые ФГУП «ВНИИФТРИ», и устанавливает методику, порядок и содержание их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых вибропреобразователей в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г., к государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на вибропреобразователи и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством метода прямых измерений.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Максимальное значение измеряемого виброускорения (эффективное значение), $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$, не менее	50
Рабочий диапазон частот, Гц	от 5 до 5000
Номинальное значение коэффициента преобразования на опорной частоте 160 Гц, $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$	100
Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения, %	± 10
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, дБ	
- в диапазоне частот от 5 включ. до 2500 Гц, в пределах	± 1
- в диапазоне частот от 2500 включ. до 4000 Гц, не более	2
- в диапазоне частот от 4000 включ. до 5000 Гц включ., не более	3
Частота установочного резонанса, кГц, не менее	10
Нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне виброускорений от 0,1 до 50 $\text{м}/\text{с}^2$ включ., %, не более	5
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	10
Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования, %	± 10

2 Перечень операции поверки

2.1 При проведении поверки вибропреобразователей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки вибропреобразователей

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на опорной частоте 160 Гц	9.1	да	да
Определение диапазона рабочих частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики	9.2	да	да
Определение частоты установочного резонанса	9.3	да	да
Определение максимального значения измеряемого виброускорения (эффективное значение) и нелинейности амплитудной характеристики	9.4	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	9.5	да	да
Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования	9.6	да	да
Определение изменения коэффициента преобразования за межповерочный интервал (долговременная стабильность)	9.7	нет	да

2.2 Операции по пп. 9.2 - 9.5 могут быть объединены.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2 поверяемый вибропреобразователь бракуется и направляется в ремонт.

2.4 Проведение сокращенной поверки не предусматривается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 С;
- относительная влажность воздуха, не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

3.2 Поверку проводят после выдержки вибропреобразователя во включенном состоянии не менее 5 минут в нормальных условиях.

3.3 Поверка производится аккредитованными организациями в установленном порядке.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие опыт работы в области виброакустических измерений, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности, аттестованные в качестве поверителей виброакустических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на вибропреобразователи и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки вибропреобразователей должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8, 9.1, 9.2, 9.4, 9.5, 9.7	Эталоны единицы длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772, в диапазоне частот от 5 Гц до 5 кГц	Государственный рабочий эталон 2 разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела. «Эталонная виброустановка высокочастотная (ВУ-ВЧ) ВУ-3», рег. № 3.1.ZZT.0029
8, 9.2, 9.4, 9.5	Эталоны единицы длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772, в диапазоне частот от 5 Гц до 400 Гц	Государственный рабочий эталон 2 разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела. «Эталонная виброустановка низкочастотная (ВУ-НЧ) ВУ-2», рег. № 3.1.ZZT.0028
9.5	Вольтметры универсальные цифровые в диапазоне измерения напряжения переменного тока от 10 мВ до 700 В, в диапазоне частот от 20 до 60 Гц, с пределами основной погрешности измерения переменного напряжения $\pm[0,4+0,1(\Delta-1)]\%$	Вольтметр универсальный цифровой В7-39, рег. № 9542-84
9.1, 9.3	Вольтметры универсальные цифровые быстродействующие в диапазоне измерения напряжения постоянного тока от 10^{-5} до 1000 В, в диапазоне частот от 0,01 до 20 Гц, с пределом основной погрешности измерения постоянного напряжения на пределе 1 В: $\pm[0,1+0,04(\Delta-1)]\%$	Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43, рег. № 10283-85

8, 9.1, 9.2, 9.4	Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений в диапазоне частот от 0,01 до 200000 Гц и в диапазоне установки напряжения от 5 мкВ до 40 В, с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения $\pm 1 \%$	Генератор сигналов DS360, рег. № 26204-03
9.1, 9.2, 9.5	Осциллографы цифровые с полосой пропускания от 0 до 150 МГц	Осциллограф цифровой GDS-820S, рег. № 25618-04
8, 9.1 – 9.5	Анализаторы сигналов узкополосные шестнадцатиканальные в диапазоне частот от 0,1 до 20 кГц, с пределами допускаемой относительной погрешности измерений уровней электрического сигнала в узких полосах частот $\pm 0,3$ дБ	Анализатор сигналов узкополосных шестнадцатиканальный АС-У16, рег. № 37978-08

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утвержденного типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем

5.4 При выполнении отдельных пунктов методики могут быть использованы приборы из состава установок ВУ-2 и/или ВУ-3.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, «Технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Средства поверки и поверяемые вибропреобразователи, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление; не допускается использовать в качестве заземления корпуса силовых электрических и осветительных щитов и арматуры центрального отопления.

6.3 Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемых вибропреобразователей следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- отсутствие механических и электрических повреждений вибропреобразователей и соединительных элементов, влияющих на его работу;

- надежность и чистоту разъемных соединений;

- комплектность и маркировку (заводской номер) на соответствие РЭ.

7.2 Результат внешнего осмотра по пункту 7 считать положительным, если:

- соответствует внешний вид вибропреобразователя описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность вибропреобразователя;

- комплект поставки соответствует формуляру;
- крепления разъемов целы и чисты;
- маркировка соответствует разделу 1.5 документа РЭ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки необходимо провести подготовительные работы, оговоренные в руководстве по эксплуатации вибропреобразователей и применяемых средств поверки.

8.1.2 Поверяемый вибропреобразователь крепят к вибровозбудителю в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

8.2 Опробование

8.2.1 Установить вибропреобразователь на вибростоле установки ВУ-2 или ВУ-3 таким образом, чтобы направление оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростола и исключалось появление паразитных поперечных колебаний.

Примечание – Допускается установка вибропреобразователя на вибростол с помощью специальных удерживающих устройств, позволяющих разместить вибропреобразователь в соответствии с требованиями п.8.2.1. Для исключения паразитных поперечных колебаний и резонансов на вибростоле виброустановки ВУ-3, допускается установка вибропреобразователя с помощью специального удерживающего устройства таким образом, чтобы направление оси чувствительности находилось под углом к направлению колебаний вибростола. При такой установке, для определения коэффициента преобразования, необходимо вводить поправку.

8.2.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

8.2.3 Подключить выходы измерительных каналов вибропреобразователя ко входам «1», «2», «3» анализатора спектра узкополосного АС-У16, из состава ВУ-2 и ВУ-3. Включить АС-У16 и запустить программу узкополосного анализа. Зафиксировать на графике спектров узкополосного анализа уровень помех на выходе измерительного канала (каналов) вибропреобразователя.

8.2.4 Подать с генератора DS-360 сигнал возбуждения с нулевой амплитудой и частотой от 20 до 100 Гц для вибростола виброустановки ВУ-2 с либо с частотой от 100 до 250 Гц для вибростола виброустановки ВУ-3.

8.2.5 Плавно увеличивать амплитуду до тех пор, пока сигнал на выходе измерительного канала (каналов) вибропреобразователя не превысит уровень помех на 20 дБ, что служит критерием работоспособности вибропреобразователя. В противном случае вибропреобразователь признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

Примечание – Здесь и далее поверку вибропреобразователя проводятся для каждого измерительного канала (X, Y, Z). Перед каждым испытанием вибропреобразователь подключать в соответствии с его руководством по эксплуатации, если не предусмотрено иное.

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

9.1 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на опорной частоте 160 Гц

9.1.1 Установить проверяемый вибропреобразователь на вибростоле поверочной виброустановки ВУ-3 так, чтобы измерительная ось вибропреобразователя совпала с направлением колебаний вибростола для измерительного канала Z.

9.1.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

9.1.3 Подключить выход измерительного канала Z вибропреобразователя, и выход эталонного акселерометра ко входам «Кан.1» и «Кан.2» осциллографа GDS-820S соответственно. Одновременно подключить выходы измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя и выход эталонного акселерометра соответственно ко входам «1», «2», «3», «4» анализатора спектра

узкополосного АС-У16.

9.1.4 Запустить на анализаторе АС-У16 программу узкополосного анализа.

9.1.5 Подать от генератора DS360 или выхода ЦАП АС-У16 на вибростенд сигнал возбуждения с базовой частотой 160 Гц, при котором будет воспроизводиться виброускорение с эффективным значением от 10 до 20 м/с².

9.1.6 Определить по графикам спектров, отображаемых на экране анализатора АС-У16, уровни эффективных значений выходных напряжений каналов X, Y, Z вибропреобразователя и эталонного акселерометра.

9.1.7 Рассчитать, для измерительного канала Z, действительное значение коэффициента преобразования K_0 , мВ·с²·м⁻¹, по формуле:

$$K_0 = \frac{U}{U_э} \cdot K_э, \quad (1)$$

где $U_э$ – значение эффективного напряжения выходного сигнала эталонного акселерометра, мВ;

U – значение эффективного напряжения выходного сигнала вибропреобразователя, мВ;

$K_э$ – значение коэффициента преобразования эталонного акселерометра, мВ·с²·м⁻¹.

9.1.8 Рассчитать, для измерительного канала Z, отклонение действительного значения коэффициента преобразования вибропреобразователя от номинального значения 100 мВ·с²·м⁻¹ по формуле, %:

$$\delta K_0 = \frac{K_0 - K_H}{K_H} \cdot 100, \quad (2)$$

9.1.9 Повторить поверку по п. 9.1.1 – 9.1.8 для измерительных каналов X и Y.

9.1.10 Результаты поверки по пункту 9.1 считать положительными, если отклонение действительного значения коэффициента преобразования для каждого измерительного канала X, Y, Z находится в пределах ± 10 % от номинального значения 100 мВ·с²·м⁻¹.

9.2 Определение диапазона рабочих частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики

9.2.1 Проверку диапазона рабочих частот проводят при определении неравномерности амплитудно-частотной характеристики. Проверку проводить с использованием поверочных виброустановок ВУ-2 (для частот от 5 до 100 Гц) и ВУ-3 (для частот от 125 до 5000 Гц) в соответствии с эксплуатационной документацией на виброустановки.

9.2.2 Установить вибропреобразователь на вибростол виброустановки ВУ-2 в соответствии с требованиями п.8.2.1 для измерительного канала Z.

9.2.3 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

9.2.4 Подключить выход измерительного канала Z вибропреобразователя, и выход эталонного акселерометра ко входам «Кан.1» и «Кан.2» осциллографа GDS-820S соответственно. Одновременно подключить выходы измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя и выход эталонного акселерометра соответственно ко входам «1», «2», «3», «4» анализатора спектра узкополосного АС-У16.

9.2.5 Запустить на анализаторе АС-У16 программу узкополосного анализа.

9.2.6 Подавать от генератора DS360 или выхода ЦАП АС-У16 на вибростенд такой сигнал возбуждения, при котором будет воспроизводиться виброускорение с эффективным значением от 0,2 до 2 м/с² последовательно для каждой частоты рабочего диапазона вибропреобразователя из ряда: 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 Гц.

Примечание – Допускается отклонение частот от значений указанного ряда.

9.2.7 Для каждого значения частоты из указанного ряда определить по графикам спектров, отображаемых на экране анализатора АС-У16, уровни эффективных значений выходных

напряжений каналов X, Y, Z вибропреобразователя и эталонного акселерометра.

9.2.8 По полученным уровням эффективных значений выходных напряжений измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя и эталонного акселерометра рассчитать значения коэффициентов преобразования измерительного канала Z по формуле (1).

9.2.9 Повторить поверку по п.п.9.2.2 - 9.2.8 для измерительных каналов X и Y.

9.2.10 Установить вибропреобразователь на вибростол виброустановки ВУ-3 в соответствии с требованиями п.8.2.1 для измерительного канала Z. Выполнить п.п.9.2.3 – 9.2.5.

9.2.11 Подавать от генератора DS360 или выхода ЦАП АС-У16 на вибростенд такой сигнал возбуждения, при котором будет воспроизводиться виброускорение с эффективным значением от 10 до 20 м/с² последовательно для каждой частоты рабочего диапазона вибропреобразователя из ряда: 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 3150; 4000; 5000 Гц.

Примечание – Допускается отклонение частот от значений указанного ряда.

9.2.12 Для каждого значения частоты из указанного ряда определить по графикам спектров, отображаемых на экране анализатора АС-У16, уровни эффективных значений выходных напряжений каналов X, Y, Z вибропреобразователя и эталонного акселерометра.

9.2.13 По полученным уровням эффективных значений выходных напряжений измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя и эталонного акселерометра рассчитать значения коэффициентов преобразования измерительного канала Z по формуле (1).

9.2.14 Повторить поверку по п.п.9.2.10 – 9.2.13 для измерительных каналов X и Y.

9.2.15 Используя полученные при поверки по п.п. 9.2.1 – 9.2.14 значения коэффициентов преобразования измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя, рассчитать неравномерность амплитудно-частотной характеристики в децибелах по формуле, дБ:

$$\gamma = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{K_{(f_i)}}{K_0} \right), \quad (3)$$

где K_0 – измеренное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя на базовой частоте 160 Гц, мВ·с²·м⁻¹;

$K_{(f_i)}$ – измеренное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя на i – й точке диапазона частот, мВ·с²·м⁻¹.

9.2.16 Наибольшее из отклонений γ принимают за неравномерность амплитудно-частотной характеристики измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя, дБ:

$$\gamma = |\gamma_i|_{\max} \quad (4)$$

9.2.17 Результаты проверки по пункту 9.2 считают положительными, если значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики для измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя находится:

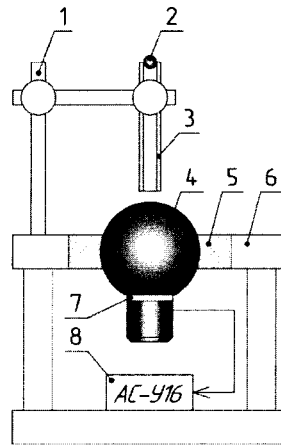
- для диапазона частот от 5 до 2500 Гц в пределах ± 1 дБ;
- для диапазона частот от 2500 до 4000 Гц не более 2 дБ;
- для диапазона частот от 4000 до 5000 Гц не более 3 дБ.

9.3 Определение частоты установочного резонанса

9.3.1 Частоту установочного резонанса измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя определяют в ударном режиме с применением устройства, обеспечивающим его возбуждение механическим ударом с помощью стального падающего шарика. Форма возбуждающего импульса близка к δ -импульсу. Схема устройства типа «падающий шар» приведена на рисунке 1.

9.3.2 Устройство для определения частоты установочного резонанса вибропреобразователя состоит из кронштейна поз.1, в который вертикально установлена трубка направляющая поз.3 через которую опускают падающий шарик поз.2. В качестве падающего шарика применяют стальные шарики, твердость которых не менее 50 HRC. Нижняя часть трубки направляющей, сориентирована на рабочее тело поз.4. Рабочее тело представляет собой стальную сферу

диаметром 63 мм с лыской твердостью не менее 50 HRC. Лыска рабочего тела служит для установки вибропреобразователя поз.7 через резьбовое соединение М5. Перед установкой между вибропреобразователем и лыской рабочего тела, для компенсации шероховатости контактных поверхностей, тонким слоем наносят чистое машинное масло. Рабочее тело с вибропреобразователем фиксируется через прокладку виброгасящую поз.5. в держателе поз.6. Соединительный кабель вибропреобразователя подключают ко входу анализатора сигналов АС-У16 поз.8.



1 – кронштейн; 2 – падающий шарик; 3 – трубка направляющая; 4 – рабочее тело; 5 – прокладка виброгасящая; 6 – держатель прокладки виброгасящей; 7 – вибропреобразователь; 8 – анализатор АС-У16.

Рисунок 1 – Схема устройства типа «падающий шар»

9.3.3 Закрепить на лыске рабочего тела вибропреобразователь способом, описанным в п.9.3.2. Сориентировать и зафиксировать рабочее тело с закрепленным вибропреобразователем в прокладке виброгасящей так, чтобы измерительная ось канала Z совпадала с осью трубки направляющей. Выходное отверстие трубки направляющей расположить над центром рабочего тела.

9.3.4 Подключить выход измерительного канала Z вибропреобразователя ко входу «1» анализатора спектра узкополосного АС-У16. На анализаторе запустить программу записи сигналов, где для записи выбрать «Канал 1», соответствующий измерительному каналу Z вибропреобразователя и включить запись.

9.3.5 В верхнее отверстие направляющей трубки опустить стальной шарик, возбуждающий при соударении с рабочим телом вибропреобразователь. После этого остановить запись. Записанные в цифровом виде выходные сигналы измерительных каналов X, Y, Z обработать с помощью программного обеспечения и получить графики спектров, по которым определить максимальное пиковое значение частоты для измерительного канала Z.

9.3.6 Повторить поверку по пп. 9.3.3 - 9.3.5 для измерительных каналов X и Y.

9.3.7 Результаты поверки по пункту 9.3 считать положительными, если полученные значения частоты установочного резонанса измерительных каналов X, Y, Z вибропреобразователя не менее 10 кГц.

9.4 Определение максимального значения измеряемого виброускорения (эффективное значение) и нелинейности амплитудной характеристики

9.4.1 Установить испытуемый вибропреобразователь на вибростоле поверочной виброустановки в соответствии с п.8.2.1 для измерительного канала Z.

9.4.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

9.4.3 Подключить выход измерительного канала Z вибропреобразователя, и выход эталонного акселерометра ко входам «1», «2» анализатора спектра узкополосного АС-У16.

9.4.4 Запустить на анализаторе АС-У16 программу узкополосного анализа.

9.4.5 Подать от генератора DS360 или выхода ЦАП АС-У16 на вибростенд сигнал возбуждения с базовой частотой 160 Гц и амплитудами 0,0005 В; 0,0125 В; 0,025 В; 0,05 В; 0,125 В (для канала Z) или 0,16 В (для каналов X Y), при которых будут воспроизводиться пять значений виброускорения с эффективными значениями, одно из которых должно равняться максимальному значению измеряемого виброускорения (55 ± 5) $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$, другое - минимальному значению ($0,15 \pm 0,05$) $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Примечание – При подаче сигнала возбуждения 0,125 или 0,16 В, необходимо на вход канала «1» анализатора спектра узкополосного АС-У16 установить делитель 1:10 (20 дБ).

9.4.6 Определить по графикам спектров, отображаемых на экране анализатора АС-У16, уровни эффективных значений выходных напряжений канала Z вибропреобразователя и эталонного акселерометра.

9.4.7 Рассчитать, для измерительного канала Z, среднее арифметическое значение коэффициента преобразования K_{ZCP} , $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$, по формуле:

$$K_{ZCP} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ZDi}}{n}, \quad (5)$$

где n – число значений задаваемых виброускорений;

K_{ZDi} – значение коэффициента преобразования измерительного канала Z для каждого задаваемого значения виброускорения, $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$.

9.4.8 Рассчитать, для каждого задаваемого значения виброускорения измерительного канала Z, относительное отклонение коэффициента преобразования K_{ZDi} от среднего арифметического значения K_{ZCP} по формуле, %:

$$\delta_{Zi} = \frac{|K_{ZDi} - K_{ZCP}|}{K_{ZCP}} \cdot 100, \quad (6)$$

9.4.9 За нелинейность амплитудной характеристики измерительного канала Z принимают максимальное значение, вычисленное по формуле:

$$\delta_{Za} = (\delta_{Zi})_{\max}, \quad (7)$$

9.4.10 Повторить поверку по пп. 9.4.1 - 9.4.9 для измерительных каналов X и Y.

9.4.11 Результаты поверки по пункту 9.4 считать положительными, если значение нелинейности амплитудной характеристики каждого из каналов, для всех значений измеряемого виброускорения, не более 5 %.

9.5 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

9.5.1 Определить, используя результаты измерений при поверке по п.п. 9.2.1 - 9.2.9 на одной из частот ряда 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 Гц, на которой вибростенд имеет минимальную поперечную составляющую, относительный коэффициент поперечного преобразования для измерительного канала X по формуле, %:

$$K_{0PX} = \frac{\sqrt{U_{XY}^2 + U_{XZ}^2}}{U_X}, \quad (8)$$

где U_{XY} , U_{XZ} – значение выходного напряжения измерительного канала X, когда направление колебаний вибростола совпадает с направлением оси чувствительности измерительного канала Y и Z, соответственно;

U_X – значение выходного напряжения измерительного канала X, когда направление

колебаний вибростола совпадает с направлением оси чувствительности измерительного канала X.

9.5.2 Определить относительные коэффициенты поперечного преобразования для измерительных каналов Y и Z по аналогии с п. 9.5.1.

9.5.3 Результаты поверки по пункту 9.5 считать положительными, если значение относительного коэффициента поперечного преобразования должно быть не более 10 %.

9.6 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования

9.6.1 Вычислить значение пределов основной относительной погрешности коэффициента преобразования вибропреобразователя, в процентах, по формуле:

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \Delta_n^2 + \delta_a^2 + \Delta_b^2}, \quad (9)$$

где δ_0 – относительная погрешность эталонного средства измерений параметров вибраций, %;

$\Delta_n = \frac{K_{пвс} \cdot K_{оп}}{100}$ – погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола эталонной виброустановки, %;

где $K_{пвс}$ – коэффициент, характеризующий поперечное движение вибростола эталонной виброустановки;

$K_{оп}$ – относительный коэффициент поперечного преобразования вибропреобразователя;

δ_a – нелинейность амплитудной характеристики вибропреобразователя;

Δ_b – погрешность средства измерений электрического сигнала с выхода вибропреобразователя, %.

9.6.2 Результаты поверки по пункту 9.6 считать положительными, если значение пределов основной относительной погрешности коэффициента преобразования вибропреобразователя должно быть в пределах ± 10 %.

9.7 Определение изменения коэффициента преобразования за межповерочный интервал (долговременная стабильность)

9.7.1 При периодической поверке сравнить текущее значение коэффициента преобразования $K_{от}$, полученное при выполнении п. 9.1 с коэффициентом преобразования K_0 , занесенным в формуляр вибропреобразователя при предыдущей поверке.

9.7.2 Изменение коэффициента преобразования за период между поверкам (долговременная стабильность) определить по формуле:

$$\Theta_T = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{K_{от}}{K_0} \right), \quad (10)$$

где K_0 – значение коэффициента преобразования, определенное при предыдущей поверке;

$K_{от}$ – значение коэффициента преобразования, определенное при текущей поверке.

9.7.3. Изменение коэффициента преобразования за период между поверкам (долговременная стабильность) не должно превышать 1 дБ. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки вибропреобразователей, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца вибропреобразователя или лица, представившего его на поверку, на вибропреобразователь выдается свидетельство о поверке средства измерений и (или) в формуляр вносится запись о проведенной поверке, заверяемая

подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

10.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с установленным порядком.

Начальник НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Зам. начальника отдела 52
НИО-5 ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Некрасов



А.С. Точилин