

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«23» июля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики температуры SUP

МП 207-026-2023

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на Датчики температуры SUP (далее по тексту – датчики), изготавливаемые Hangzhou Supmea Automation Co., Ltd, КНР, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

Прослеживаемость поверяемых датчиков 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 датчика к поверке	7.2	Да	Да
4. Опробование средства измерений	7.3	Да	Да
5. Проверка электрического сопротивления изоляции	7.3.1	Да	Нет
6. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да
7. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
8. Оформление результатов поверки	10	Да	Да

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 датчиками 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-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег.№ 53505-13; Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18 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, рег. № 56407-14 и др.
п. 8 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 2-3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонные 2-го и 3-го разрядов ПТСВ, рег. № 57690-14; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 32777-06 и др.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО, рег. № 19254-10; преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО, рег. № 41201-09 и др.

1	2	3
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда 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 напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457.	Милливольтметр В2-99, рег. № 22535-02; измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 рег. № 46432-11 и др.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) рег. № 52489-13, мультиметр 3458А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25900-03) и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, рег. № 33744-07; термостаты жидкостные Термотест рег. № 25190-03 и др.
	Термостаты с флюидизированной средой с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат с флюидизированной средой FB-08, рег. № 38482-08, рег. № 44370-10 и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибратор температуры КТ-3, рег. № 50907-12; калибратор температуры КТ-5, рег. № 65779-16 и др.
	Горизонтальные (вертикальные) трубчатые печи	Печь малоинерционная трубчатая МТП-1200 низковольтная (производства АО НПП «ЭТАЛОН»), печь высокотемпературная ВТП-1600 (производства ОАО НПП «ЭТАЛОН») и др.
	Сосуд Дьюара с азотом	Сосуд Дьюара криогенный СК-16, Криостат регулируемый КР-190-1 и др.

1	2	3
	Удлиняющие компенсационные провода, соответствующих типу ТП НСХ по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014, ГОСТ 8.338-2002 (в части требований к компенсационным проводам)	-
	Выравнивающие блоки (никелевые толстостенные стаканы длиной от 80 до 100 мм, толщиной стенки и дна стакана - не менее 5 мм)	-
	Пробирки из кварцевого стекла длиной до 500 мм, внутренним диаметром от 24,5 до 25,5 мм и стенками толщиной не более 1 мм	-

Примечания:

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.
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

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 датчиков;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливаются:

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

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 датчика к поверке

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

7.3 Опробование средства измерений

Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции датчиков.

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

7.3.2 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции датчика.

7.3.3 Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции датчика не превышает нормированных значений, указанных в Описании типа для данного типа СИ, опубликованном в Федеральном информационном фонде.

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого полученное значение электрического сопротивления изоляции менее 100МОм.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверка отклонения от НСХ датчиков температуры без измерительного преобразователя (ИП)

Проверку отклонения от НСХ проводят в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки» для датчиков температуры SUP-WZPK-DL и ГОСТ 8.338-2002 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки» и МИ 3090-2007 «Рекомендация ГСИ. Преобразователи термоэлектрические с длиной погружаемой части менее 250 мм. Методика поверки» - для датчиков температуры SUP-WRNK-DL.

8.2 Определение основной погрешности датчиков температуры с ИП

Определение основной погрешности датчиков температуры определяют в нескольких равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения, но не менее чем в пяти температурных точках.

Для датчиков с длиной монтажной части менее 250 мм поверку проводят при температуре не выше 700 °С.

Поверку проводят путем сличения показаний поверяемого датчика с показаниями эталонного термометра или эталонного термоэлектрического преобразователя (далее – эталон).

При проведении поверки глубина погружения и способ размещения поверяемого датчика и эталона в термостате (криостате) переливном прецизионном (далее – термостат), калибраторе температуры (далее – калибратор), термостате с флюидизированной средой, печи высокотемпературной (далее – печь), сосуде Дьюара должны соответствовать требованиями эксплуатационной документации на поверяемый датчик и применяемые эталоны и испытательное оборудование.

При использовании термостата (криостата) испытуемый датчик погружают на одну глубину в термостат (криостат) вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки.

При использовании калибратора температуры опускают эталонный термометр (или эталонный преобразователь термоэлектрический) и испытуемый датчик до упора в дно блока.

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

При использовании горизонтальной (вертикальной) трубчатой печи размещают в ней и центрируют рабочие концы эталонного преобразователя термоэлектрического (или эталонного термометра) и испытуемый датчик в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

При использовании сосуда Дьюара (криостата КР-190-1) опускают эталонный термометр и испытуемый датчик до упора в дно блока.

Поверку проводят в следующем порядке:

8.2.1 Подключают датчик к калибратору многофункциональному и коммуникатору ВЕАМЕХ МС6 (-R).

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

8.2.3 При использовании эталонного термоэлектрического преобразователя подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с включенной компенсацией холодного спая (при необходимости с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1.

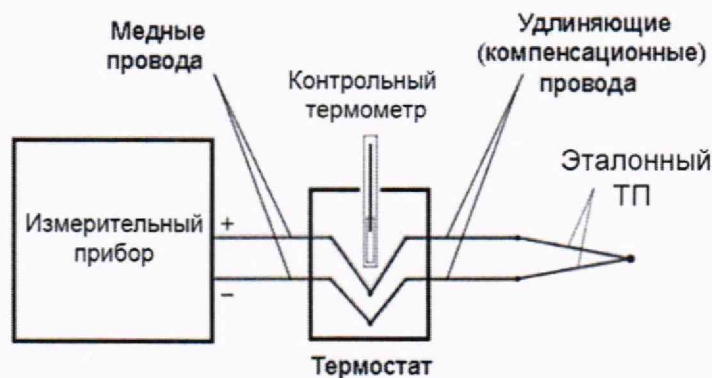


Рисунок 1

К термоэлектродам эталонного термоэлектрического преобразователя подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного термоэлектрического преобразователя по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдодводящей смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

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

8.2.5 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталоном, датчиком и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталона и датчика) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут)

температуры эталонного термометра t_d , индицируемой на дисплее измерителя МИТ, и аналогового сигнала ($I_{\text{вых } i}$) поверяемого датчика при помощи калибратора ВЕАМЕХ МС (-R).

8.2.6 Повторить операции по п.п. 8.2.4, 8.2.5 для остальных контрольных точек.

9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям датчиков температуры без ИП проводят в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 для датчиков температуры SUP-WZPK-DL, ГОСТ 8.338-2002 и МИ 3090-2007 для датчиков температуры SUP-WRNK-DL.

9.2 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям датчиков температуры с ИП проводят следующим образом:

9.2.1 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.

9.2.2 Основную абсолютную погрешность датчика для аналогового выходного сигнала рассчитывают по формуле 2:

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

t_d – значение температуры, измеренное эталоном, °С;

t_{ia} – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых } i}$, °С, рассчитанное по формуле 1.

9.3 Датчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения основной погрешности не превышают пределов, указанных в таблицах А1-А.2 приложения А.

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

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

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»



А.С. Черноусова

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Приложение А
Метрологические характеристики датчиков температуры SUP

Таблица А.1 – Метрологические характеристики датчиков температуры SUP без ИП

Модель	Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры ⁽¹⁾⁽²⁾ , °С	Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, (где t – значение измеряемой температуры, °С), °С
SUP-WZPK-DL	Pt100	от -100 до +450	A	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$
		от -196 до +500	B	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$
SUP-WRNK-DL	J	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
		св. +375 до +750		$\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
		св. +333 до +750		$\pm 0,0075 \cdot t $
	T	от -40 до +125 включ.	1	$\pm 0,5$
		св. +125 до +350		$\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +133 включ.	2	$\pm 1,0$
		св. +133 до +350		$\pm 0,0075 \cdot t $
		от -196 до -67 включ.	3	$\pm 0,015 \cdot t $
		св. -67 до +40		$\pm 1,0$
	E	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
		св. +375 до +800		$\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
		св. +333 до +900		$\pm 0,0075 \cdot t $
		от -196 до -167 включ.	3	$\pm 0,015 \cdot t $
	св. -167 до +40	$\pm 2,5$		
	K, N	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
		св. +375 до +1000		$\pm 0,004 \cdot t $
от -40 до +333 включ.		2	$\pm 2,5$	
св. +333 до +1200			$\pm 0,0075 \cdot t $	
от -196 до -167 включ.		3	$\pm 0,015 \cdot t $	
св. -167 до +40	$\pm 2,5$			

Примечания:

⁽¹⁾ – Указаны предельные значения. Конкретный диапазон в зависимости от конструктивной модификации указан в паспорте и в маркировке датчика температуры.

⁽²⁾ – Разность верхнего и нижнего пределов диапазона измерений должна быть не менее 300 °С для датчиков модели SUP-WRNK-DL и не менее 50 °С для датчиков модели SUP-WZPK-DL.

Таблица А.2 - Метрологические характеристики датчиков температуры SUP с ИП⁽¹⁾⁽²⁾

Модель	Условное обозначение НСХ ⁽³⁾	Разность верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений температуры, °С	Пределы допускаемой основной погрешности ИП, Δип ⁽⁴⁾	
			приведенной (к настроенному диапазону измерений), %	абсолютной, °С
SUP-WZPK-DL	Pt100	≤100	±0,2	±0,2
		>100	±0,1	±0,2
SUP-WRНК-DL	J, E, K	≤300	±0,2	±0,5
		>300	±0,1	±0,5
	N	≤500	±0,2	±0,5
		>500	±0,1	±0,5
T	≤390	±0,2	±0,5	

Примечания:

(1) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры SUP-WZPK-DL (Δдт, °С) вычисляются по формуле:

$$\Delta_{дт} = \pm \sqrt{\Delta_{пп}^2 + \Delta_{ип}^2}$$

(2) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры SUP-WRНК-DL (Δдт, °С) вычисляются по формуле:

$$\Delta_{дт} = \pm \sqrt{\Delta_{пп}^2 + (\Delta_{ип} + \Delta_{х})^2}$$

где: Δпп - предел допускаемого отклонения от НСХ (в температурном эквиваленте) первичного преобразователя, °С в соответствии с таблицей А.1;

Δип - предел допускаемой основной приведенной или абсолютной погрешности ИП, выраженный в °С;

Δх - пределы допускаемой абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов: ±1,0 °С.

(3) - Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001 соответственно.

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