



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«17» октября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ВИХРЕТОКОВЫЕ АЛ

Методика поверки

РТ-МП-1282-441-2022

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на преобразователи вихретоковые АЛ (далее – преобразователи) и устанавливает порядок и объём их первичной и периодической поверок.

1.2. Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к ГЭТ 58-2018 «ГПСЭ единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твёрдого тела».

1.3. При проведении поверки используется метод косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
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
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающей среды от +15 °С до +35 °С

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим инженерным образованием, имеющим опыт работы с аналогичным оборудованием, ознакомленный с эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробование средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 0 до + 50 °С с допускаемой абсолютной погрешностью измерений температуры не более 1 °С;	Термогигрометры UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
п. 9 п. 9.1. Определение предела допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения п. 9.2. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики п. 9.3. Определение нелинейности амплитудной характеристики п. 9.4. Определение приведённой к шкале измерений погрешности	Средства для задания вибрации – поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 – с диапазоном частот от 0,5 до 10000 Гц и доверительными границами основной относительной погрешности $\delta_0 = 2 \cdot 10^{-2} - 10^{-1}$; Устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме в диапазоне установки зазора от 0 до 3000 мкм с допускаемой абсолютной погрешностью не более 15 мкм; Средство измерений напряжения постоянного тока до 1000 В и напряжения переменного тока до 750 В, с допускаемой относительной погрешности не более 0,005 %. Средство для воспроизведения силы постоянного тока и напряжения постоянного тока с допускаемой основной погрешностью не более 0,005 %	Вибростенд взрывозащищённый ТИК-BB (ТИК-VV), рег. № 56857-14; Устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД, рег. № 41293-09; Мультиметры цифровые 34401A, рег. № 54848-13; Источники питания GPD-72303s, рег. № 49221-12.
<i>Примечанию Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.2 При работе с измерительными приборами должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих эксплуатационных документах применяемых приборов.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- комплектность согласно РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений корпуса преобразователя, кабеля и датчика вихретокового;
- чёткость маркировка и целостность упаковки;

7.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Проверить соблюдение требований к условиям проведения поверки (согласно разделу 3) в помещении и на рабочем месте поверителя.

8.2 Опробование

8.2.1 При проведении опробования преобразователей необходимо:

- подключить датчики вихретоковые к преобразователям в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- подключить преобразователи к источнику питания GPD-72303s (далее – источник питания);
- подключить преобразователи к мультиметру цифровому Agilent 34401A (далее – мультиметр) в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- измерить значение выходного тока при отсутствии вибрации (начальный ток) на токовых выходах при помощи мультиметра. Значение начального тока должно быть равным $4,0 \pm 0,8$ мА.
- установить датчик в УПД;
- задать зазор;
- снять с мультиметра постоянное напряжение;

8.2.2 Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если показания по выходу 4 – 20 мА соответствуют установленному расстоянию до мишени.

8.2.3 При опробовании оценка метрологических характеристик не производится.

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

9.1 Определение допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения:

Для определения отклонения коэффициента преобразования от номинального значения необходимо:

9.1.1 Для преобразователей АЛххВ, предназначенных для измерений виброперемещения (радиальное вибросмещение), необходимо:

- подготовить установку для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей модели 9155 (далее – установку) в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- подключить датчик вихретоковый к преобразователю в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- подключить преобразователь к источнику питания;
- закрепить датчик вихретоковый на установке;
- подключить датчик к источнику питания;
- подключить преобразователь к мультиметру в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- измерить значение выходного тока при отсутствии вибрации (начальный ток) на токовых выходах при помощи мультиметра. Значение начального тока должно быть равным $4,0 \pm 0,8$ мА;
- воспроизвести на установке вибрацию с частотой 45 Гц по четырем контрольным точкам диапазона измерений размаха виброперемещения, равным 25, 50, 75 и 100 % от верхнего предела измерений.

Измерения проводятся для 10 точек на каждом значении диапазона, а после считается усреднённое значение.

Определить значение действительного коэффициента преобразования по формуле (1):

$$K_d = S_{вх}/U_{вх} \text{ (мВ/мкм)} \quad (1)$$

где $U_{вх}$ – текущее значение выходного напряжения, мВ;

$S_{вх}$ – задаваемые на установке, мкм;

Расчёт действительного усреднённого значения коэффициента преобразования $K_{ср}$ произвести по формуле (2):

$$K_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (2)$$

где n – число измерений;

K_i – значение коэффициента преобразования при i -ом значении параметров вибрации, мА/мкм.

Определить номинальное значение коэффициента преобразования $K_{\text{ном}}$ по формуле (3):

$$K_{\text{ном}} = \frac{16}{D}, \quad (3)$$

где D – диапазон измерений мкм.

Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального δ вычислить по формуле (4):

$$\delta = \frac{K_d - K_{\text{ном.}}}{K_{\text{ном.}}} \cdot 100 (\%), \quad (4)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования;

$K_{\text{ном}}$ – номинальное значение коэффициента преобразования.

9.1.2 Для преобразователей АЛххС, предназначенных для измерений линейных смещений (осевого сдвига), необходимо:

- подключить датчик вихретоковый к преобразователям в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- подключить преобразователь к источнику питания;
- поместить датчик вихретоковый в устройство для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД (далее – УПД);
- подключить датчик к источнику питания;
- подключить преобразователь к мультиметру в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- перемещая подвижную каретку, установить зазор S_i между торцом преобразователя вихретокового и диском, установленным на подвижную каретку УПД, равный начальному зазору S_0 для каждой из модификаций преобразователя вихретокового;
- наблюдать на мультиметре значение постоянного тока $I_{\text{вых } i}$, занести его в протокол;
- измерения повторить для значений зазора, равных 25, 50, 75 и 100 % диапазона измерений.

Определить значение коэффициента преобразования по формуле (5):

$$K_d = (I_{\text{вых}} - I_0) / S_{\text{вх}} \text{ (мА/мкм)}, \quad (5)$$

где $I_{\text{вых}}$ – текущее значение выходного тока, мА;

I_0 – начальный выходной ток (значение начального выходного тока должно быть равным $4,0 \pm 0,8$ мА);

$S_{\text{вх}}$ – задаваемый на УПД осевой сдвиг, мкм.

Определить действительное значение коэффициента преобразования по формуле (2).

Определить номинальное значение коэффициента преобразования по формуле (3).

Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального вычислить по формуле (4).

9.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Для определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) необходимо осуществить подключение в соответствии с алгоритмом, прописанным в п. 9.1. Подготовить установку в соответствии с «Руководством по эксплуатации».

Для преобразователей АЛ2ххВ, предназначенных для измерений размаха виброперемещения, ПИК виброскорости и ПИК виброускорения, необходимо воспроизвести на установке значение виброперемещения, виброскорости и виброускорения, равное половине максимального значения диапазона измерений.

Данные значения остаются неизменными в каждой из десяти точек исследуемого диапазона частот. Рассчитать измеренное значение коэффициента преобразования по формулам (1), (2), (3).

Неравномерность АЧХ δ вычислить по формуле (6)

$$\delta = 20 \lg \left(\frac{K_i}{K_{ном.}} \right), \text{ (дБ)} \quad (6)$$

где K_i – измеренное значение коэффициента преобразования на i -ой частоте;

$K_{ном.}$ – измеренное значение коэффициента преобразования на частоте 43 Гц.

Данные значения остаются неизменными в каждой из десяти точек исследуемого диапазона частот. Рассчитать измеренное значение коэффициента преобразования по формуле (1).

Неравномерность АЧХ вычислить по формуле (6). Полученные результаты занести в протокол.

Данные значения остаются неизменными в каждой из десяти точек исследуемого диапазона частот. Рассчитать измеренное значение коэффициента преобразования по формуле (5).

Результаты испытаний по данному пункту считаются удовлетворительными, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики не превышает ± 3 дБ.

9.3 Определение нелинейности амплитудной характеристики

Для определения нелинейности амплитудной характеристики (далее – АХ) необходимо осуществить подключение в соответствии с алгоритмом, прописанным в п. 9.1. Подготовить установку в соответствии с «Руководством по эксплуатации».

Для преобразователей АЛххС, предназначенных для измерений линейного смещения, необходимо повторить операции п. 9.1.2

Данные значения остаются неизменными в каждой из десяти точек исследуемого диапазона частот. Рассчитать измеренное значение коэффициента преобразования по формулам (1), (2), (3).

Нелинейности АХ δ вычислить по формуле (7)

$$\delta = \frac{K_{i \text{ макс}} - K_{cp}}{K_{cp}} 100 (\%) \quad (7)$$

где $K_{i \text{ макс}}$ – максимальное значение коэффициента преобразования, вычисленное при i -ом значении амплитуды

K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (8)$$

где n – число измерений;

Нелинейность АХ вычислить по формуле (7). Полученные результаты занести в протокол.

Результаты испытаний по данному пункту считаются удовлетворительными, если нелинейность амплитудной характеристики не превышает $\pm 15\%$.

9.4 Определение приведённой к шкале измерений погрешности

Для определения приведенной погрешности (далее – δ) необходимо осуществить подключение в соответствии с алгоритмом, прописанным в п. 4.5.

– подготовить установку в соответствии с «Руководством по эксплуатации».

– воспроизвести на установке вибрацию с частотой 45 Гц по четырем контрольным точкам диапазона измерений размаха виброперемещения, равным 25, 50, 75 и 100 % от верхнего предела измерений.

– провести измерения для 10 точек на каждом значении диапазона, а после считается усреднённое значение.

Рассчитать действительный коэффициент преобразования K_{cp} произвести по формуле (2).

Определить номинальное значение коэффициента преобразования $K_{ном}$ формуле (3).

Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального δ вычислить по формуле (4).

Результаты испытаний по данному пункту считаются удовлетворительными, если δ не превышает $\pm 5\%$.

10 Оформление результатов поверки

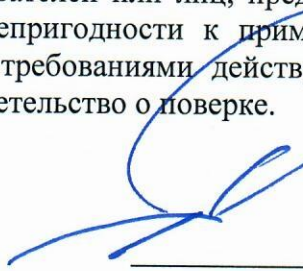
10.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы. Протокол должен наглядно отображать полученные результаты измерений в поверяемых точках и диапазонах частот, которые указаны в соответствующих пунктах данной методики, а также сравнение полученных действительных и допустимых значений нормируемых погрешностей.

10.2 Сведения о результатах поверки преобразователей в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

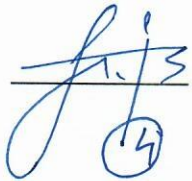
10.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев преобразователей или лиц, представивших их на поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

И.о. начальника сектора № 441-3
ФБУ «Ростест-Москва»



_____ С. Н. Гольшак



_____ Н.А. Трубинов