

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

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

\_\_\_\_\_ А.Е. Коломин

«30» марта 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОКОВИХРЕВЫЕ  
VN-3300XL**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-04-2022

г. Москва  
2022 г.

# ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОКОВИХРЕВЫЕ BN-3300XL

## МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на преобразователи перемещения токовихревые BN-3300XL (далее - преобразователи), изготовленные фирмой «Bently Nevada, LLC », США и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 2 года.

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 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 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.

Методика поверки допускает проведение поверки отдельных автономных блоков из состава средства измерений (датчика или проксиметра) с указанием объема выполненной поверки в свидетельстве о поверке и (или) в паспорте.

## 1 Перечень операций поверки средства измерений.

1.1 При проведении первичной и периодической поверок преобразователей перемещения токовихревых BN-3300XL выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр	6	да	да
Опробование	7	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	8.1	да	да
Определение неравномерности частотной характеристики	8.2	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений осевого смещения	8.3	да	да

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с п. 10.3.

1.3 Допускается проведение поверки отдельного автономного блока (датчиков) из состава средства измерений, так как они являются взаимозаменяемыми.

## 2 Требования к условиям проведения поверки.

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха:  $23 \pm 5$  °С
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %

2.2. Перед проведением поверки преобразователь должен быть подготовлен к работе в соответствии эксплуатационной документацией.

## 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 ознакомленными с эксплуатационной документацией на датчики и данной методикой поверки.

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

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



Таблица 2

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
2	Средство измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более $\pm 1$ °С; Средство измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более $\pm 3$ %.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
8.1 8.2	Поверочная виброустановка 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2772 от 27.12.2018 г.	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
	Средство измерений напряжения переменного тока до 10 В с погрешностью не более $\pm 0,1$ %	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)
8.3	Средство воспроизведения длины в диапазоне от 0 мм до 50 мм, погрешность $\pm 0,003$ мм	Головка микрометрическая цифровая серии 164) (рег. № 33793-07)
	Средство измерений напряжения переменного тока до 10 В с погрешностью не более $\pm 0,1$ %	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)

4.2. Все применяемые СИ должны быть поверены.

4.3. Допускается применять другие средства поверки, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

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

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

5.2. При работе со средствами поверки и поверяемым преобразователем должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующей эксплуатационной документации.

## 6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов. В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеперечисленных требований поверка прекращается.

## 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Проверяют работоспособность преобразователя в соответствии с эксплуатационной документацией.

При подготовке к проведению поверки должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов;
- резьбовые части электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений.

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

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

## 8 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 8.1. Определение нелинейности амплитудной характеристики.

Закрепляют на вибростоле образец металла, вибрацию которого преобразователь должен преобразовывать в электрический сигнал. Плоскость образца металла должна быть перпендикулярна к направлению колебаний вибростола. Датчик преобразователя с помощью специального кронштейна устанавливают над образцом металла на расстоянии, указанном в паспорте (середина диапазона измерений, если не указан в паспорте), таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности преобразователя совпадало с направлением колебаний вибростола.

*Примечание* – Образец металла, применяемый при поверке, изготавливают в форме диска толщиной от 5 до 10 мм и диаметром от 15 до 50 мм (но не менее двух диаметров измерительной катушки преобразователя) из металла той же марки, что и марка металла, из которого изготовлена поверхность, перемещение которой преобразует в электрический сигнал преобразователь (например, сталь вала ротора турбины или генератора).

В соответствии с эксплуатационной документацией подключают датчик кабелем к входу проксиметра. На вибростоле задают действительное значение виброперемещения  $S_d$  на базовой частоте 40 Гц не менее чем пять точек диапазона измерений, включая верхний и нижний пределы. Последовательно задают значения виброперемещения, считывают значения напряжения по мультиметру и определяют значения коэффициента преобразования  $K_i$  для каждой точки измерений.

*Примечание* - При невозможности задания требуемого значения виброперемещения на базовой частоте нелинейность амплитудной характеристики определяют на одной из частот, принадлежащей рабочему диапазону частот, на которой возможно задание требуемого значения.

Нелинейность амплитудной характеристики определяют по формуле (1):

$$\delta = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $K_i$  – коэффициент преобразования при  $i$ -том значении виброперемещения, рассчитанный по формуле (2):

Действительное значение коэффициента преобразования  $K_i$  определяют по формуле:

$$K_i = \frac{U_S}{S_i}, \text{ (мВ/мкм)} \quad (2)$$

где  $U_S$  – измеренное значение напряжения на выходе проксиметра с помощью мультиметра, мВ;

$S_i$  – значения виброперемещения, задаваемые эталонной виброустановкой, в  $i$ -той точке измерений, мкм;

$K_{cp}$  – среднее арифметическое значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле:



$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \text{ мВ/мкм (мА/мм)} \quad (3)$$

где  $n$  – число значений задаваемой физической величины при определении нелинейности амплитудной характеристики.

Преобразователь считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения нелинейности не превышают  $\pm 1,5\%$ .

### 8.2. Определение неравномерности частотной характеристики.

Неравномерность частотной характеристики определяют не менее чем на десяти значениях рабочего диапазона частот преобразователя, включая нижний и верхний пределы диапазона при значениях виброперемещения не менее 5 мкм. Устанавливают преобразователь в соответствии с п. 8.1 и последовательно задают значения виброперемещения на частотах рабочего диапазона. Для каждого значения частоты вычисляют значение коэффициента преобразования по формуле (2). Используя полученные значения среднего арифметического значения коэффициента преобразований на базовой частоте в п. 8.1 вычисляют неравномерность частотной характеристики  $\gamma$  по формуле:

$$\gamma = \frac{K_i - K_{\text{ср}}}{K_{\text{ср}}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где  $K_{\text{ср}}$  – среднее арифметическое значение коэффициента преобразования, вычисленное в п. 7.3.

Преобразователь считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения неравномерности не превышают  $\pm 2,5\%$ .

### 8.3. Определение основной относительной погрешности измерений осевого смещения.

Датчик преобразователя устанавливают на специальном приспособлении с головкой микрометрической напротив образца металла на расстоянии начального зазора, указанного в паспорте на преобразователь (середина диапазона измерений, если не указан в паспорте), таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности преобразователя было перпендикулярно к плоскости образца металла. Выход проксиметра подключают к мультиметру. Фиксируют начальное значение напряжения на выходе блока преобразований.

Последовательно задают значения осевого смещения из диапазона измерений с шагом 0,5 мм. Для каждой контрольной точки считывают соответствующие значения напряжения на выходе по мультиметру. Рассчитывают коэффициент преобразования  $K_i$  для каждой контрольной точки по формуле (5):

$$K_i = \frac{U_i - U_0}{S_i - S_0}, \text{ В/мм} \quad (5)$$

где  $U_i$  – измеренное в  $i$ -той точки значение напряжения на выходе проксиметра с помощью мультиметра, В;

$U_0$  – измеренное значение напряжения в начальной точке измерений, В;

$S_0$  – значение осевого смещения заданное в начальной точки измерений, мкм.

$S_i$  – значение осевого смещения заданное в  $i$ -той точке измерений, мкм.

Относительная погрешность определяется по формуле:

$$\delta_{\text{см}} = \frac{K_i - K_{\text{ср}}}{K_{\text{ср}}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где  $K_{cp}$  – среднее арифметическое значение коэффициента преобразования.

Преобразователь считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности не превышают  $\pm 3\%$ .

#### 8.4 Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Преобразователь считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он прошел поверку по каждому пункту данной методики и все максимальные значения нелинейности АХ, неравномерности ЧХ и приведенной погрешности измерений осевого смещения не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

### 9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол. Протокол поверки оформляется в произвольном виде.

9.2 Преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки преобразователей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений с нанесенным на него знаком поверки.

9.3 При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на преобразователь оформляется извещение о непригодности к применению.

Зам. начальника отдела 204  
ФГБУ «ВНИИМС»

 В.П. Кывыржик

Начальник лаборатории 204/3  
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко