

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Колонин

«10» 01 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ ВИХРЕТОКОВЫЕ JNJVS5300

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-01-2024

г. Москва
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на датчики вихретоковые JNJS5300 (далее - датчики), изготовленные «Shanghai Goldfund Measurement and Control System Co., Ltd.», Китай и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Принцип действия датчиков основан на взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого датчиком, с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в электропроводящем объекте измерения. Изменение расстояния между чувствительным элементом датчика и объектом измерений в процессе перемещения контролируемого объекта приводит к пропорциональному изменению выходного напряжения.

Конструктивно датчики состоят из зонда, соединительного кабеля и предусилителя. Зонд питается высокочастотным напряжением от предусилителя. Измерения происходят без механического контакта датчика с контролируемым объектом. Зонд выполнен в виде неразборного цилиндрического корпуса с внешней резьбой для проходного монтажа.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018) и Государственному первичному специальному эталону единицы угловой скорости (ГЭТ 108-2019).

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 и 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.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в Приложении А.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки средства измерений для меньшего числа измеряемых величин.

2. Операции поверки

2.1. При проведении первичной и периодической поверок датчиков выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9	да	да
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения и определение нелинейности амплитудной характеристики	9.1	да	да
Определение неравномерности частотной характеристики	9.2	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений осевого перемещения	9.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения частоты вращения	9.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9.5	да	да

2.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится и 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: 23 ± 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 и поверяемый преобразователь должны иметь защитное заземление.

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 3, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на преобразователи 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

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 ± 1 °С; Средство измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1-9.2	Поверочная виброустановка 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2772 от 27.12.2018 с диапазоном частот от 0,1 до 1000 Гц	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155, рег. № 68875-17
9.3	Средство воспроизведения длины в диапазоне от 0 мм до 20 мм, погрешность $\pm 0,003$ мм	Головка микрометрическая цифровая серии 164, рег. № 33793-07
	Средство измерений напряжения постоянного тока от -24 до +24 В с погрешностью не более $\pm 0,1$ %	Мультиметр цифровой Agilent 34411A, рег. № 33921-07;
9.4	Тахометрическая установка 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2183 от 01.09.2022 с диапазоном частоты вращения от 1 до 60000 об/мин	Стенд СП-31, рег. № 61681-15
	Рабочий эталон единиц времени и частоты пятого разрядов по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 с диапазоном частоты от 0,001 до $3,3 \cdot 10^{11}$ Гц	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85, рег. № 3433-73
Примечания: 1) Все средства поверки должны быть поверены (иметь действующую запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений); 2) 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 средством измерений должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в соответствующей эксплуатационной документации.

7. 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.

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. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 3.

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

9.1. Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения и определение нелинейности амплитудной характеристики.

Закрепляют на вибростоле образец металла, вибрацию которого датчик должен преобразовывать в электрический сигнал. Плоскость образца металла должна быть перпендикулярна к направлению колебаний вибростола. Зонд датчика 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 датчика 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 датчика) из металла той же марки, что и марка металла, из которого изготовлена поверхность, перемещение которой преобразует в электрический сигнал датчика (например, сталь вала ротора турбины или генератора).

В соответствии с эксплуатационной документацией подключают зонд кабелем к входу предусилителя. На вибростол 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.

Значение коэффициента преобразования K_i определяют по формуле (1):

$$K_i = \frac{U_S}{S_i}, \text{ мВ/мкм} \quad (1)$$

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.

Действительное значение коэффициента преобразования определяется как усредненное значение по формуле (2):

$$K_D = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \text{ мВ/мкм} \quad (2)$$

где n – число задаваемых значений физической величины.

Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения определяют по формуле (3):

$$\delta = \frac{K_D - K_n}{K_n} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где K_n – номинальное значение коэффициента преобразования.

Нелинейность амплитудной характеристики определяют по формуле (4):

$$\Delta = \frac{K_i - K_D}{K_D} \cdot 100, \% \quad (4)$$

9.2. Определение неравномерности частотной характеристики.

Неравномерность частотной характеристики определяют не менее чем на десяти значениях рабочего диапазона частот датчика, включая нижний и верхний пределы диапазона при значениях виброперемещения не менее 5 мкм. Устанавливают датчик 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 (1). Используя полученные значения среднего арифметического значения коэффициента преобразований на базовой частоте в п. 8.1 вычисляют неравномерность частотной характеристики γ по формуле:

$$\gamma = \frac{K_i - K_D}{K_D} \cdot 100, \% \quad (5)$$

9.3. Определение основной относительной погрешности измерений осевого перемещения.

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

Последовательно задают значения осевого смещения из диапазона измерений с шагом не более 1/5 диапазона измерений. Для каждой контрольной точки считывают соответствующие значения напряжения на выходе по мультиметру. Рассчитывают коэффициент преобразования K_i для каждой контрольной точки по формуле (6):

$$K_i = \frac{U_i - U_0}{S_i - S_0}, \text{ В/мм} \quad (6)$$

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

U_0 – измеренное значение напряжения в начальной точки 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:

$$\delta_{\text{см}} = \frac{K_i - K_{\text{ср}}}{K_{\text{ср}}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $K_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение коэффициента преобразования.

9.4. Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты вращения.

Датчик закрепить на стенде СПЗ1. Задать поочередно следующие значения частоты вращения: 5; 30; 600 3000; 6000; 60000; 120000; 240000 об/мин. Произвести по пять измерений в каждой точке при помощи частотомера. За результат измерения принимается среднее измеренное значение из пяти измерений.

Абсолютную погрешность измерения частоты вращения рассчитать по формуле (8):

$$\delta = F_{\text{изм}} - F_{\text{зад}}, \text{ об/мин} \quad (8)$$

где:

$F_{\text{зад}}$ - задаваемое значение частоты вращения на стенде СПЗ1, об/мин;

$F_{\text{изм}}$ - среднее измеренное значение частоты вращения, об/мин.

$$F_{\text{изм}} = f \cdot 60, \text{ об/мин} \quad (9)$$

где:

f - значение частоты вращения, измеренное частотомером, Гц

9.5 Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Датчик считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он прошел поверку по каждому пункту данной методики и все максимальные значения отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения, нелинейности амплитудной характеристики, неравномерности частотной характеристики, относительной погрешности измерений осевого перемещения и абсолютной погрешности измерений частоты вращения не превышают допустимых значений, указанных в таблице А.1.

10. Оформление результатов поверки

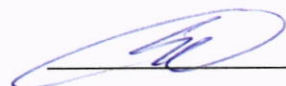
10.1. Датчик, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

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

10.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

10.4. Результаты поверки датчика передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко

Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значения характеристики			
Диаметр зонда, мм	5; 8	11; 14	16; 25	50
Номинальное значение коэффициента преобразования, В/мм	7,87	3,94	0,787	0,394
Пределы отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения, %	±10			
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,1 до 1000			
Диапазоны измерений осевого перемещения, мм	от 0,7 до 2,7	от 1,2 до 5,2	от 2,5 до 15,5	от 5,5 до 30,5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений осевого перемещения, %	±10			
Диапазоны измерений размаха виброперемещения, мкм	от 10 до 1000			
Нелинейность амплитудной характеристики, %	±3			
Неравномерность частотной характеристики при измерении виброперемещения в диапазоне частот от 0,1 до 1000 Гц, %	±10			
Диапазон измерений частоты вращения, об/мин	от 1 до 240000			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты вращения, об/мин	±(1+N·0,001), N – заданное значение частоты вращения			
Пределы допускаемого дополнительного отклонения коэффициента преобразования от номинального значения при изменении температуры окружающей среды, %	±10			
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений осевого перемещения при изменении температуры окружающей среды, %/°C	±0,05			