

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

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»



И.В. Иванникова

«07» февраля 2019 г.

**Датчики температуры iTHERM
серии TrustSens модели TM371**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-001-2019

г. Москва
2019 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на датчики температуры iTHERM серии TrustSens модели TM371 (далее по тексту – датчики), изготавливаемые фирмой «Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co.KG», Германия и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 5 лет.

Метрологические характеристики датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +160
Условное обозначение НСХ преобразования по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751	Pt100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования ($\Delta_{АЦП}$) ¹ , °С (в зависимости от поддиапазона измерений температуры): - от -40 до -20 °С не включ. - от -20 до 0 °С не включ. - от 0 до +20 °С не включ. - от +20 до +135 °С включ. - св. +135 до +160 °С	 ±0,80 ±0,46 ±0,27 ±0,22 ±0,38
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности цифро-аналогового преобразования ($\Delta_{ЦАП}$) ³ , % (от интервала измерений ²)	±0,03
Номинальное значение температуры фазового перехода 2-го рода, °С	+118
Пределы допускаемого отклонения номинального значения температуры фазового перехода 2-го рода, °С	+1,2; -1,7
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования ($\Delta_{ДАЦП}$) при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий (от +20 до +30 °С включ.) в диапазоне температуры окружающей среды от 0 до +40 °С включ. и в диапазоне измерений от 0 до +140 °С включ., °С	±0,05
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования ($\Delta_{ДАЦП}$) при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий (от +20 до +30 °С включ.) в диапазоне температуры окружающей среды от -40 до 0 °С (не включ.) и св.+40 до +60 °С, и в диапазоне измерений от -40 до 0 °С (не включ.) и св.+140 до +160 °С, °С	±0,15
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности цифро-аналогового преобразования ($\Delta_{ДЦАП}$) при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий (от +20 до +30 °С включ.) в диапазоне от -40 до +60 °С, % (от интервала измерений ²), на 1 °С изменения	±0,003
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования ($\Delta_{ДАЦП}$) при изменении напряжения питания от нормальных условий (24 В), % (от интервала измерений ²), на 1 В изменения	±0,0015

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности цифро-аналогового преобразования ($\Delta_{дцап}$) при изменении напряжения питания от нормальных условий (24 В), % (от интервала измерений ²), на 1 В изменения	$\pm 0,001$
Время термического срабатывания ЧЭ датчика в водной среде (0,4 м/с), с	от 2,9 ($t_{0,63}$) (5,4 ($t_{0,9}$)) до 30,7 ($t_{0,63}$) (74,5 ($t_{0,9}$))
Электрическое сопротивление изоляции (при напряжении 100 В), МОм, не менее	100
Параметры электропитания: - напряжение постоянного тока, В	от 18 до 30
Габаритные размеры корпуса датчика (диаметр×длина), мм	$\varnothing 31,5 \times (\text{от } 71 \text{ до } 131)$
Диаметр измерительной вставки, мм	3; 6; 9; 12,7
Длина монтажной части, мм	от 10 до 900
Масса, кг	от 0,2 до 2,5
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °С - напряжение питания постоянного тока, В	от +20 до +30 24
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %	от -40 до +60 до 95
Средний срок службы, лет, не менее	10
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	100 000
Примечания: ¹ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности датчиков для обмена данными по HART-протоколу равны погрешности аналого-цифрового преобразования ($\Delta_{ацп}$); ² Минимальный настраиваемый интервал измерений равен: 5 °С; ³ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений для аналогового выхода вычисляются по формуле: $\Delta_{дт} = \sqrt{\Delta_{ацп}^2 + \Delta_{цап}^2}$	

2 Операции поверки

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

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение основной погрешности	7.3	Да	Да

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 3.

Таблица 3

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-100/1	регистрационный № 19916-10
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10/8.15(М)	регистрационный № 19736-11
Термостаты переливные прецизионные ТПП-1	регистрационный № 33744-07
Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R)	регистрационный № 52489-13

Примечания:

1 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

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

4 Требования к квалификации поверителей

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

5 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.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1 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.

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

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

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

6.5 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

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

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

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности прибора технической и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;
- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии.

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

7.2 Опробование

7.2.1 В соответствии с руководством по эксплуатации подключают датчик к вторичному измерительному прибору со встроенным источником питания и проверяют наличие выходного сигнала, соответствующего текущему значению температуры окружающего воздуха в поверочной лаборатории.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение погрешности датчика проводят в жидкостных термостатах переливного типа методом сравнения с показаниями эталонного термометра.

7.3.2 Погрешность определяют в шести равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения. Поверка датчика должна включать проверку погрешности в точке, соответствующей значению температуры фазового перехода 2-го рода (точка Кюри), равной +118 °С.

7.3.3 Поверяемый датчик погружают в рабочую зону жидкостного термостата вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости).

7.3.4 В соответствии с Руководством по эксплуатации устанавливают в термостате первую контрольную точку.

7.3.5 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, датчиком и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и датчика) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра t_d , индицируемой на дисплее измерителя МИТ и цифрового выходного сигнала ($t_{циф}$) поверяемого датчика, считываемого с дисплея HART-коммуникатора или ПК с установленным ПО «FieldCare» или аналогового сигнала ($I_{вых.i}$) поверяемого датчика при помощи калибратора многофункционального и коммуникатора BEAMEX MC6 (-R).

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

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

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.

7.3.6 Операции по п.п. 7.3.4-7.3.5 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого датчика, включая температуру точки Кюри.

7.3.7 Основную абсолютную погрешность датчика вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала

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

- для аналогового выходного сигнала

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

где: t_{ic} – 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 (2). 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.

7.3.8 Результаты считаются положительными, если значения абсолютной погрешности измерений температуры не превышают значений, указанных в таблице 1 настоящей методики.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Датчики температуры iTHERM серии TrustSens модели TM371, 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.

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

8.3 Допускается возможность проведения поверки датчиков на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Разработчик настоящей методики:
Начальник отдела 207 ФГУП «ВНИИМС»

А.А. Игнатов