

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

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ И МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН  
МНОГОКАНАЛЬНЫЕ «ВЕКТОР-П»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-35-2024

г. Москва  
2024 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы параметров вибрации и механических величин многоканальные «ВЕКТОР-П» (далее - анализаторы). Анализаторы предназначены для измерения в непрерывном режиме параметров относительной вибрации, осевого сдвига и числа оборотов вала, обработки и передачи данных на ПК и АРМ пользователя, установленных на КС «Новосиндорская» КЦ 7.

Принцип действия анализаторов основан на измерении сигналов, поступающих от первичных преобразователей, обработки сигналов и передачи информации в цифровом виде на ПК пользователя по интерфейсу RS-485 и аналогового сигнала по токовому выходу 4-20 мА на АРМ пользователя.

Анализаторы состоят из контроллера, выполненного в пластиковом корпусе с подключенными к нему первичными преобразователями.

Анализаторы включают в себя 3 входных канала, где каждый входной канал может иметь 3 выходных канала, которые в зависимости от настройки позволяют проводить измерения относительной вибрации, осевого сдвига и частоты вращения.

Каналы измерения относительной вибрации, осевого сдвига и частоты вращения включают в себя первичные преобразователи перемещения вихретоковые ВПД-10-2Р-55/70-SR50-B, принцип действия которых основан на взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого датчиком, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте контроля. Используемое преобразование параметрического типа позволяет проводить измерения зазора и его изменения, пропорционального виброперемещению. Преобразователи являются преобразователями параметрического типа и могут работать, начиная с частоты равной нулю (постоянный входной сигнал).

При определении метрологических характеристик каналов измерения относительной вибрации 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 определении метрологических характеристик каналов частоты вращения используется метод прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений угловой скорости и частоты вращения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.09.2022 г. № 2183

При определении метрологических характеристик каналов измерений осевого сдвига используется метод прямых измерений в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений длины.

При проведении поверки каналов измерения относительной вибрации обеспечивается 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 средств 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.

При проведении поверки каналов измерения частоты вращения обеспечивается прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному специальному эталону единицы угловой скорости (ГЭТ 108-2019). При проведении поверки в качестве



средства поверки должен использоваться эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений угловой скорости и частоты вращения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.09.2022 г. № 2183

При проведении поверки каналов измерения осевого сдвига обеспечивается прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному эталону единицы длины – метра (ГЭТ 2-2021) по локальной поверочной схемой для средств измерений длины.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки средства измерений в сокращенном объеме с указанием объема выполненной поверки в сведениях, передаваемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке при его оформлении по заявлению заказчика.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок анализаторов параметров вибрации и механических величин многоканальных «ВЕКТОР-П» выполняют 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 размаха виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне от 20 до 1000 мкм | 9.1             | да                              | да            |
| Определение абсолютной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне от 2 до 20 мкм                | 9.2             | да                              | да            |
| Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты   | 9.3             | да                              | да            |
| Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига  | 9.4             | да                              | да            |
| Определение абсолютной и относительной погрешностей измерения частоты вращения   | 9.5             | да                              | да            |
| Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям  | 9.6             | да                              | да            |

2.2 При получении отрицательного результата по какому-либо пункту методики поверки дальнейшая поверка по данному пункту МП не проводится, результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

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



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

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

4.1 К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на анализаторы параметров вибрации и механических величин многоканальные «ВЕКТОР-П» и данной методикой поверки.

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

5.1 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 государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772, включающая диапазон измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения, и диапазон рабочих частот поверяемого анализатора | Виброустановка калибровочная портативная 9100D (рег. № 50247-12)   |
| 9.4  | Средство воспроизведения длины в диапазоне от 0,5 до 1,5 мм, погрешность $\pm 0,015$ мм<br>РЭ по Локальной поверочной схеме для средств измерений длины   | Устройства для поверки и настройки вихретоковых преобразователей ТИК-ЮСТ, рег. № 76091-19;<br>Индикатор часового типа ИЧ10 (рег. № 49310-12)<br>Индикатор часового типа ИЧ50 (рег. № 49349-12) |

|     |  |                              |
|-----|--|------------------------------|
| 9.5 | Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.09.2022 г. № 2183 | Стенд СП31 (рег. № 61681-15) |
|-----|--|------------------------------|

Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям.

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.**

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

6.2 При работе со средствами поверки и поверяемым анализатором должны быть соблюдены требования безопасности, оговорённые в соответствующей эксплуатационной документации.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида описанию типа и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

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

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

8.2 Подключить преобразователь перемещения вихретоковый ВПД-10-2Р-55/70-SR50-B (далее преобразователь) к контроллеру, подсоединить персональный компьютер или ноутбук (далее - ПК) к контроллеру по интерфейсу RS-485, включить питание ПК и контроллера «Вектор-П», запустить программу обработки данных evector.exe. Закрепить преобразователь, в зависимости от канала, к которому подключен преобразователь на вибростенд, специальный стенд с микрометрической головкой или тахометрический стенд. Плавное изменение параметров, измеряемые СИ, убедиться по экрану ПК в наличии изменений данных, получаемых от контроллера.

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

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 3.

МПО процессорной платы является неизменным и загружается при производстве анализаторов и указывается в паспорте на анализатор. Для проверки идентификационных данных сверить МПО процессорной платы, указанное в паспорте с



данными, указанными в таблице 3.

Для проверки идентификационных данных внешнего ПО запустить программу обработки данных evector.exe.

О открывшемся окне программы (рис.1) в левом верхнем углу приведены идентификационные данные программного обеспечения

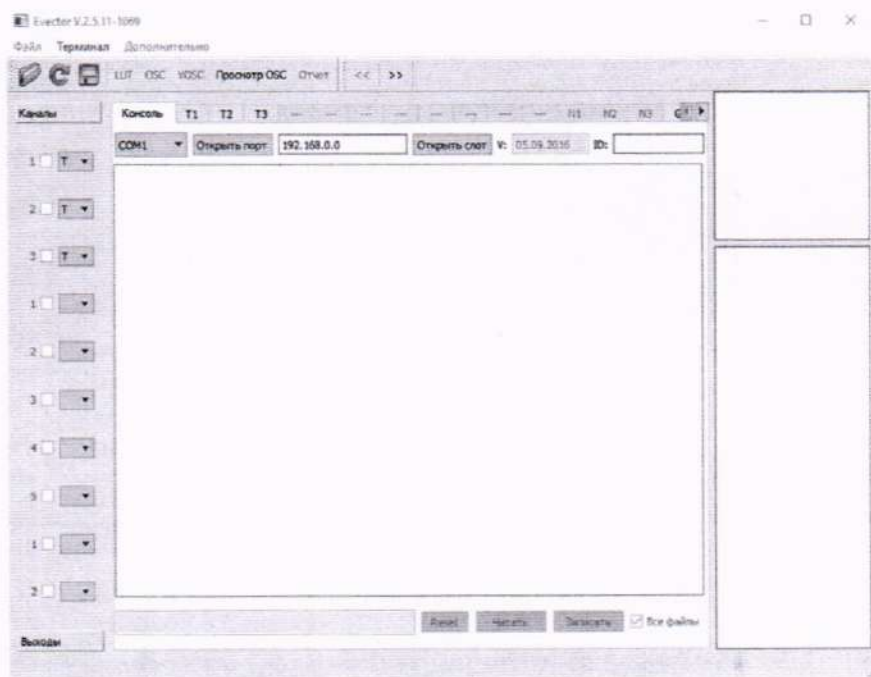


Рисунок 1. Программное обеспечение evector.exe

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Наименование программного обеспечения | Идентификационное наименование программного обеспечения | Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения |
|---------------------------------------|---|---|
| МПО процессорной платы                | VectorP5  | 2011_10_19_2019   |
| Внешнее ПО                            | Evector   | не ниже V 2.5.10  |

Анализатор считается прошедшим поверку по данному пункту методики поверки, если полученные идентификационные данные ПО совпадают с указанными в таблице 3.

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

При определении метрологических характеристик средства измерений запустить ПО аналогично п.8, выполнять пункты методики поверки по отдельным каналам в зависимости от конфигурации анализатора. Датчики из состава ЗИП поверяются по всем пунктам методики поверки.

10.1 Определение основной относительной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне от 20 до 1000 мкм.

Закрепить преобразователь перемещения вихретоковый ВПД-10-2Р-55/70-SR50-В на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола с зазором 1000 мкм между поверхностью вибростола и чувствительным элементом преобразователя.

Последовательно задать значения размаха виброперемещения: 20, 40, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 мкм на базовой частоте. Считать с экрана ПК соответствующие значения виброперемещения и соответствующие им значения тока.

Рассчитать относительную погрешность по формулам (1) для цифрового индикатора и (2) для унифицированного сигнала:

$$\delta_{iЦ} = \frac{(S_i - S_D)}{S_D} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где:

$S_i$  – измеренное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм;

$S_D$  – заданное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм.

$$\delta_{iУ} = \frac{\left(\frac{(I_i - 4) \cdot 1000}{16} - S_D\right)}{S_D} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где:

$I_i$  – измеренное значение тока в  $i$ -той точке измерения, мА;

$S_D$  – заданное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне от 2 до 20 мкм

Закрепить преобразователь перемещения вихретоковый ВПД-10-2Р-55/70-SR50-В на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола с зазором 1000 мкм между поверхностью вибростола и чувствительным элементом преобразователя.

Последовательно задать значения размаха виброперемещения: 2, 5, 10, 16, 20 мкм на базовой частоте. Считать с экрана ПК соответствующие значения виброперемещения и соответствующие им значения тока.

Рассчитать абсолютную погрешность по формулам (3) для цифрового индикатора и (4) для унифицированного сигнала:

$$\Delta_{iЦ} = S_i - S_D \text{ мкм} \quad (3)$$

где:

$S_i$  – измеренное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм;

$S_D$  – заданное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм.

$$\Delta_{iУ} = \frac{(I_i - 4) \cdot 1000}{16} - S_D, \text{ мкм} \quad (4)$$

где:

$I_i$  – измеренное значение тока в  $i$ -той точке измерения, мА;

$S_D$  – заданное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм.

10.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты.

Закрепить преобразователь перемещения вихретоковый ВПД-10-2Р-55/70-SR50-В на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола с зазором 1000 мкм между поверхностью вибростола и чувствительным элементом преобразователя.

Задать на частотах 10, 20, 40, 80, 160, 315, 500, 630, 800 и 1000 Гц размах виброперемещения 100 мкм. Считать с экрана ПК соответствующие значения виброперемещения и соответствующие им значения тока.

Неравномерность АЧХ рассчитать по формуле (5):



$$\delta_i = \frac{(S_i - S_B)}{S_B} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где:

$S_i$  – измеренное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мм/с;

$S_B$  – измеренное значение виброперемещения на базовой частоте 80 Гц, мм/с.

При невозможности задания виброустановкой параметра вибрации на определенных частотах, допускается изменять значения в сторону их уменьшения для определения АЧХ, а расчет выполнять по формуле (6):

$$\delta_i = \frac{\left(\frac{S_{БЗ}}{S_{3i}} \cdot S_i - S_B\right)}{S_B} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где:

$S_{БЗ}$  – задаваемое значение виброперемещения на базовой частоте 80 Гц, мкм;

$S_{3i}$  – задаваемое значение виброперемещения на  $i$ -той частоте мкм;

$S_i$  – измеренное значение виброперемещения в  $i$ -той точке измерения, мкм;

$S_B$  – измеренное значение виброперемещения на базовой частоте 80 Гц, мкм.

#### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига.

Закрепить преобразователь перемещения вихретоковый ВПД-10-2Р-55/70-SR50-В на устройстве для поверки и настройки вихретоковых преобразователей ТИК-ЮСТ с начальным зазором (осевой сдвиг) 500 мкм между образцом металла, из которого выполнен ротор компрессорной установки (входит в комплект поставки) и чувствительным элементом преобразователя. Поочередно выставить зазор между металлом поверочного устройства и чувствительным элементом первичного преобразователя аппаратуры равный 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 и 1,5 мм при помощи мер длины концевых плоскопараллельных. Считать с экрана ПК соответствующее значение зазора и соответствующее ему значение тока.

Рассчитать абсолютную погрешность по формулам (7) для цифрового индикатора и (8) для унифицированного сигнала

$$\Delta_{iц} = S_i - S_d \text{ мкм} \quad (7)$$

где:

$S_i$  – измеренное значение осевого сдвига в  $i$ -той точке измерения, мкм;

$S_d$  – заданное значение осевого сдвига в  $i$ -той точке измерения, мкм.

$$\Delta_{iy} = \frac{500 + (I_i - 4) \cdot 1000}{16} - S_d, \text{ мкм} \quad (8)$$

где:

$I_i$  – измеренное значение тока в  $i$ -той точке измерения, мА;

$S_d$  – заданное значение осевого сдвига в  $i$ -той точке измерения, мкм.

#### 10.5 Определение абсолютной и относительной погрешностей измерения частоты вращения.

Закрепить преобразователь перемещения вихретоковый ВПД-10-2Р-55/70-SR50-В на стенд СП-31. Последовательно, изменяя частоту вращения СП-31, задать значения 5, 60, 600, 1200, 2400, 4800 и 6000 об/мин.

Рассчитать абсолютную погрешность по формуле (9) для цифрового индикатора и относительную погрешность по формуле (10) для унифицированного сигнала измерений частоты вращения:

$$\Delta_{i\omega} = N_i - N_d, \text{ об/мин} \quad (9)$$

где:

$N_i$  – измеренное значение частоты вращения в  $i$ -той точке измерения, об/мин;

$N_d$  – заданное значение частоты вращения в  $i$ -той точке измерения, об/мин.

$$\delta_{i\omega} = \frac{\left(\frac{(I_i - 4) \cdot 6000}{16} - N_d\right)}{N_d} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где:

$I_i$  – измеренное значение тока в  $i$ -той точке измерения, мА;

$N_d$  – заданное значение частоты вращения в  $i$ -той точке измерения, об/мин.

#### 10.6 Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Анализатор считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если для пунктов 10.1 - 10.5 выполняются следующие требования:

- значение основной относительной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне от 20 до 1000 мкм не превышают  $\pm 5 \%$ ;
- значение абсолютной погрешности измерений размаха виброперемещения на базовой частоте 80 Гц в диапазоне от 2 до 20 мкм не превышают  $\pm 4$  мкм;
- значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты не превышают  $\pm 5 \%$ ;
- значение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига не превышают  $\pm 20$  мкм;
- значение абсолютной погрешности измерения частоты вращения не превышают  $\pm 1$  об/мин;
- значение относительной погрешности измерения частоты вращения не превышают  $\pm 1 \%$ .


### 11 Оформление результатов поверки

11.1 Анализатор, 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.

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

11.3 Результаты поверки анализатора передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204  
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко