

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«25» июля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи перемещения токовихревые 3300

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-331/07-2021

г. Чехов
2021 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи перемещения токовых реверсы 3300 (далее по тексту – преобразователи), произведенных фирмой Bently Nevada, Inc., США, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ58-2018 «ГПСЭ единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения» методом прямых измерений.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Опробование	8	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик:	9		
3.1 Проверка диапазона измерений виброперемещения и основного относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений виброперемещения	9.1	Да	Да
3.2 Проверка частотного диапазона, неравномерности частотной характеристики и нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне рабочих частот.	9.2-9.3	Да	Да
3.3 Проверка диапазона измерений осевого смещения и основного относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений осевого смещения	9.4	Да	Да
4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшую поверку приостанавливают до устранения недостатков, выявленных при проведении поверки.

2.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, преобразователь вновь предоставляют на поверку.

2.4 При невозможности устранения недостатков, преобразователь признают непригодным к применению и эксплуатации по назначению. Оформляют извещение о непригодности преобразователя в соответствии с Порядком проведения поверки, установленным нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +18 до +25
- относительная влажность окружающей среды, % от 45 до 80
- атмосферное давление, кПа от 87,3 до 106,0

3.2 Отсутствие механической вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу преобразователя. Напряжение питания поверяемого преобразователя должно соответствовать требованиям, установленным в эксплуатационной документации фирмы изготовителя.

4 Требования к специалистам

4.1 К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый преобразователь и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
8; 9	Основные средства поверки	
	Средство воспроизведений виброперемещение в диапазоне значений от 1 до 125 мкм, в диапазоне частот от 5 до 6000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(1,5 \div 3) \%$	Виброустановка поверочная DVC-500, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 58770-14)
	Средство измерений напряжения переменного и постоянного тока от 0 до 100 В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,5 \%$;	Вольтметр универсальный В7-78/1 рег. (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № № 52147-12)
Средство измерений длины в диапазоне значений от 0 до 1,7 мм, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 1,5 \%$;	Головка микрометрическая МГ (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 7422-79)	

Окончание таблицы 2

1	2	3
3; 8; 9	Вспомогательное оборудование	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 71394-18)
	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
	Источник питания, обеспечивающей напряжения постоянного тока от 18 до 30 В	
	Образец металла высокоуглеродистой стали	
<p>Примечания:</p> <p>1) допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p> <p>2) все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.</p>		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый Преобразователь и средства поверки.

6.2 Все средства поверки и поверяемый преобразователь должны иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- целостность корпуса преобразователя;
- целостность кабеля преобразователя;
- отсутствие повреждений соединительных разъемов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты невозможно устранить, поверяемый преобразователь бракуют.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 На поверочную виброустановку (далее – установка) закрепляют образец металла, виброперемещение которого преобразователь должен преобразовывать в аналоговые сигналы. Крепление образца металла к виброустановке может быть выполнено клеевым или резьбовым способом. Плоскость образца металла должна быть перпендикулярна к направлению оси колебаний виброустановки.

8.2 Датчик преобразователя устанавливают на кронштейне над образцом металла с зазором от 1,2 до 1,5 мм, таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности датчика совпадало с направлением колебаний виброустановки.

8.3 В соответствии с эксплуатационной документацией подключают преобразователь соединительными кабелями к входам измерителя напряжения (далее – вольтметр), а выход источника питания к входу преобразователя.

8.4 Включают и прогревают приборы не менее 15 минут.

8.5 С помощью измерительного вольтметра фиксируют начальный уровень сигнала на выходе на выходных клеммах трансмиттера преобразователя.

8.6 Плавно увеличивают напряжение на до тех пор, пока уровень сигнала на выходе трансмиттера преобразователя не превысит начальный уровень сигнала, определенный по 8.5 в 10

раз, что служит критерием работоспособности преобразователя.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Проверка диапазона измерений виброперемещения и основного относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений виброперемещения

9.1.1 Перед проверкой диапазона измерений и основного относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений виброперемещения (при необходимости) повторяют операции по п.п. 8.1 - 8.4.

9.1.2 При помощи программного обеспечения (далее – ПО) виброустановки воспроизводят амплитуду виброперемещения в точках предельно близких к значениям $0,1 \cdot S_{\max}$; $0,25 \cdot S_{\max}$; $0,5 \cdot S_{\max}$; $0,75 \cdot S_{\max}$; $1 \cdot S_{\max}$ мкм (где S_{\max} – максимальный диапазон измерений виброперемещения, мкм) на базовой частоте от 80 Гц и определяют основное относительное отклонение от номинального коэффициента преобразования измерений виброперемещения по формуле:

$$\delta K_{Si} = \frac{K_{DSi} - K_{ном Si}}{K_{ном Si}} \cdot 100, \quad (1)$$

где

δK_{Si} – определенное основное относительное отклонение от номинального коэффициента преобразования измерений виброперемещений на i – ом значении амплитуды виброперемещения, %;

$K_{ном Si}$ – номинальное значение коэффициента преобразования измерений виброперемещения, мВ/мкм;

K_{DSi} – действительное значение коэффициента преобразования виброперемещения на i – ом значении амплитуды виброперемещения, рассчитанного по формуле:

$$K_{DSi} = \frac{U_{изм i}}{S_{эт i}}, \quad (2)$$

где

K_{DSi} – действительное значение коэффициента преобразования измерений виброперемещения в i -ой точке, мВ/мкм;

$U_{изм i}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока в i -ой точке, мВ;

$S_{эт i}$ – предельно близкое установленное виброустановкой значение амплитуды виброперемещения в i -ой точке, мкм;

9.2 Проверка частотного диапазона, неравномерности частотной характеристики (далее – ЧХ) и нелинейности амплитудной характеристики (далее – АХ) в диапазоне рабочих частот.

9.2.1 Перед проверкой частотного диапазона, ЧХ и АХ в диапазоне рабочих частот (при необходимости) повторяют операции по п.п. 8.1 - 8.4

9.2.2 Неравномерность ЧХ определяют на фиксированном значении виброперемещения на установленном значении не менее и (или) предельно равном 50 мкм и не менее чем при десяти или более значениях частот, выбранных из ряда 5; 80; 100; 125; 160; 630; 1250; 1600; 2500; 6000 Гц, соответственно находящихся в пределах рабочего диапазона частот преобразователя. При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона и два - в конце диапазона рабочих частот. Неравномерность ЧХ датчика определяют по формуле:

$$\gamma_{ачх i} = \frac{U_{изм i} - U_{ном i}}{U_{ном i}} \cdot 100, \quad (5)$$

где

$\gamma_{ачх i}$ – определенное относительное отклонение на i – ом значении амплитуды виброперемещения, %;

$U_{изм i}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока на i – ом значении амплитуды виброперемещения, мВ;

$U_{\text{ном } i}$ – номинальное значение напряжения постоянного тока на i – ом значении амплитуды виброперемещения, мВ, рассчитанное по формуле:

$$K_{\text{дс } i} = \frac{U_{\text{ном } i}}{S_{\text{эт } i}} \quad (6)$$

9.2.3 За неравномерность ЧХ принимают максимальное относительное отклонение, %, вычисленное по формуле:

$$\gamma_{\text{АЧХ}} = (\gamma_{\text{АЧХ } i})_{\text{max}} \quad (7)$$

$\gamma_{(\text{АЧХ } i)\text{max}}$ – определенное по формуле (5) максимальное относительное отклонение амплитуды виброперемещения, %;

9.3 Определение нелинейности АХ проводят на частоте 80 Гц, с последовательно заданными значениями амплитуды виброперемещения предельно близким к $0,1 \cdot S_{\text{max}}$; $0,25 \cdot S_{\text{max}}$; $0,5 \cdot S_{\text{max}}$; $0,75 \cdot S_{\text{max}}$; $1 \cdot S_{\text{max}}$ мкм (где S_{max} – максимальный диапазон измерений виброперемещения, мкм).

9.3.1 С помощью вольтметра считывают значение выходного сигнала в виде постоянного напряжения в каждом значении амплитуды виброперемещения и определяют относительное отклонение коэффициента преобразования от среднего значения по формуле:

$$\delta_i^{\text{ВП}} = \frac{|K_{\text{дс } i} - K_{\text{ср } s}|}{K_{\text{ср } s}} \cdot 100 \quad (8)$$

где

$\delta_i^{\text{ВП}}$ – определенное относительное отклонение коэффициента преобразования от среднего на i – ом значении амплитуды виброперемещения, %;

$K_{\text{дс } i}$ – действительное значение коэффициента преобразования на i – ом значении амплитуды виброускорения, мВ/мкм, определенное по формуле (6);

$K_{\text{ср } s}$ – среднее значение коэффициента преобразования, (мВ), рассчитанное по формуле (9).

$$K_{\text{ср } s} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{дс } i}}{n} \quad (9)$$

где

n – количество заданных значений амплитуды виброперемещения;

$K_{\text{дс } i}$ – действительное значение коэффициента преобразования на i – ом значении амплитуды виброперемещения, мВ, рассчитанное по формуле (6).

9.3.2 За нелинейность АХ датчика принимают максимальное значение относительного отклонения коэффициента преобразования от среднего, %, по формуле (8):

$$\delta^{\text{ВП}} = (\delta_i^{\text{ВП}})_{\text{max}} \quad (10)$$

9.4 Проверка диапазона измерений осевого смещения и основного относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений осевого смещения

9.4.1 Перед проверкой диапазона измерений и основного относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений осевого смещения (при необходимости) повторяют операции по п.п. 8.1 - 8.4.

9.4.2 При помощи головки микрометрической МГ устанавливают воздушный зазор между головкой преобразователя и пластиной не менее чем в трех точках и регистрируют значения выходного сигнала.

9.4.3 определяют основное относительное отклонение от номинального коэффициента преобразования измерений осевого смещения по формуле:

$$\delta K_{L i} = \frac{K_{Д L i} - K_{НОМ L i}}{K_{НОМ L i}} \cdot 100, \quad (11)$$

где

$\delta K_{L i}$ – определенное основное относительное отклонение от номинального коэффициента преобразования измерений осевого смещения в i -ой точке установленного зазора, %;

$K_{НОМ L i}$ – номинальное значение коэффициента преобразования измерений осевого смещения, мВ/мкм;

$K_{Д L i}$ – действительное значение коэффициента преобразования осевого смещения на i -ой точке установленного зазора, рассчитанного по формуле:

$$K_{Д L i} = \frac{U_{изм i}}{L_{уст i}}, \quad (12)$$

где

$K_{Д L i}$ – действительное значение коэффициента преобразования измерений осевого смещения в i -ой точке, мВ/мкм;

$U_{изм i}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока в i -ой точке, мВ.

$L_{уст i}$ – установленное значение воздушного зазора в i -ой точке, мкм;

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки считаются положительными, если:

а) рассчитанное по формуле (1) пункта 9.1 настоящей методики поверки значение относительного отклонения от номинального коэффициента преобразования измерений виброперемещения – не превышает $\pm 10\%$;

б) определенное по формуле (5) по пункта 9.2 настоящей методики значение неравномерности частотной характеристики – не превышает $\pm 2,5\%$;

в) определенное по формуле (7) по пункта 9.3 настоящей методики поверки значение нелинейности амплитудной характеристики - превышает $\pm 1,5\%$;

г) определенное по формуле (11) по пункта 9.3 настоящей методики поверки относительное отклонение от номинального коэффициента преобразования измерений осевого смещения - превышает $\pm 10\%$;

11 Оформление результатов поверки

11.1 При положительных результатах поверки преобразователь признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений с указанием объема, проведенной поверки, а на преобразователь выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим Порядком проведения поверки.

11.2 При отрицательных результатах поверки преобразователь признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на преобразователь выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.