

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 08 » августа 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры SBW

МП 207-053-2024

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователи температуры SBW (далее по тексту – преобразователи), изготавливаемые Chongqing Chuanyi Instrument NO.17 Factory Co.,Ltd, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

Прослеживаемость поверяемых преобразователей к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года.

1 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
2. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	7.1	Да	Да
3. Подготовка термопреобразователя к поверке	7.2	Да	Да
4. Опробование средства измерений	7.3	Да	Да
5. Проверка электрического сопротивления изоляции	7.3.1	Да	Нет
7. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да
8. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
9. Оформление результатов поверки	10	Да	Да
Примечания:			
1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.			
2. Для ТС с ИП, поверка проводится в настроенном диапазоне измерений, лежащим внутри полного диапазона измерений ТС с ИП, но не менее нормированного минимального интервала измерений ИП (100 °С). При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

2.2 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

2.3 При работе термостатов и калибраторов включают местную вытяжную вентиляцию.

2.4 Поверяемые приборы и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

2.5 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми преобразователями должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, пер. № 53505-13; Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, пер. № 71394-18 и др.
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511, пер. № 53431-13 и др.
п. 7.3.1 Проверка электрического сопротивления изоляции	Средства измерений сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 2 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В.	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607, пер. № 56407-14 и др.

п. 8 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14, № 32777-06; Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10; Термометр лабораторный электронный LTA мод. LTA-Э, рег. № 69551-17 и др.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 1-го, 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО, рег. № 1442-00; Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО, рег. № 41201-09; Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО, рег. № 19254-10 и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (рег. № 46432-11) и др.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) рег. № 52489-13; Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03 и др.
	Измерители напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520	Прецизионный милливольтметр В2-99, рег. № 22535-02; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05, рег. № 46432-11; Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13 и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ», рег. № 39300-08; Термостаты переливные прецизионные серии ТПП, рег. № 33744-07; Термостат с флюидизированной средой FB-08;

		Криостат регулируемый КР-190-1 (диапазон воспроизводимых температур от минус 196 °С до минус 60 °С) и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20 «ЭЛЕМЕР-КТ-900К» «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К», рег. № 75073-19; Калибраторы температуры жидкостные ЭЛЕМЕР-ТК-М, ЭЛЕМЕР-Т, рег. № 78676-20 и др.
	Горизонтальные (вертикальные) печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Печи горизонтальные высокотемпературные Fluke мод. 9118А, 9118А-ITB (рег. № 70023-17), Печи высокотемпературные PRESYS (рег. № 78948-20), Электрическая печь для градуировки термопар типа ППТ-1850 (диапазон воспроизведения температур от плюс 600 °С до плюс 1800 °С) и др.
	Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °С	Сосуд Дьюара с азотом
	Нулевой термостат или герметичный сосуд, заполненный льдо-водяной смесью	Термостаты нулевые ТН-1М, ТН-2М, ТН-3М и др.
	Программно-аппаратный комплекс для визуализации измеряемой величины (для поверки преобразователей с цифровым выходом)	HART-коммуникатор
<p>Примечания:</p> <p>1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации преобразователей;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности преобразователя описанию типа, технической и эксплуатационной документации;
- наличие заводского номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность преобразователя.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.2 Подготовка преобразователя к поверке

- изучить руководство по эксплуатации на поверяемый преобразователь и эксплуатационные документы на применяемые средства поверки;
- выдержать преобразователь не менее 2 часов в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики, если иное не указано в технической документации на преобразователь;
- подготовить к работе поверяемый преобразователь и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Опробование средства измерений

Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции преобразователя.

7.3.1 Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам преобразователя, а другой – к краю измерительной вставки или металлической защитной арматуре.

7.3.2 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции преобразователя.

7.3.3 Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции не менее 100 МОм.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 *Определение основной погрешности*

8.1.1 Определение основной погрешности проводят в 5-ти контрольных температурных точках, включая нижний и верхний пределы диапазона измерений, методом сравнения (непосредственного сличения) с эталонным термометром в жидкостных или в твердотельных термостатах (криостатах, калибраторах), в сосуде Дьюара с азотом, в печах.

8.1.2 При проведении поверки глубина погружения и способ размещения поверяемого преобразователя и эталона в термостате (криостате) переливном прецизионном (далее – термостат), калибраторе температуры (далее – калибратор), термостате с флюидизированной средой, сосуде Дьюара, печах должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации на поверяемый преобразователь и применяемые эталоны и испытательное оборудование.

При поверке преобразователя в жидкостных термостатах (криостатах) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый преобразователь (при необходимости изолировав погружаемую часть преобразователя от попадания влаги) вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости). При этом, эталонный термометр должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

При поверке в твердотельных термостатах (калибраторах температуры) погружают эталонный термометр и поверяемый преобразователь до упора в каналы блока сравнения, при этом не допускают перегрева соединительной головки преобразователя (при ее наличии).

При использовании термостата с флюидизированной средой расстояние между стенкой флюидизированной ванны и поверяемым преобразователем должно быть не менее 20 мм.

При использовании сосуда Дьюара и/или криостата КР-190-1 опускают эталонный термометр и испытуемый преобразователь до упора в дно блока.

При поверке преобразователей в горизонтальной (вертикальной) печи размещают и центрируют рабочие концы эталонного преобразователя термоэлектрического (или эталонного термометра) и поверяемого преобразователя в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

Поверку проводят в следующем порядке:

8.1.3 Подключают преобразователь к измерителю сигналов постоянного тока или при наличии у поверяемого преобразователя выходного сигнала HART-протокола – к HART-коммуникатору.

8.1.4 При использовании эталонного термометра подключают его к измерителю электрического сопротивления.

При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или без.

8.1.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате (криостате), калибраторе или печи требуемую температурную точку.

8.1.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталоном, преобразователем и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталона и поверяемого преобразователя) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра t_d , индицируемой на дисплее измерителя выходных сигналов эталона, и аналогового сигнала ($I_{\text{вых } i}$) поверяемого преобразователя при помощи соответствующего измерителя сигналов или HART-коммуникатора.

8.1.7 Операции по п.п. 8.1.5, 8.1.6 необходимо повторить для остальных температурных точек в соответствии с п. 8.1.1.

8.1.8 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п.п. 9.1-9.2.

9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям преобразователя проводят следующим образом:

9.1.1 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых } i}$ рассчитывают по формуле 1:

$$t_{ia} = \frac{I_{\text{вых } i} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times (t_{\max} - t_{\min}) + t_{\min}, \quad (1)$$

где $I_{\text{вых } i}$ – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 I_{\min} , I_{\max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;
 t_{\min} , t_{\max} – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

9.1.2 Рассчитывают основную абсолютную погрешность преобразователя для аналогового выходного сигнала для всех контрольных точек по формуле 2:

$$\Delta_{0a} = t_{ia} - t_d, \text{ °С} \quad (2)$$

9.1.3 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности для всех контрольных точек по формуле (3):

$$\gamma = \frac{(t_i - t_3)}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (3),$$

где: t_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (1), °С;

t_3 – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С;

$t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры (настроенный диапазон измерений), °С.

9.2 При наличии у поверяемого преобразователя дисплея и (или) возможности работы по протоколу HART, основная погрешность может определяться по формулам 2 и 3.

9.3 Преобразователь считается выдержавшим поверку, если полученные значения основной абсолютной или приведенной погрешности в каждой проверяемой точке не превышают допустимых нормированных значений, приведенных в Приложении А настоящей методики (значение допустимой основной погрешности выбирается из значений, установленных в процентах от настроенного диапазона измерений, или в °С, в зависимости от того, что больше).

При невыполнении вышеуказанного условия (когда преобразователь не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) результаты поверки признают отрицательными.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Сведения о результатах поверки преобразователей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 На преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, по заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) вносится запись о проведённой поверке в паспорт преобразователя.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Заместитель начальника отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»



Е.В. Родионова

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Приложение А
Метрологические характеристики преобразователей температуры SBW

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Условное обозначение НСХ ЧЭ преобразователя ⁽¹⁾	Диапазон измерений температуры ⁽²⁾ , °С	Минимальный интервал измерений ⁽³⁾ , °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений температуры, % (от настроенного диапазона измерений) ^{(4), (5)}	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры ⁽⁴⁾ , °С
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -196 до +600	50	±0,5	±0,5
			±1,0	±1,0
E	от -196 до +900	100	±0,5	±2,0
			±1,0	±3,0
K, N	от -196 до +1200	100	±0,5	±2,0
			±1,0	±3,0
J	от -40 до +800	100	±0,5	±2,0
			±1,0	±3,0
T	от -196 до +400	100	±0,5	±2,0
			±1,0	±3,0
S, R	от 0 до +1400	300	±0,5	±2,5
			±1,0	±4,0
B	от +600 до +1500	300	±1,0	±5,0

Примечание:

(1) Типы НСХ ЧЭ и класс допуска соответствуют: ГОСТ 6651-2009 (для типов «Pt100», «Pt1000») и ГОСТ Р 8.585-2001 (для типов «K», «N», «E», «J», «T», «R», «S», «B»).

(2) Указаны предельные значения. Конкретный диапазон измерений в зависимости от конструктивной модификации указан в паспорте и в маркировке преобразователя температуры.

(3) Интервал измерений равен алгебраической разности верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений температуры, °С.

(4) Значение допускаемой основной погрешности выбирается из значений, установленных в процентах от настроенного диапазона измерений, или в °С, в зависимости от того, что больше.

Пределы допускаемой погрешности компенсации холодного спая для типов НСХ «K», «N», «E», «J», «T», «R», «S» равны ±0,5 °С и не входят в указанные значения погрешности.

(5) Значение пределов погрешности ±0,5 % соответствует классу точности 0.5 (по ТД предприятия-изготовителя), а ±1,0 – классу точности 1.0 (соответственно).