



СОГЛАСОВАНО:
Главный метролог
ООО «ТМС РУС»

А.А. Саморуков

«21» 10 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ ДЕФОРМАЦИИ С ВИБРИРУЮЩЕЙ СТРУНОЙ ExtensoVib

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ТМС-047/21

г. Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИ.....	6
8.1. Определение погрешности измерений деформации.....	6
8.2. Определение погрешности температурной компенсации.....	8
9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на Датчики деформации с вибрирующей струной ExtensioVib, производства «Cementys SAS», Франция (далее – датчики) и устанавливает методику их первичной поверки.

Поверка датчиков в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единицы длины - метра (м) непосредственным сличением от эталонов 2-го и 3-го разрядов в соответствии с частью 3 Государственной поверочной схемы, утвержденной приказом Росстандарта №2840 от 29.12.2018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм», что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 2-2021.

Первичная поверка до ввода в эксплуатацию проводится методом выборочной поверки с учетом основных положений ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 «Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества», которую проводят по одноступенчатому выборочному плану для общего контрольного уровня I при приемлемом уровне качества (AQL) равным 4,0.

В зависимости от объема партии, количество поверяемых датчиков выбирается согласно таблице 1.

Таблица 1 – Выбор количества поверяемых датчиков

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число Ac	Браковочное число Re
от 2 до 8	2	0	1
от 9 до 15	2	0	1
от 16 до 25	3	0	1
от 26 до 50	5	0	1
от 51 до 90	5	0	1
от 91 до 150	8	1	2

Датчики, входящие в объем выборки, дальнейшему применению не подлежат.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№	Наименование этапа поверки	№ пункта методики поверки
1	Внешний осмотр средства измерений	6
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
3	Определение метрологических характеристик средства измерений	8
4	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
5	Оформление результатов поверки	10

Методикой поверки не предусмотрено проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;

Примечания:

- температура окружающей среды в течение определения метрологических характеристик датчиков должна изменяться не более чем на ± 1 °С

- условия измерений дополнительно должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться следующие средства, соответствующие требованиям таблицы 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
1	2	3	4
Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон 2-го или 3-го разряда части 3 ГПС, утв. приказом Росстандарта №2840 от 29.12.2018, измеритель перемещений	Диапазон измерений от 0 до 150 мкм, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,4$ мкм	Системы лазерные измерительные XL-80 (№ в государственном реестре средств измерений: 35362-13)

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик средства измерений	Камера тепл-холода	Диапазон воспроизведения температуры от -50 до 100 °С; Нестабильность поддержания температуры в установившемся режиме не более ± 1 °С	Климатическая камера СМ -70-150-500 ТВХ
	Средство измерений электрического сопротивления	Диапазон измерений от 0,5 до 250 кОм предел допускаемой относительной погрешности измерений не более 0,25 %	Регистратор данных портативный VWANALYZER (№ в государственном реестре средств измерений: 66170-16)
	Средство измерений частоты колебаний струнных датчиков	Диапазон измерений от 1 до 3 кГц; Предел допускаемой относительной погрешности измерений не более $5 \cdot 10^{-4}$; Напряжение возбуждения не более 10 В	
	Средство измерений температуры (термометр)	Диапазон измерений от -50 до 100 °С, предел допускаемой абсолютной погрешности не более 0,1 °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (№ в государственном реестре средств измерений: 61806-15)
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Диапазон измерений от 15 до 25 °С, предел допускаемой абсолютной погрешности не более 0,3 °С	Термогигрометры ИВА-6 (№ в государственном реестре средств измерений: 46434-11)
Вспомогательные средства поверки	Устройство для линейного позиционирования	—	Согласно схеме, приведенной в приложении А
	Аппарат точечной сварки	Толщина привариваемого листа $0,15 \pm 0,01$ мм	Аппарат точечной сварки TSV-2.1
<p><i>Примечание: допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины с погрешностью, не превышающей указанную в графе 3.</i></p>			

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, предусмотренные указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации на датчики, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемых датчиков следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида описанию типа средства измерений;
- наличие и читаемость надписей и условных обозначений;
- соответствие заводских номеров датчиков, указанным в эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений чувствительного элемента, кабеля и корпуса накладного блока.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если датчики соответствуют перечисленным требованиям.

При отрицательных результатах внешнего осмотра датчики к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодными к применению.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Опробование датчиков проводят путем подключения жил 1, 2 кабеля накладного блока к средству измерений частоты колебаний струнных датчиков (далее – частотомер) и жил 3, 4 кабеля к средству измерений электрического сопротивления (далее – омметр).

Устанавливают накладной блок поверх первичного преобразователя и проводят прямые однократные измерения частоты и сопротивления. Результаты опробования считают положительными, если измеренные значения лежат в диапазонах от 1130 до 3000 Гц и от 3 до 5 кОм соответственно.

При отрицательных результатах опробования датчики к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодными к применению.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИ

8.1. Определение погрешности измерений деформации.

Определение погрешности измерений деформации проводят методом непосредственного сличения с измерителем перемещений в следующей последовательности:

8.1.1 Первичный преобразователь датчика монтируют при помощи аппарата точечной сварки в соответствии с руководством по эксплуатации на устройстве линейного позиционирования, схема которого приведена в приложении А или аналогичном.

8.1.2 Устанавливают и настраивают измеритель перемещений.

8.1.3 Закрепляют накладной блок над первичным преобразователем на неподвижной каретке.

8.1.4 Подключают датчик к частотомеру.

8.1.5 Проводят измерения начального значения частоты колебаний датчика f_0 и вычисляют значение условной начальной деформации ε_0 по формуле:

$$\varepsilon_0 = GF \cdot 10^{-3} \cdot f_0^2, \quad (1)$$

где GF – калибровочный коэффициент, указанный в паспорте датчика.

8.1.6 Вычисляют значение перемещения l_0 , соответствующее начальной деформации:

$$l_0 = \varepsilon_0 \cdot 47,5 \cdot 10^{-3} - 23,75, \quad (2)$$

8.1.7 Диапазон перемещений в диапазоне измерений датчика будет соответствовать:

$$\text{от } -l_0 \text{ до } 142,5 - l_0 \text{ (мкм)}. \quad (3)$$

8.1.8 Обнуляют показания измерителя перемещений.

8.1.9 Перемещая подвижную каретку при помощи устройства микроподачи, устанавливают значения перемещений, соответствующее 1-5 % и 95-99 % диапазона перемещений, и записывают показания измерителя перемещений X_i и показания частотомера f_i .

8.1.10 Для каждого значения f_i рассчитывают значение деформации, согласно показаниям датчика, по формуле:

$$\varepsilon_i = GF \cdot 10^{-3} \cdot f_i^2 \quad (4)$$

8.1.11 Для каждого значения X_i рассчитывают действительное значение деформации, выраженной в мкм/м, по формуле:

$$\varepsilon_{\text{действ.}i} = \frac{X_i}{47,5} \cdot 10^3 + \varepsilon_0 \quad (5)$$

8.1.12 Рассчитывают значение приведенной к диапазону измерений погрешности по формуле:

$$\gamma_i = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{\text{действ.}i}}{3000} \cdot 100\% \quad (6)$$

8.2. Определение погрешности температурной компенсации

Определение погрешности температурной компенсации проводят методом непосредственного сличения с термометром при помощи камеры тепла-холода (далее – камера) и омметра:

8.2.1 Накладной блок размещают в центре полезного объема камеры, верхней стороной против направления воздушного потока. Чувствительный элемент термометра располагают внутри крепления первичного преобразователя в контакте с возбуждающей катушкой. Рекомендуется использовать термоинтерфейсную пасту (диапазон рабочих температур от минус 50 до 70 °С).

8.2.2 Выводят через техническое отверстие камеры провода датчиков и термометра.

8.2.3 Устанавливают температуру в камере, равную минус 49 °С.

8.2.4 При установившейся температуре накладного блока (показания термометра изменяются не более чем на $\pm 0,2$ °С за 5 минут) проводят измерение сопротивления встроенного терморезистора R_i . За действительное значение температуры принимают показания термометра $t_{i \text{ действ.}}$.

8.2.5 Аналогичные операции проводят при температурах минус 25, 0, 35, 69 °С.

8.2.6 Вычисляют значения температуры t_i , соответствующие сопротивлению терморезисторов, по формуле:

$$t_i = \frac{1}{A + B \cdot \ln(R_i) + C \cdot \ln(R_i)^3} - 273,2, \quad (7)$$

где $A = 1,4051 \cdot 10^{-3}$;
 $B = 2,369 \cdot 10^{-4}$;
 $C = 1,019 \cdot 10^{-7}$.

8.2.7 Вычисляют значение абсолютной погрешности термокомпенсации по формуле:

$$\Delta_i = t_i - t_{i \text{ действ.}} \quad (8)$$

9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Партия датчиков признаётся соответствующей установленным метрологическим требованиям, если для поверяемых датчиков:

- вычисленные значения приведенной к диапазону измерений погрешности γ_i не превышают $\pm 0,8 \%$;

- вычисленные значения абсолютной погрешности Δ_i не превышают $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$;

В случае несоответствия, партию признают непригодной к применению.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Положительные результаты поверки оформляют на каждый датчик в партии, за исключением датчиков входящих в объем выборки, отрицательные результаты оформляют на каждый датчик в партии, в соответствии с действующими нормативными документами об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке.

Протокол поверки оформляется на партию датчиков в произвольной форме, с указанием заводских номеров всех датчиков в партии и в выборке.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при оформлении свидетельства на бумажном носителе).

Приложение А

Схема устройства линейного позиционирования

