

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Б.А. Лапшинов

«10» марта 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Вибропреобразователи вихретоковые SEN X

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-637/03-2023

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи вихретоковые SEN X (далее по тексту – преобразователи), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ 58-2018 в соответствии с Приказом Росстандарта № 2772 от 27 декабря 2018 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения» (методом прямых измерений) и к ГЭТ 108-2019 в соответствии с Приказом Росстандарта № 2183 от 01.09.2022 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений угловой скорости и частоты вращения» (методом прямых измерений).

1.3 Методикой поверки предусмотрено проведение поверки на меньшем числе величин.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик:	9	Да	Да
3.1 Определение относительного отклонения действительного коэффициента преобразования осевого зазора в напряжение постоянного тока от номинального	9.1	Да	Да
3.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне рабочих частот	9.2	Да	Нет
3.3 Определение приведенной к верхнему пределу диапазона измерений частоты вращения	9.3	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. На преобразователь оформляют извещение о непригодности 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 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0

3.2 Отсутствие механической вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу датчика.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Основные средства поверки		
8; 9.1; 9.2; 9.3	Рабочие эталоны 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.09.2022 г. № 2183 – поверочные виброустановки с диапазоном частот от 10 до 10000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 1,5\%$;	Виброустановка поверочная DVC-500, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 58770-14
8; 9.1; 9.2	Средство измерений напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 100 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,000045 \cdot U_x + 0,000006 \cdot U_{пр})$, где U_x – измеренное значение напряжения, $U_{пр}$ – верхний предел измерений напряжения.	Мультиметр 3458A, рег. № 25900-03
8; 9.3	Средство измерений силы постоянного тока в диапазоне значений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(25 \cdot 10^{-6} \cdot D + 4 \cdot 10^{-6} \cdot E)$, где D – измеренное значение силы постоянного тока, E – верхний предел измерений силы постоянного тока.	Мультиметр 3458A, рег. № 25900-03
9.3	Средство измерений частоты вращения в диапазоне от 0 до 10000 об/мин, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ об/мин	Стенд СП31, рег. № 61681-15
8; 9.1; 9.2; 9.3	Средство измерений длины в диапазоне значений от 0 до 12 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,003$ мм	Головка микрометрическая МГ, мод. 131, рег. № 7422-79

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Вспомогательное оборудование		
8;9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 18 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (рег. №71394-18)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
8;9	Средство воспроизведений и поддержания напряжения постоянного тока от 12 до 36 В	Источник питания постоянного тока GPR-76030D, рег. № 55898-13
9	Образец металла высокоуглеродистой стали	
<p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></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 средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность преобразователя;

- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей и маркировки.

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 Опробование проводят с помощью мультиметра 3458А (далее – мультиметр) и источника питания постоянного тока GPR-76030D (далее – источник питания).

8.2 Источник питания, вольтметр и мультиметр подключают к преобразователю в соответствии с эксплуатационной документацией на приборы. Включают приборы в работу.

8.3 Фиксируют начальные значения выходного сигнала в виде напряжения постоянного тока (мВ) и(или) силы постоянного тока (мА). Слегка воздействуют на преобразователь (постукивают) при этом наблюдают за выходным(и) сигналом(и).

8.4 Результаты опробования считать положительными, если при воздействии на преобразователь значения выходного сигнала в виде напряжения постоянного тока (мВ) и(или) силы постоянного тока (мА) синхронно менялись.

9 Определение метрологических характеристик.

9.1 Определение относительного отклонения действительного коэффициента преобразования осевого зазора в напряжение постоянного тока от номинального.

9.1.1 Перед определением относительного отклонения действительного коэффициента преобразования осевого зазора в напряжение постоянного тока от номинального подключают приборы и средства измерений по схеме, представленной на рисунке 1.

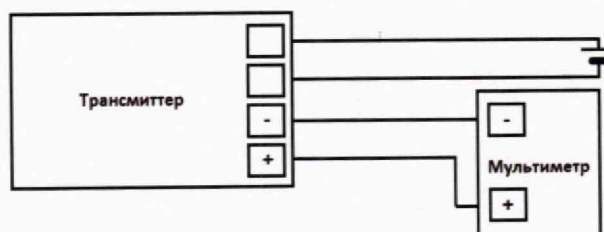


Рисунок 1 – Схема подключения приборов и средств измерения при определении относительного отклонения действительного коэффициента преобразования осевого зазора в напряжение постоянного тока

9.1.2 Образец металла из высокоуглеродистой стали закрепляют на виброустановке поверочной DVC-500 (далее – установка).

9.1.3 Датчик из состава преобразователя устанавливают над образцом металла на расстоянии, соответствующем минимальному значению осевого зазора L_{\min} , мкм, где L_{\min} – минимальное измеряемое значение осевого зазора. Расстояние контролируют головкой микрометрической МГ, мод. 131.

9.1.4 Измеряют выходной сигнал в точках L_{\min} ; $0,5L_{\max}$; L_{\max} мкм, где L_{\max} – максимальное измеряемое значение осевого зазора

9.1.5 Рассчитывают относительное отклонение действительного коэффициента преобразования осевого зазора в напряжение постоянного тока от номинального по формуле:

$$\delta K_{Li} = \frac{|K_{дLi} - K_{номLi}|}{K_{номLi}} \cdot 100, \quad (1)$$

где

δK_{Li} – определенное относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального на i -ом значении, %;

$K_{номLi}$ – номинальное значение коэффициента преобразования на i -ом, мВ/мкм;

$K_{дLi}$ – измеренное значение коэффициента преобразования на i -ом, мВ/мкм, измеренное по формуле:

$$K_{измLi} = \frac{U_{измi} - U_{нач}}{L_{устi}}, \quad (2)$$

где

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

$U_{нач}$ – начальное значение выходного сигнала в виде напряжения постоянного тока, мВ;

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

$L_{устi}$ – установленное значение зазора в i -ой точке, мкм.

9.1.6 Результаты по данному пункту считают положительными, если определенное относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального на i -ом значении не превышает значений, указанных в таблице А.1 Приложения А.

9.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне рабочих частот.

9.2.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики (далее – АХ) в диапазоне рабочих частот проводят с помощью установки, мультиметра и источника питания

9.2.2 Подключают приборы и средства измерений по схеме, представленной на рисунке 1.

9.2.3 Датчик из состава преобразователя устанавливают над образцом металла на расстоянии, значению осевого зазора между L_{\min} и L_{\max} .

9.2.4 При помощи установки воспроизводят виброперемещение (мкм/с), равное $0,25 L_{\max}$, и не менее чем при десяти значениях рабочего диапазона частоты, при этом обязательно наличие нижнего и верхнего значений рабочего диапазона. Значения частоты рекомендуется выбирать из ряда 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 2500; 5000; 10000 Гц.

9.2.5 Определяют нелинейность АХ по формуле:

$$\delta_{\text{АХ } i} = \frac{|K_{\text{Н } i} - K_{\text{ср } f}|}{K_{\text{Н } i}} \cdot 100, \quad (3)$$

где: $\delta_{\text{АХ } i}$ – определенное значение неравномерности АХ, %;

$K_{\text{Н } i}$ – номинальное значение коэффициента преобразования в i -ой точке, мВ/мкм;

$K_{\text{ср } f}$ – среднее значение коэффициента преобразования, мВ/мкм, при установленном значении частоты f , Гц, рассчитанное по формуле (4);

$$K_{\text{ср } f} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{Д } f}}{n}, \quad (4)$$

где: $K_{\text{ср } f}$ – среднее значение коэффициента преобразования, мВ/мкм, при установленном значении частоты f , Гц;

$K_{\text{Д } f}$ – действительное значение коэффициента преобразования измерений осевого зазора в i -ой точке, мВ/мкм, и рассчитанный по формуле (2);

n – количество измерений.

9.2.6 За нелинейность АХ принимают максимальное значение по формуле:

$$\delta_{\text{АХ}} = (\delta_{\text{АХ } f})_{\max} \quad (5)$$

9.3 Определение приведенной к верхнему пределу диапазона измерений частоты вращения

9.3.1 Определение приведенной к верхнему пределу диапазона измерений частоты вращения проводят с помощью стенда СПЗ1 (далее – стенд), мультиметра и источника питания.

9.3.2 Датчик из состава преобразователя закрепляют на стенде. Датчик из состава преобразователя устанавливают от вращающегося диска из состава стенда на расстоянии, равное значению осевого зазора между L_{\min} и L_{\max} .

9.3.3 При помощи стенда поочередно устанавливают скорость вращения в точках V_{\min} , $0,25V_{\max}$, $0,5V_{\max}$, $0,75V_{\max}$, V_{\max} , где V_{\min} и V_{\max} – соответственно нижний и верхний пределы измерений частоты вращения преобразователя, об/мин.

9.3.4 Определяют приведенную к верхнему пределу диапазона измерений частоты вращения по формуле:

$$\delta_{V_i} = \frac{V_{изм\ i} - V_{эт\ i}}{V_{эт\ i}} \cdot 100, \quad (6)$$

где: δ_{V_i} – рассчитанное значение приведенной к верхнему пределу диапазона измерений частоты вращения, %;

$V_{изм\ i}$ – измеренное преобразователем значение частоты вращения, об/мин, и рассчитанное по формуле (7);

$V_{эт\ i}$ – установленное значение на стенде частоты вращения, об/мин.

$$V_{изм\ i} = \frac{V_{max} - V_{min}}{I_{max} - I_{min}} \cdot (I_{изм\ i} - I_{min}), \quad (7)$$

где: $V_{изм\ i}$ – измеренное преобразователем значение частоты вращения, об/мин;

V_{min} и V_{max} – соответственно нижний и верхний пределы измерений частоты вращения преобразователя, об/мин;

I_{min} и I_{max} – соответственно нижний и верхний пределы выходного сигнала в виде силы постоянного тока, мА;

$I_{изм\ i}$ – измеренное значение силы постоянного тока в i -ой точке, мА.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки считают положительными если:

- рассчитанные значения относительного отклонения действительного коэффициента преобразования осевого зазора в напряжение постоянного тока не превышали $\pm 5\%$;
- рассчитанные значения нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне рабочих частот не превышали $\pm 3\%$;
- рассчитанные значения приведенной к верхнему пределу диапазона измерений частоты вращения погрешности не превышали $\pm 2\%$.

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, и 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 Порядком проведения поверки.