

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)



СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«06» 06 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТОРОС ВП103

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-33-2024

г. Москва  
2024 г.

## Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи ТОРОС ВП103 (далее – вибропреобразователи), предназначенные для измерений среднеквадратического значения (далее – СКЗ) виброускорения, СКЗ виброскорости и СКЗ виброперемещения по трём взаимно перпендикулярным измерительным осям.

Конструктивно вибропреобразователи состоят из датчиков вибрации, блоков обработки сигнала, модулей передачи данных, заключенных в единый разборный металлический корпус. Модули передачи данных могут быть выполнены в двух исполнениях – модуль передачи данных по беспроводной системе передачи сигналов и модуль передачи данных по шине USB. Питание осуществляется от автономного источника питания или по кабелю USB.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений (далее - СИ), вибропреобразователи должны быть укомплектованы модулем передачи данных по шине USB.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018). При проведении поверки в качестве средства поверки должен использоваться эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки средства измерений в сокращенном диапазоне рабочих частот с указанием объема выполненной поверки в сведениях, передаваемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## 1. Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок вибропреобразователей ТОРОС ВП103 выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции  | Номер пункта МП | Проведение операции при поверке |               |
|--|-----------------|---------------------------------|---------------|
|  |                 | первичной                       | периодической |
| 1  | 2               | 3                               | 4             |
| Внешний осмотр средства измерений  | 6               | да                              | да            |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений  | 7               | да                              | да            |
| Проверка программного обеспечения средства измерений   | 8               | да                              | да            |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям | 9               | да                              | да            |
| Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения, виброскорости и виброперемещения на базовой частоте 160 Гц  | 9.1             | да                              | да            |
| Определение неравномерности частотной характеристики   | 9.2             | да                              | да            |
| Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям  | 9.3             | да                              | да            |

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится и результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

## 2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха:  $20 \pm 5$  °С
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %.

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства должны иметь защитное заземление в случае, если они предусмотрены эксплуатационной документацией на данные средства.



### 3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

3.1. К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на вибропреобразователи ТОРОС ВП103 и данной методикой поверки.

### 4. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

4.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки   | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|--|--|---|
| 1  | 2  | 3   |
| 7.3  | Средства измерений температуры от 15 °С до +30 °С с погрешностью не более $\pm 1$ °С;<br>Средства измерений относительной влажности от 10 % до 85 %, с погрешностью не более $\pm 7$ % | Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13   |
| 9.1-9.3  | Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772   | Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17) |
| <i>Примечания - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям</i> |  |   |

### 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

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

5.2. При работе с средствами поверки и поверяемым вибропреобразователем должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в соответствующей эксплуатационной документации.

### 6. Внешний осмотр средства измерений

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов.

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, вибропреобразователь считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

## 7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации, вибропреобразователь должен быть укомплектован модулем передачи данных по шине USB.

7.2. Проверяют работоспособность вибропреобразователя - подключают вибропреобразователь кабелем USB к ПК с установленным программным обеспечением (далее – ПО) «Тестирование датчика системы ТОРОС-22» и запускают процесс измерения. Убеждаются, что в окне показаний измерений параметров вибрации отображаются данные.

7.3. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 2.

## 8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Серийный номер вибропреобразователя

Тестирование датчика системы ТОРОС-22

**ВАСТ** Беспроводная система вибромониторинга ТОРОС-22 **ИНФО**

Тест LoRa: пройден  
 ID датчика: 68-68-88-bf  
 CRC32: D93C49D1  
 Версия ПО: 1.7  
 Дата ПО: 08.06.2023  
 U питания: 3,40 В  
 t датчика: 22,0°C

COM: COM3

Измерить: 2-1000 Гц  
 10-1000 Гц

Результаты измерений 2-1000 Гц

|                  | Ось X  | Ось Y | Ось Z  |
|------------------|--------|-------|--------|
| м/с <sup>2</sup> | 15,53  | 15,19 | 15,95  |
| мм/с             | 43,21  | 38,94 | 42,78  |
| мкм              | 1386,5 | 871,4 | 1181,0 |

Рисунок 1. Серийный номер вибропреобразователя

Для проверки программного обеспечения средства измерений на ПК пользователя должно быть установлено и запущено ПО «Тестирование датчика системы ТОРОС-22», вибропреобразователь соединен с ПК кабелем USB. При подключении вибропреобразователя в левом верхнем блоке ПО отобразится серийный номер вибропреобразователя (рисунок 1), при нажатии на кнопку «ИНФО» отобразится номер версии ПО (рисунок 2).



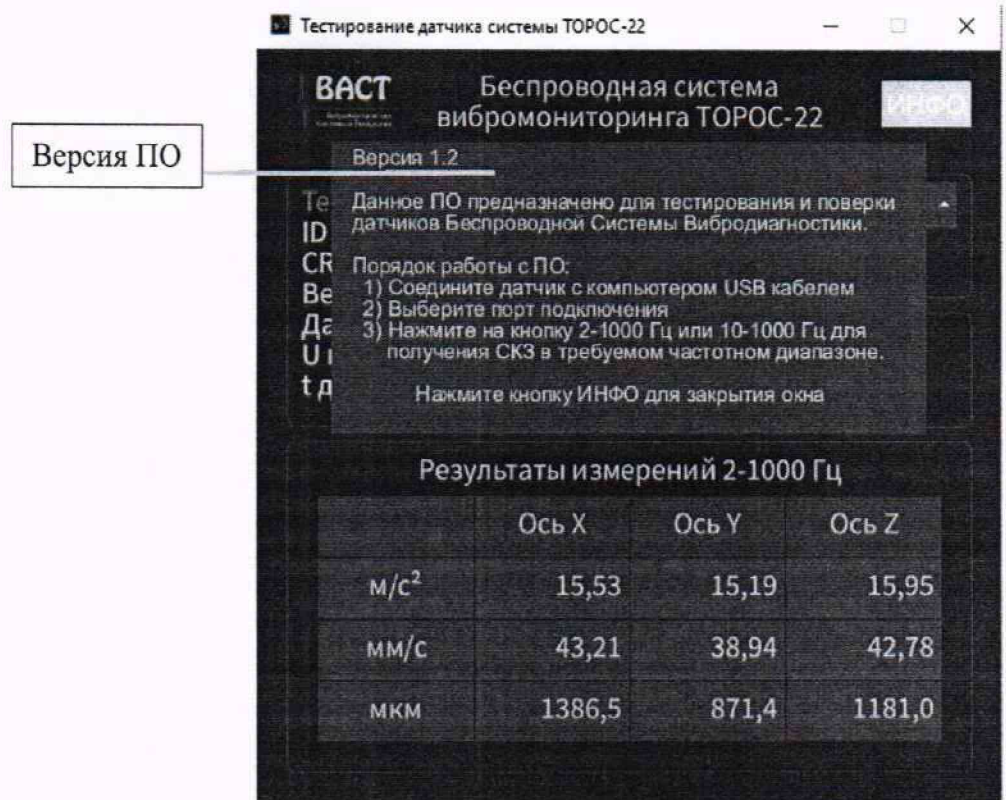


Рисунок 2. Версия ПО

Вибропреобразователь считается пригодным к применению, если выполняются следующие требования:

- версия программного обеспечения «Тестирование датчика системы ТОРОС-22» не ниже 1.2;
- серийные номера на корпусе вибропреобразователя и определяемые ПО совпадают.

## 9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям.

При определении метрологических характеристик средства измерений запускается ПО аналогично п.8, каждый пункт методики поверки выполняется последовательно для каждой оси – X, Y и Z вибропреобразователя, при получении значений параметров вибрации используется фильтр 2-1000 Гц.

9.1. Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ параметров вибрации на базовой частоте 160 Гц.

Закрепить вибропреобразователь на виброустановке таким образом, чтобы направление измерительной оси было перпендикулярно плоскости вибростола.

Последовательно задать значения СКЗ виброускорения на базовой частоте в соответствии с таблицей 3. Зафиксировать по экрану компьютера соответствующие значения СКЗ виброускорения, СКЗ виброскорости и СКЗ виброперемещения.

Таблица 3

| Виброускорение                     |                                       |                                       | Виброскорость         |                          |                                       | Виброперемещение      |                          |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Заданный уровень, м/с <sup>2</sup> | Измеренное значение, м/с <sup>2</sup> | Основная относительная погрешность, % | Заданный уровень, м/с | Измеренное значение, м/с | Основная относительная погрешность, % | Заданный уровень, мкм | Измеренное значение, мкм | Основная относительная погрешность, % |
| 0,2                                |                                       |                                       | 0,1989                |                          |                                       | 0,1979                |                          |                                       |
| 1                                  |                                       |                                       | 0,9947                |                          |                                       | 0,9895                |                          |                                       |
| 5                                  |                                       |                                       | 4,974                 |                          |                                       | 4,947                 |                          |                                       |
| 10                                 |                                       |                                       | 9,947                 |                          |                                       | 9,895                 |                          |                                       |
| 15                                 |                                       |                                       | 14,92                 |                          |                                       | 14,84                 |                          |                                       |
| 20                                 |                                       |                                       | 19,89                 |                          |                                       | 19,79                 |                          |                                       |

Определить основную относительную погрешность по формуле (1):

$$\delta_i = \frac{(A_i - A_D)}{A_D} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где:

$A_i$  – измеренное значение СКЗ параметра вибрации в  $i$ -той точке измерения, м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм);

$A_D$  - заданное значение СКЗ параметра вибрации в  $i$ -той точке измерения, м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм).

## 9.2 Определение неравномерности частотной характеристики

Закрепить вибропреобразователь на виброустановке таким образом, чтобы направление измерительной оси было перпендикулярно плоскости вибростола.

Задать значение СКЗ виброускорения согласно таблице 4.

Зафиксировать по экрану компьютера соответствующие значения параметров вибрации.

Таблица 4

| Частота, Гц | Виброускорение                     |                                       |   | Виброскорость         |                          |   | Виброперемещение      |                          |   |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------|--------------------------|---|-----------------------|--------------------------|---|
|             | Заданный уровень, м/с <sup>2</sup> | Измеренное значение, м/с <sup>2</sup> | Неравномерность частотной характеристики, % | Заданный уровень, м/с | Измеренное значение, м/с | Неравномерность частотной характеристики, | Заданный уровень, мкм | Измеренное значение, мкм | Неравномерность частотной характеристики, % |
| 2           | 0,2                                |                                       |   | 15,915                |                          |   | 1266,51               |                          |   |
| 5           | 1                                  |                                       |   | 31,831                |                          |   | 1013,21               |                          |   |
| 8           | 1                                  |                                       |   | 19,894                |                          |   | 395,79                |                          |   |
| 10          | 5                                  |                                       |   | 79,577                |                          |   | 1266,51               |                          |   |
| 20          | 10                                 |                                       |   | 79,577                |                          |   | 633,26                |                          |   |
| 50          | 10                                 |                                       |   | 31,831                |                          |   | 101,32                |                          |   |
| 80          | 10                                 |                                       |   | 19,894                |                          |   | 39,579                |                          |   |
| 160         | 10                                 |                                       |   | 9,947                 |                          |   | 9,895                 |                          |   |
| 200         | 10                                 |                                       |   | 7,958                 |                          |   | 6,333                 |                          |   |
| 500         | 10                                 |                                       |   | 3,183                 |                          |   | 1,013                 |                          |   |
| 800         | 10                                 |                                       |   | 1,989                 |                          |   | 0,396                 |                          |   |
| 1000        | 10                                 |                                       |   | 1,592                 |                          |   | 0,253                 |                          |   |

Неравномерность частотной характеристики определить по формуле (2) для диапазона частот (св. 10 до 1000 включ.) Гц и по формуле (3) для диапазона (от 2 до 10 включ.) Гц:

$$\delta_i = \frac{\left(\frac{V_{БЗ}}{V_{3i}} \cdot V_i - V_B\right)}{V_B} \cdot 100, \% \quad (2)$$

$$\delta_i = 20 \cdot \lg \frac{\left(\frac{V_{БЗ}}{V_{3i}} \cdot V_i\right)}{V_B}, \text{ дБ} \quad (3)$$

где:

$V_{БЗ}$  – задаваемое значение СКЗ параметра вибрации на базовой частоте 160 Гц, м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм);

$V_{3i}$  – задаваемое значение СКЗ параметра вибрации на  $i$ -той частоте м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм);

$V_i$  – измеренное значение СКЗ параметра вибрации в  $i$ -той точке измерения, м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм);



$V_B$  - измеренное значение СКЗ параметра вибрации на базовой частоте 160 Гц,  $m/s^2$  (мм/с, мкм).

9.3. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Вибропреобразователь считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если выполняются следующие требования:

- значения основной относительной погрешности измерений СКЗ параметров вибрации на базовой частоте 160 Гц не превышают  $\pm 5\%$ ;
- значения неравномерности частотной характеристики не превышают для диапазона частот (от 2 до 10 включ.) Гц  $\pm 3$  дБ, для диапазона частот (св. 10 до 1000 включ.) Гц  $\pm 10\%$ .

## 10. Оформление результатов поверки


10.1. Вибропреобразователь, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.


10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ вибропреобразователь признается непригодным и не допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на вибропреобразователь оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. Результаты поверки вибропреобразователя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204  
ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер  
ФГБУ «ВНИИМС»

  
А.Г. Волченко

  
С.В. Четыркин