

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

«12» декабря 2019 г.

**Датчики температуры многозонные iTHERM
серий TMS, TS**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-044-2019

г. Москва
2019 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на датчики температуры многозонные iTHERM серий TMS, TS (далее по тексту – датчики), изготавливаемые фирмой «Endress+Hauser Sicestherm S.r.L.», Италия и фирмой «Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co.KG», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной поверки.

Датчики подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию.

При эксплуатации датчиков необходимо осуществлять периодический контроль работоспособности изделий, и, при необходимости, по согласованию с эксплуатирующей организацией и с изготовителем, проводить ремонт или замену изделия с последующей первичной поверкой.

Метрологические характеристики датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Модель	Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, °С (где t – значение измеряемой температуры, °С)
TMS01 TMS02 TMS11 TMS12	Pt100 ⁽¹⁾	от -100 до +450	A	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$
		от -196 до +600	B	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$
	J ⁽²⁾	от -40 до +375 включ. св. +375 до +750	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +333 включ. св. +333 до +750	2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
	K ⁽²⁾ , N ⁽²⁾	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
		от -200 до -167 включ. св. -167 до +40	3	$\pm 0,0015 \cdot t $ $\pm 2,5$
	T ⁽²⁾	от -40 до +125 включ. св. +125 до +350	1	$\pm 0,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +133 включ. св. +133 до +350	2	$\pm 1,0$ $\pm 0,0075 \cdot t $
		от -200 до -67 включ. от -67 до +40	3	$\pm 0,015 \cdot t $ $\pm 1,0$
	B ⁽²⁾	от +600 до +1700	2	$\pm 0,0025 \cdot t $
		от +600 до +800 включ. св. +800 до +1700	3	$\pm 4,0$ $\pm 0,005 \cdot t $
	TMS21	J ⁽²⁾	от -40 до +375 включ. св. +375 до +750	1
от -40 до +333 включ. св. +333 до +750			2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
K ⁽²⁾ , N ⁽²⁾		от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
		от -200 до -167 включ. св. -167 до +40	3	$\pm 0,0015 \cdot t $ $\pm 2,5$
E ⁽²⁾		от -40 до +375 включ. св. +375 до +800	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
		от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$

Модель	Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, °С (где t – значение измеряемой температуры, °С)	
	В ⁽²⁾	св. +333 до +900		$\pm 0,0075 \cdot t $	
		от +600 до +1700	2	$\pm 0,0025 \cdot t $	
		от +600 до +800 включ. св. +800 до +1700	3	$\pm 4,0$ $\pm 0,005 \cdot t $	
TMS31	Pt100 ⁽¹⁾	от -100 до +450	A	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	
		от -196 до +600	B	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$	
	J ⁽²⁾	от -40 до +375 включ. св. +375 до +750	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $	
		от -40 до +333 включ. св. +333 до +750	2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $	
	K ⁽²⁾	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $	
		от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $	
		от -200 до -167 включ. св. -167 до +40	3	$\pm 0,0015 \cdot t $ $\pm 2,5$	
	B ⁽²⁾	от +600 до +1700	2	$\pm 0,0025 \cdot t $	
		от +600 до +800 включ.	3	$\pm 4,0$	
		св. +800 до +1700		$\pm 0,005 \cdot t $	
	TS901	K ⁽²⁾ , N ⁽²⁾	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	1	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
			от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	2	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
от -200 до -167 включ. св. -167 до +40			3	$\pm 0,0015 \cdot t $ $\pm 2,5$	
B ⁽²⁾		от +600 до +1700	2	$\pm 0,0025 \cdot t $	
		от +600 до +800 включ.	3	$\pm 4,0$	
		св. +800 до +1700		$\pm 0,005 \cdot t $	

Примечания к таблице 1:

⁽¹⁾ – тип НСХ и пределы допускаемых отклонений от НСХ – по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751-2009).

⁽²⁾ – тип НСХ и пределы допускаемых отклонений от НСХ – по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013).

Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры (Ддт, °С) в комплекте с измерительным преобразователем с ЧЭ на базе термопреобразователя сопротивления вычисляются по формуле:

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

Пределы допускаемой основной погрешности датчиков температуры (Ддт, °С) в комплекте с измерительным преобразователем с ЧЭ на базе термоэлектрических преобразователей вычисляются по формуле:

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

где: $\Delta_{пп}$ - предел допускаемого отклонения от НСХ (в температурном эквиваленте) первичного преобразователя, °С;

$\Delta_{ип}$ - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности WirelessHART, °С;

$\Delta_{х}$ - абсолютная погрешность автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов преобразователей термоэлектрических.

2 Средства поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип средств измерений и оборудования	Метрологические характеристики или регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	Регистрационный № 19916-10
Рабочие эталоны 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТТПО	Регистрационный № 19254-10
Рабочий эталон 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО	Регистрационный № 41201-09
Термометр электронный лабораторный LTA	Регистрационный № 69551-17
Прецизионный милливольтметр В2-99	Регистрационный № 22532-02
Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05	Регистрационный № 46432-11
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8	Регистрационный № 19736-11
Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ»	Регистрационный № 39300-08
Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R	Регистрационный № 46576-11
Термостат с флюидизированной средой FB-08	Регистрационный № 38482-08
Калибратор температуры КТ-5	Регистрационный № 65779-16
Калибратор температуры эталонный КТ-1100	Регистрационный № 26113-03
Калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-900К, ЭЛЕМЕР-КТ-1100К	Регистрационный № 75073-19
Печь высокотемпературная типа ВТП 1600-1	Диапазон воспроизводимых температур: +300...+1600 °С. Нестабильность поддержания заданного режима не более ±0,4 °С/мин
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Регистрационный № 52489-13

Примечания:

1 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке, оборудование должно быть аттестовано.

2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, аттестованными в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с прибором.

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки.

5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

5.2 Электрическое питание термостатов должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение напряжения не должно превышать 2%.

5.3 Все приборы, установки должны быть заземлены, сопротивление заземления – не более 0,1 Ом, сечение проводов заземления – не менее 0,75 мм².

5.4 Средства поверки и оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

5.5 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

5.6 Поверяемый датчик и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

5.7 Операции, проводимые со средствами поверки и с поверяемым датчиком должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

6 Подготовка к поверке

6.1 В случае поверки датчиков температуры с чувствительным элементом (ЧЭ) на основе термопарного кабеля, вначале на поверку предоставляются образцы термоэлектрических преобразователей (ТП), изготовленных из данного кабеля, а уже после (при положительных результатах) предоставляются на поверку уже готовые изделия, изготовленные из этого кабеля. При этом:

6.1.1 Образцы ТП отбираются и изготавливаются непосредственно на заводе-изготовителе, из представленных катушек (бухт) с термопарным кабелем, из которых будут изготавливаться датчики конкретной партии. Образцы кабеля берутся из начала, середины (при необходимости) и конца бухты. Длина образцов не должна быть ниже 500 мм.

6.1.2 Образцы ТП, изготовленные из бухты, должны иметь маркировку с указанием: номера партии, типа НСХ и класса допуска, и к ним должен прилагаться сертификат калибровки изготовителя термопарного кабеля.

6.1.3 Далее проводят подготовку к поверке в соответствии с разделом 8 ГОСТ 8.338-2002.

6.2 В случае поверки датчиков температуры с платиновыми ЧЭ на основе кабеля, на поверку представляются образцы термопреобразователей сопротивления (ТС), изготовленные из данного кабеля с требованиями согласно п.п.6.1.1-6.1.3.

6.2.1 Подготовку к поверке ТС проводят в соответствии с разделом 9 ГОСТ 8.461-2009.

7 Определение отклонения от НСХ датчиков температуры без ИП

7.1 Определение отклонения от номинальной статической характеристики (НСХ) ЧЭ датчиков температуры без ИП проводят в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 и ГОСТ 8.338-2002.

7.2 Проверку электрического сопротивления изоляции проводят уже после сборки ЧЭ в конечное изделие следующим образом:

Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам ЧЭ датчика, а другой - к металлической защитной арматуре. По истечении 1 мин или через меньшее время, за которое показания средств измерений практически установятся, производят отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции.

Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм.

7.3 Определение отклонения от НСХ датчика температуры без ИП в конечной сборке проверяют следующим образом:

7.3.1 Отклонение от НСХ определяют только в одной контрольной точке, соответствующей температуре окружающей среды (в диапазоне от 0 до плюс 30 °С) методом сравнения с эталонным термометром в «пассивном» (воздушном) термостате.

7.3.2 В качестве пассивного термостата может быть использовано помещение с кондиционером (без окон и дополнительных нагревательных элементов) или ящик (контейнер) из теплоизоляционного материала с закрывающейся крышкой.

7.3.3 Помещают поверяемый датчик вместе с эталонным(и) термометром (-ами) в пассивный термостат, при этом ЧЭ эталонного термометра должен находиться в непосредственной близости к каждому ЧЭ датчика. После выдержки в течение 24 ч снимают не менее 10-ти показаний (в течение 10-ти минут) температуры эталонного термометра и сопротивления (или термо-ЭДС) (в температурном эквиваленте) каждого ЧЭ датчика температуры.

7.3.4 Значение отклонения от НСХ (в температурном эквиваленте) для каждого ЧЭ датчика температуры ΔT определяется по формуле:

$$\Delta t = t_d - t_э, \quad (1)$$

где:

t_d – среднее арифметическое значение сопротивления или термо-ЭДС в температурном эквиваленте ЧЭ поверяемого датчика, °С;

$t_э$ – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

7.3.5 Результаты поверки датчика температуры считают положительными, если полученное отклонение от НСХ каждого ЧЭ датчика не превышает предельно допустимого нормированного значения в соответствии с таблицей 1.

8 Определение основной погрешности датчиков температуры с ИП

8.1 Поверку датчиков температуры с ИП проводят в следующем порядке:

8.1.1 Перед сборкой датчика проводят операции по п.7.1

8.1.2 Поверка ИП проводится в соответствии с утвержденной методикой поверки на ИП или проверяется наличие действующего свидетельства о поверке на ИП, выданного не ранее, чем за 1-2 месяца до момента проведения поверки датчика температуры.

8.1.3 После сборки ЧЭ и ИП в конечное изделие проводится проверка электрического сопротивления изоляции:

Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам ЧЭ датчика, а другой - к металлической защитной арматуре. По истечении 1 мин или через меньшее время, за которое показания средств измерений практически установятся, производят отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции.

Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм.

8.1.4 Погрешность датчика температуры с ИП в конечной сборке проверяют следующим образом:

8.1.4.1 Погрешность определяют в одной точке в соответствии с п.п.7.3.1-7.3.3. При этом, после соответствующей выдержки (24 ч) снимают не менее 10-ти показаний (в течение 10-ти минут) температуры эталонного термометра и цифрового ($t_{ци}$) или аналогового ($I_{вых.i}$) выходного сигнала каждого ЧЭ поверяемого датчика, считываемого с дисплея HART-коммуникатора или ПК, или же при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора BEAMEX МС6 (-R), или прецизионного измерителя постоянного тока.

8.1.4.2 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{вых.i}$ рассчитывают по формуле:

$$t_{ia} = \frac{I_{вых.i} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \times (t_{max} - t_{min}) + t_{min} \quad (2)$$

где $I_{вых.i}$ – 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 температуры, °С.

8.1.4.3 Основную абсолютную погрешность датчика вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала

$$\Delta_{0ц} = t_{ци} - t_d, \text{ °С} \quad (3)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_{0а} = t_{ia} - t_d, \text{ °С} \quad (4)$$

где: $t_{ци}$ – значение цифрового выходного сигнала поверяемого датчика температуры, °С;

t_{ia} – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{изм}$, °С;

t_d – среднее арифметическое значение температуры по показаниям эталонного термометра, °С.

Примечание - Если датчик работает только с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (3). При этом полученная погрешность сравнивается с допускаемой основной погрешностью цифрового сигнала датчика, а в свидетельстве о поверке и (или) в паспорте

делается соответствующая запись о проведении проверки только погрешности цифрового сигнала.

8.1.4.4 Результаты поверки считают положительными, если полученная погрешность датчика температуры в комплекте с ИП не превышает значений, указанных в таблице 1 настоящей методики.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты первичной поверки ТП и ТС, изготовленных из кабеля, представленного на поверку, оформляются протоколом.

9.2 При положительных результатах первичной поверки ТП и ТС, изготовленных из кабеля, допускается дальнейшее изготовление датчиков из этого кабеля, представленного на поверку.

9.3 Датчики температуры многозонные iTHERM серий TMS, TS, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке или ставится знак поверки в паспорт в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

9.4 При отрицательных результатах поверки датчиков, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., на них оформляется извещение о непригодности.

9.5 При отрицательных результатах поверки бухта кабеля, из которой были изготовлены ТП и ТС, представленные на поверку, к дальнейшему изготовлению датчиков не допускается.

Разработчик настоящей методики:

Начальник отдела 207 ФГУП «ВНИИМС»


А.А. Игнатов