



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/с<sup>2</sup> 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.

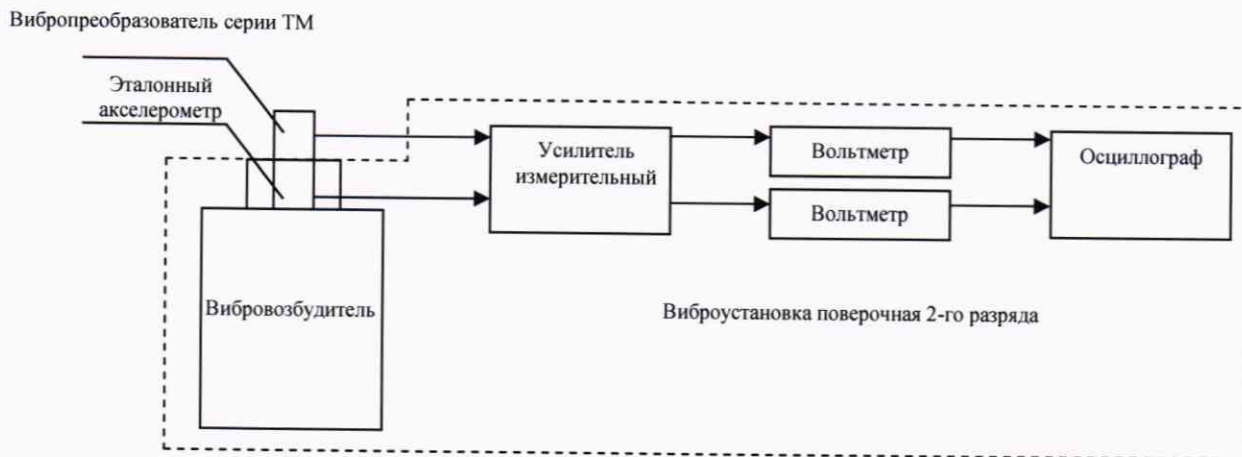


Рисунок 1 – Схема подключения вибропреобразователя при проведении поверки

- 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  $K_{\partial}$  определяют по формуле 1

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

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

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

где  $U_{\text{вых}}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром на выходе вибропреобразователя;  
 $a_{\text{ex}}, V_{\text{ex}}$  – 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  $K_{\partial}$  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/с<sup>2</sup>, 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;

$K_{\partial}$  – 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 среднеквадратическое 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  $\pm 3$  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:

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

где  $K_{\delta i}$  – 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:

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

где  $K_{\delta i}$  – 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  $360^\circ$  с интервалом не более  $30^\circ$ ;

– 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  $30^\circ$ , 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  $K_{\Pi}$  – 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