



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

М.п.

«08» июля 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ ТМ

Методика поверки

РТ-МП-6190-441-2019

г. Москва
2019 г.

Настоящая методика распространяется на вибропреобразователи серии ТМ (далее – вибропреобразователи), изготовленные фирмой PVTVM Inc., США., и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 2 года.

1 Операции поверки

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 |
| Внешний осмотр | 7.1 | Да | Да |
| Опробование | 7.2 | Да | Да |
| Определение отклонения коэффициента преобразования на базовой частоте 100 Гц | 7.3 | Да | Да |
| Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики | 7.4 | Да | Да |
| Определение нелинейности амплитудной характеристики | 7.5 | Да | Да |
| Определение относительного коэффициента поперечного преобразования вибропреобразователя | 7.6 | Да | Нет |

2 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства измерений

| Номер пункта НД по поверке | Наименование средств поверки |
|----------------------------|---|
| 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6 | Поверочная виброустановка 2-го разряда по приказу Росстандарта № 2772 от 27.12.2018, диапазон частот от 0,5 до 10000 Гц |
| | Источник питания GPD-72303S, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{Вых}} \pm 10 \cdot \kappa)$, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока $\pm(0,005 \cdot U_{\text{Вых}} + 0,01)$; |
| | Мультиметр цифровой Agilent 34401A диапазон измерений переменного напряжения от 1 мВ до 1000 В, ПГ $\pm(0,5 + 0,1 \cdot ((10 / U_{\text{изм}}) - 1))$; |

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки вибропреобразователей 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

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С

относительная влажность воздуха не более 80 %

атмосферное давление от 94 до 106 кПа

6 Подготовка к поверке

6.1 Проверить наличие средств поверки, укомплектованность их эксплуатационными документацией (далее - ЭД) и необходимыми элементами соединений.

6.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями ЭД на указанные средства.

6.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с ЭД на указанные средства.

7 Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие вибропреобразователя следующим требованиям:

- отсутствие видимых механических повреждений корпуса вибропреобразователя, отсутствие внешних повреждений соединительного кабеля, исправность крепежных приспособлений;

- соответствие комплектности и маркировки ЭД.

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

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

7.2. Опробование

Для проведения опробования вибропреобразователей необходимо:

- подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;

- разместить вибропреобразователь на рабочем месте, исключив перегибание соединительных кабелей;

- закрепить вибропреобразователь на поверочной виброустановке 2-ого разряда (далее – виброустановка);

- для модификации ТМ016 с унифицированным токовым выходом подключить вибропреобразователь к источнику питания GPD-7303S (далее по тексту - источник питания) в соответствии со схемой, указанной в руководстве по эксплуатации;

Воспроизвести на виброустановке СКЗ виброускорения равное 10 м/с² с частотой 100 Гц.

При изменении выходного сигнала синхронно с воспроизводимым виброускорением вибропреобразователь признается работоспособным.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если для вибропреобразователей предусмотренная процедура опробования успешно 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 вибропреобразователей на базовой частоте 100 Гц необходимо:

- подготовить поверочную виброустановку (далее – виброустановка) к проведению измерений в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- закрепить вибропреобразователь на измерительном столе виброустановки посредством шпильки;
- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

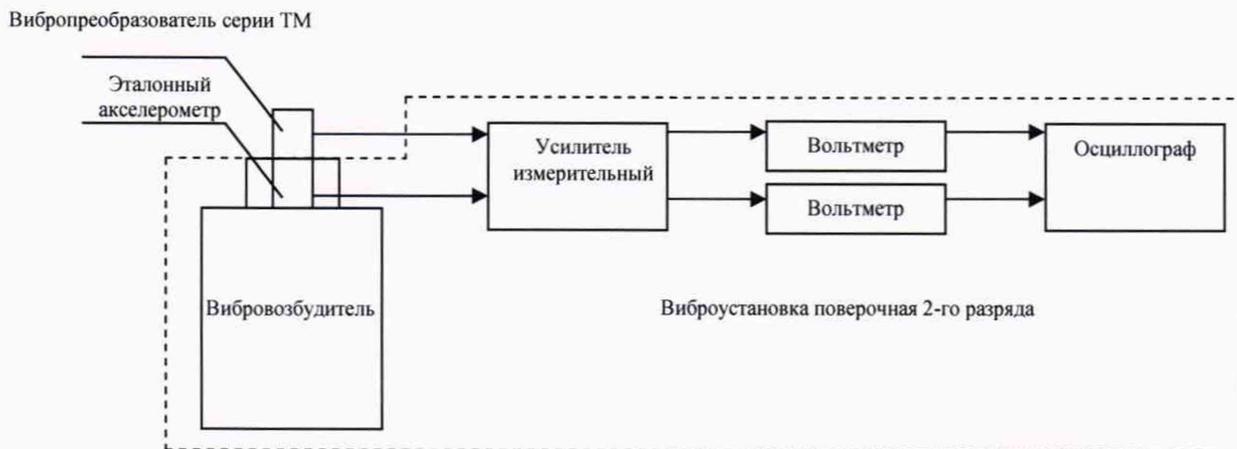


Рисунок 1 – Схема подключения вибропреобразователя при проведении поверки

– подключить вибропреобразователь к входу согласующего усилителя из состава виброустановки;

– модификацию ТМ016 с унифицированным токовым выходом подключить к источнику питания;

– для вибропреобразователей модификаций ТМ0782А, ТМ0768А, ТМ016 в исполнении, измеряющем среднеквадратическое значение виброускорения, воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и значение СКЗ виброускорения, равным половине максимального значения диапазона измерений;

– для вибропреобразователей модификаций ТМ0793V, ТМ0796V, ТМ016 в исполнении, измеряющем пиковое значение виброскорости, воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и пиковым значением виброскорости, равным половине максимального значения диапазона измерений;

- для вибропреобразователя модификации ТМ016 в исполнении, измеряющем СКЗ виброскорости, воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и СКЗ виброскорости, равным половине максимального значения диапазона измерений.

Для вибропреобразователей модификаций ТМ0782А, ТМ0768А действительное значение коэффициента преобразования K_{∂} определяют по формуле 1

$$K_{\partial} = U_{\text{вых}} / a_{\text{вх}} \text{ (мВ/(м/с}^2\text{))}, \quad (1)$$

Для вибропреобразователей модификаций ТМ0793V, ТМ0796V действительное значение коэффициента преобразования K_{∂} определяют по формуле 2:

$$K_{\partial} = U_{\text{вых}} / (V_{\text{вх}} / 1,41) \text{ (мВ/(мм/с))} \quad (2)$$

где $U_{\text{вых}}$ – значение напряжения, измеренное мультиметром на выходе вибропреобразователя;
 $a_{\text{вх}}$, $V_{\text{вх}}$ – задаваемые на виброустановке значения СКЗ виброускорения, ПИК виброскорости соответственно

Для вибропреобразователей модификации ТМ016, в зависимости от исполнения измеряющими СКЗ виброускорения и виброскорости, а также пиковое значение виброскорости, действительное значение коэффициента преобразования K_{∂} определяют по формулам 3,4 и 5:

$$K_{\partial} = (I_{\text{вых}} - I_0) / a_{\text{вх}} \text{ (мА/(м/с}^2\text{))} \quad (3)$$

$$K_{\partial} = (I_{\text{вых}} - I_0) / V_{\text{вх}} \text{ (мА/(мм/с))} \quad (4)$$

$$K_{\partial} = (I_{\text{вых}} - I_0) / 1,41 \cdot V_{\text{вх}} \text{ (мА/(мм/с))} \quad (5)$$

где I_0 – начальный выходной ток (значение начального выходного тока должно быть равным $4,0 \pm 0,1$ мА);

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

$a_{\text{вх}}, V_{\text{вх}}$ – задаваемые на виброустановке значения СКЗ виброускорения, СКЗ виброскорости соответственно.

Для вибропреобразователей модификации ТМ016 рассчитать номинальное значение коэффициента преобразования K_n по формуле 6:

$$K_n = 16/D \text{ (мА/(м/с}^2\text{)), (мА/(мм/с))} \quad (6)$$

где D – диапазон измерений испытываемого вибропреобразователя, м/с², мм/с;

Значение допускаемого отклонения коэффициента преобразования на базовой частоте вычисляют по формуле 7:

$$\delta = \frac{K_{\partial} - K_n}{K_n} \cdot 100\% \quad (7)$$

где K_n – номинальное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя;

K_{∂} – измеренное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования вибропреобразователя на базовой частоте 100 Гц не превышают:

± 15 % для модификаций ТМ0782А, ТМ0768А;

± 10 % для модификаций ТМ0793V, ТМ0796V;

± 5 % для модификации ТМ016

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 осуществить подключение в соответствии с Рисунком 1. Подготовить виброустановку в соответствии с «Руководством по эксплуатации».

Для вибропреобразователей модификаций ТМ0782А, ТМ0768А, ТМ016 в исполнении, измеряющем среднееквадратическое значение виброускорения, воспроизвести на виброустановке значение СКЗ виброускорения, равное половине максимального значения диапазона измерений;

Для вибропреобразователей модификаций ТМ0793V, ТМ0796V, ТМ016 в исполнении, измеряющем пиковое значение виброскорости, воспроизвести на виброустановке значение виброскорости, равное половине максимального значения диапазона измерений;

Для вибропреобразователя модификации ТМ016 в исполнении, измеряющем СКЗ виброскорости, воспроизвести на виброустановке значение виброскорости, равное половине максимального значения диапазона измерений.

Данные значения параметров вибрации остаются неизменными в десяти точках равномерно распределенных в частотном диапазоне для поверяемой модификации, включая

крайние точки диапазонов измерений.

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%;

- в зависимости от модификации вибропреобразователя рассчитать измеренное значение коэффициента преобразования по формулам 1-5.

Неравномерность АЧХ вычислить по формуле (8)

$$\delta = 20 \lg \frac{K_{изм.}}{K_n}, \quad (8)$$

где K_n – значение коэффициента преобразования вибропреобразователя на базовой частоте 100 Гц;

$K_{изм.}$ – измеренное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя.

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

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) вибропреобразователей необходимо:

– подготовить виброустановку к проведению измерений в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;

– закрепить вибропреобразователь на измерительном столе виброустановки посредством шпильки;

– собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

– в зависимости от модификации вибропреобразователя воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц по четырем контрольным точкам диапазона измерений параметров вибрации равным: нижний предел измерений (далее – НПИ), 25, 50, 75 и 100 % от верхнего предела измерений;

– произвести измерения в каждой контрольной точке согласно РЭ на виброустановку.

За показатель нелинейности амплитудной характеристики принять максимальное по модулю значение, вычисленное по формуле 9:

$$|A_{\max}| = \frac{K_{\partial i} - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (9)$$

где $K_{\partial i}$ – измеренный коэффициент преобразования в i -м эксперименте;

K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования по формуле 10.

Вычисление среднего значения коэффициента преобразования (K_{cp}) произвести по формуле 10:

$$K_{cp} = \frac{\sum_i K_{\partial i}}{n}, \quad (10)$$

где $K_{\partial i}$ – коэффициент преобразования в i -том измерении;

n – число измерений.

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если нелинейность амплитудной характеристики не превышает 3 %.

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

7.6. Определение относительного коэффициента поперечного преобразования вибропреобразователя

Для определения относительного коэффициента поперечного преобразования вибропреобразователя необходимо:

– подготовить виброустановку для воспроизведения ускорения в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;

– подготовить специальное поворотное устройство, обеспечивающее поворот вибропреобразователя вокруг его оси чувствительности на 360° с интервалом не более 30° ;

– закрепить поворотное устройство на вибрационном столе виброустановки;

– закрепить вибропреобразователь на поворотном устройстве посредством шпильки;

– собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

– для вибропреобразователей модификаций ТМ0782А, ТМ0768А, ТМ016 в исполнении, измеряющем среднеквадратическое значение виброускорения, воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и значение СКЗ виброускорения, равным 25% диапазона измерений;

– для вибропреобразователей модификаций ТМ0793V, ТМ0796V, ТМ016 в исполнении, измеряющем пиковое значение виброскорости, воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и пиковым значением виброскорости, равным 25% диапазона измерений;

для вибропреобразователя модификации ТМ016 в исполнении, измеряющем СКЗ виброскорости, воспроизвести на виброустановке вибрацию с частотой 100 Гц и СКЗ виброскорости, равным 25% диапазона измерений;

– после каждого i -ого измерения изменять положение вибропреобразователя на 30° , закрепляя его на поворотном устройстве.

Виброустановка в автоматическом режиме фиксирует значение коэффициента поперечного преобразования для каждого положения вибропреобразователя, соответствующего повороту вокруг оси чувствительности на $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ$.

Вычислить относительный коэффициент поперечного преобразования по формуле (11):

$$K_{\Pi} = \frac{K_{cp}}{K} \cdot 100 \quad (11)$$

где K_{Π} – относительный коэффициент поперечного преобразования;

K – коэффициент преобразования вибропреобразователя на базовой частоте 100 Гц;

K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, рассчитанное по формуле (10).

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если относительный коэффициент поперечного преобразования вибропреобразователя не превышает 5 %.

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 выдается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальника сектора №441-3
ФБУ «Ростест - Москва»

 И.А. Кофиади