



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»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

« 17 »

08

2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕРИИ 600

Методика поверки

РТ-МП-7183-441-2020

г. Москва
2020 г.

Настоящая методика распространяется на преобразователи пьезоэлектрические серии 600 (далее – преобразователи пьезоэлектрические), изготовленные PCB Piezotronics, Inc., США, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 12 месяцев.

1. Операции поверки

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

Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта НД по поверке | Обязательность проведения операции при | |
|--|----------------------------|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7.1 | Да | Да |
| 2 Опробование | 7.2 | Да | Да |
| 3 Определение отклонения коэффициента преобразования на базовой частоте 100 Гц | 7.3 | Да | Да |
| 4 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики | 7.4 | Да | Да |
| 5 Определение нелинейности амплитудной характеристики | 7.5 | Да | Да |
| 6 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования | 7.6 | Да | Нет |

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер пункта НД по поверке | Наименование средств поверки, их основные метрологические характеристики |
|----------------------------|--|
| 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6 | Поверочная виброустановка 2-го разряда по приказу Росстандарта от 27.12.2018 № 2772 (диапазон частот от 0,5 до 20000 Гц) |
| | Мультиметр цифровой Agilent 34401A (диапазон измерений переменного напряжения от 1 мВ до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,04 \cdot U_{изм} + 0,02 \cdot ПР)$) |
| | Усилитель измерительный Nexus мод. 2692, 0,1-200000 Гц Динамический диапазон 120 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ дБ |
| | Осциллограф цифровой LeCroy WaveAce 2034, диапазон коэффициентов отклонения от 2 мВ/дел до 10 В/дел, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений постоянного напряжения $\pm(3 \cdot 10^{-2} \cdot U_{изм} + 0,1дел \cdot K_{откл} + 1 мВ)$ |

где $U_{изм}$ – измеренное значение напряжения;

ПР – предел измерений;

$K_{откл}$ – коэффициент отклонения.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3. Требования к квалификации поверителей

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

4. Требования безопасности

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

4.2. При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и эксплуатационных документах применяемых приборов.

5. Условия поверки

5.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха не более 80 %.

6. Подготовка к поверке

6.1. Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- проверить наличие средств поверки, укомплектованность их руководством по эксплуатации (далее - РЭ) и необходимыми элементами соединений;
- используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями эксплуатационной документации (далее – ЭД) на указанные средства поверки;
- подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с РЭ на указанные средства поверки.

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие преобразователей пьезоэлектрических следующим требованиям:

- отсутствие видимых механических повреждений корпуса преобразователя пьезоэлектрического;
- отсутствие внешних повреждений соединительного кабеля;
- исправность крепежных приспособлений;
- соответствие комплектности и маркировки РЭ.

В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеуказанных требований поверка прекращается.

Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если преобразователь пьезоэлектрический соответствует вышеперечисленным требованиям, комплектность полная.

7.2. Опробование

Для проведения опробования преобразователей пьезоэлектрических необходимо:

- подготовить преобразователь пьезоэлектрический к работе в соответствии с РЭ;
- разместить преобразователь пьезоэлектрический на рабочем месте, исключив перегибание соединительных кабелей;
- подключить преобразователь пьезоэлектрический к входу усилителя измерительного Nexus мод. 2692 (далее – усилитель);

- выход усилителя соединить с входом осциллографа цифрового «LeCroy WaveAce 2034» (далее – осциллограф);
- слегка постукивая по корпусу преобразователя пьезоэлектрического, контролировать показания осциллографа, подключенного к выходу усилителя.

При изменении выходного сигнала синхронно с ударами преобразователь пьезоэлектрический признается работоспособным.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если для преобразователей пьезоэлектрических предусмотренная процедура опробования выполняется.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.3. Определение отклонения коэффициента преобразования на базовой частоте 100 Гц

Для определения значения коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического на базовой частоте 100 Гц необходимо:

- подготовить поверочную виброустановку (далее – виброустановка) к проведению измерений в соответствии с РЭ;
- закрепить преобразователь пьезоэлектрический на измерительном столе виброустановки посредством шпильки;
- подключить преобразователь пьезоэлектрический к входу усилителя;
- выход усилителя соединить с входом мультиметром цифровым Agilent 34401A (далее – мультиметр);
- воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и пиковым значением виброускорения $14,1 \text{ м/с}^2$;
- вычислить коэффициент преобразования по формуле (1):

$$K_{\partial} = \frac{U_{\text{вых}}}{a_{\text{вх}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}$ – значение напряжения, измеренное мультиметром, мВ;
 $a_{\text{вх}}$ – задаваемое на виброустановке значение виброускорения, м/с^2

- вычислить значение допускаемого отклонения коэффициента преобразования на базовой частоте по формуле (2):

$$\delta = \frac{K_i - K_n}{K_n} \cdot 100, \quad (2)$$

где K_n – номинальное значение коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$;

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического на базовой частоте 100 Гц не превышает значение, указанное в описании типа.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.4. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Для определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) необходимо:

- подготовить виброустановку в соответствии с п. 7.3.;
- осуществить подключение и закрепление преобразователя пьезоэлектрического в соответствии с п. 7.3.;

– воспроизвести на виброустановке пиковое значение виброускорения, равное $14,1 \text{ м/с}^2$. Данное значение виброускорения остается неизменным в каждой из десяти точек исследуемого диапазона частот, находящихся в пределах рабочего диапазона частот поверяемого преобразователя пьезоэлектрического. При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона и два - в конце диапазона, а также обязательно наличие нижнего и верхнего значений частот рабочего диапазона частот;

П р и м е ч а н и е – на частотах, где технически невозможно получить указанное ускорение, коэффициент преобразования определяют при ускорениях, достижимых для виброустановки, с коэффициентом гармоник движения измерительного стола не более 10 %.

- вычислить коэффициент преобразования на каждой частоте по формуле (1);
- вычислить неравномерность АЧХ по формуле (3):

$$\delta = \frac{K_i - K_{BASE}}{K_{BASE}} \cdot 100, \quad (3)$$

где K_{BASE} – измеренное значение коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического на базовой частоте 100 Гц, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$;

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического в i -той точке диапазона частот, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает значение, указанное в описании типа.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.5. Определение нелинейности амплитудной характеристики

Для определения нелинейности амплитудной характеристики (далее – АХ) акселерометров необходимо:

- подготовить виброустановку в соответствии с п. 7.3.;
- осуществить подключение и закрепление преобразователя пьезоэлектрического в соответствии с п. 7.3.;
- воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и пиковыми значениями виброускорений 0,15; 1,00; 14,10; 49,10; 98,00; 294,00 и 490,00 м/с^2 ;
- произвести измерения в каждой контрольной точке согласно РЭ на виброустановку;
- принять за показатель нелинейности амплитудной характеристики максимальное по модулю значение, вычисленное по формуле (4):

$$|A_{max}| = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (4)$$

где K_i – измеренный коэффициент преобразования в i -м эксперименте, $\text{мВ/м} \cdot \text{с}^{-2}$;
 K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования по формуле (5):

$$K_{cp} = \frac{\sum K_i}{n} \quad (5)$$

где K_i – коэффициент преобразования в i -том измерении;
 n – число измерений.

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если нелинейность амплитудной характеристики не превышает значение, указанное в описании типа.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.6. Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

Для определения относительного коэффициента поперечного преобразования преобразователей пьезоэлектрических необходимо:

- подготовить виброустановку в соответствии с п. 7.3.;
- осуществить подключение и закрепление преобразователя пьезоэлектрического в соответствии с п. 7.3.;
- подготовить специальное поворотное устройство, обеспечивающее поворот преобразователя пьезоэлектрического вокруг его оси чувствительности на 360° с интервалом не более 30° ;
- закрепить поворотное устройство на вибрационном столе виброустановки;
- закрепить преобразователь пьезоэлектрический на поворотном устройстве посредством шпильки;
- задать уровень виброускорения равный $70,5 \text{ м/с}^2$ на базовой частоте 100 Гц;
- после каждого i -ого измерения изменять положение преобразователя пьезоэлектрического на 30° , закрепляя его на поворотном устройстве;
- рассчитать значение относительного коэффициента поперечного преобразования (K_{Π}) для каждого положения преобразователя пьезоэлектрического, соответствующего повороту вокруг оси чувствительности на $0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330^\circ$ по формуле (6):

$$K_{\Pi} = \frac{K_{cp}}{K_{BASE}} \cdot 100, \quad (6)$$

где K_{BASE} – коэффициент преобразования преобразователя пьезоэлектрического на базовой частоте 100 Гц;

K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования преобразователя пьезоэлектрического, рассчитанное по формуле (5).

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если относительный коэффициент поперечного преобразования преобразователя пьезоэлектрического не превышает значение, указанное в описании типа.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

8. Оформление результатов поверки

8.1. При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.2. При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

Заместитель начальника лаборатории №441
ФБУ «Ростест-Москва»



Н.В. Гольшак