

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин  
08 \_\_\_\_\_ 2015 г.



Датчики температуры ТМТ142R, ТМТ142С, ТМТ162R, ТМТ162С

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

№ р. 63821-16

2015 г.

Настоящая методика распространяется на датчики температуры ТМТ142R, ТМТ142С, ТМТ162R, ТМТ162С (далее – датчики), изготовленные фирмой Endress+Hauser Sigestherm S.r.L., Италия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками:

- 5 лет (для сборок с сенсорами Pt100 (классов А, В с диапазоном измерений температуры от минус 50 до плюс 300 °С); с сенсором К-типа (класса допуска 2 и диапазоном измерений температуры от минус 40 до плюс 600 °С));
- 2 года (для сборок с сенсорами Pt100 с ИСХ и для остальных сборок).

Основные метрологические характеристики датчиков приведены в Приложении Б настоящей методики.

## **1 Операции поверки**

1.1 При проведении поверки датчиков должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п.5.1);
- опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО) (п.5.2);
- определение основной погрешности (п.5.3).

## **2 Средства поверки**

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование:

- термометр сопротивления ЭТС-100 эталонный 3 разряда в диапазоне температур от минус 196 до плюс 660 °С;
- эталонные 1, 2, 3-го разрядов ТП типа ППО в диапазоне температур от плюс 300 до плюс 1200 °С;
- термостаты жидкостные прецизионные переливного типа моделей ТПП-1.0, ТПП-1.2, ТПП-1.3 с диапазоном воспроизводимых температур от минус 75 до плюс 300 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры  $\pm(0,004\dots0,02)$  °С;
- калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R с общим диапазоном воспроизводимых температур от минус 48 до плюс 700 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры  $\pm(0,005\dots0,02)$  °С;
- термостат с флюидизированной средой FB-08, рабочий диапазон температур от плюс 50 до плюс 700 °С;
- сосуд Дьюара с азотом;
- криостат КТ-4, диапазон воспроизводимых температур от минус 180 до 0 °С, нестабильность поддержания заданной температуры  $\pm 0,01$  °С;
- горизонтальная трубчатая печь сопротивления типа МТП-2М с диапазоном температур от плюс 300 до плюс 1100 °С;
- многоканальный прецизионный измеритель температуры МИТ 8.10(М) с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения  $\pm(10^{-4} \cdot U + 1)$  мкВ, где U – измеряемое напряжение, мВ; сопротивления  $\pm(10^{-5} \cdot R + 5 \cdot 10^{-4})$ , где R – измеряемое сопротивление, Ом;
- калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Госреестр № 52489-13).
- коммуникатор модели 375 или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus и Profibus PA, позволяющий визуализировать измеренную датчиком температуру;
- измеритель сопротивления изоляции АРРА607, диапазон измерения: от 2 МОм до 22 ГОм, пределы допускаемой абсолютной погрешности:  $\pm(0,015 \cdot R + 5 \text{ е.м.р.})$  (в диапазоне от 2 до 2000 МОм),  $\pm(0,1 \cdot R + 3 \text{ е.м.р.})$  (в диапазоне св. 2000 МОм до 22 ГОм).
- магазин сопротивлений типа P4831 с классом точности 0,02 (для нагрузки);
- источник питания постоянного тока.

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

2.3 Допускается применение других средств измерений с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими следующему критерию:  $\Delta_{\text{э}}/\Delta_{\text{п}} \leq 1/3$ , где:  $\Delta_{\text{э}}$  – погрешность эталонных СИ,  $\Delta_{\text{п}}$  – погрешность поверяемого датчика.

### **3 Требования безопасности**

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации измерителей.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации измерителей и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### **4 Условия поверки и подготовка к ней**

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(25 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- частота питающей сети –  $(50 \pm 0,5)$  Гц.

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

4.3 Все приборы, установки должны быть заземлены, сопротивление заземления – не более 0,1 Ом, сечение проводов заземления – не менее 0,75 мм<sup>2</sup>.

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

4.5 При работе печей, термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

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

4.7 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемыми датчиками должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

4.8 В рабочем пространстве горизонтальной трубчатой печи устанавливают выравнивающие никелевые блоки.

4.9 При установке датчиков в калибраторы температуры для обеспечения лучшего теплового контакта используют теплопередающие металлические вставки.

4.10 Для уменьшения погрешности при измерениях вследствие теплопередачи из зоны нагрева по защитной арматуре выступающую из калибратора часть датчика теплоизолируют.

### **5 Проведение поверки**

#### **5.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу датчиков и на качество поверки.

## 5.2 Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)

### 5.2.1 Опробование

Подают напряжение питания на преобразователь датчика. После включения происходит самотестирование прибора с последовательным отображением этапов тестирования на встроенном ж/к дисплее (в случае его наличия). В случае индицирования каких-либо кодов ошибки проверку прекращают. После прохождения процедуры самотестирования датчик готов к работе и на его ж/к дисплее, в случае, если ИП датчика настроен на соответствующий диапазон измерений, должна отображаться комнатная температура.

В случае отсутствия встроенного ж/к дисплея проверяют наличие выходного сигнала, также соответствующего комнатной температуре.

### 5.2.2 Проверка версии программного обеспечения

Подключают ИП датчика к HART-коммуникатору или иному программно-аппаратному комплексу с поддержкой протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus и Profibus PA, и после установления соединения находят в коммуникаторе раздел меню с информацией о ПО, в котором должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения (см. таблицу 1).

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	01.0y.zz <sup>(*)</sup>
Цифровой идентификатор программного обеспечения	по номеру версии

Примечание:

(\*) - y, z – числа от 0 до 9, характеризующие функциональность ИП (различные протоколы цифровой коммуникации, а также совместимость с сервисными программами) и служебный идентификационный номер.

Значащей частью в идентификационном номере являются все цифры. Если значащая часть идентификационного номера не совпадает, дальнейшую проверку не проводят.

## 5.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

### 5.3.1 Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 100 В.

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

Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм.

## 5.4 Определение основной погрешности датчиков

5.4.1 Основную погрешность датчиков находят в четырех температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом непосредственного сличения с эталонным термометром в криостате, в термостате, в сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры или в печи.

При первичной и периодической проверке допускается проводить проверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений и не менее нормированного минимального интервала измерений. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о проверке.

5.4.2 При проверке датчика в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый датчик вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки.

5.4.3 При поверке датчика в сухоблочном калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки.

При поверке в калибраторах необходимо не допускать перегрева соединительной головки датчика.

5.4.3.1 При поверке датчика с термопреобразователем сопротивления в калибраторе опускают эталонный термометр и датчик до упора в дно блока, а при поверке датчика с термоэлектрическим преобразователем его опускают на глубину, соответствующую середине чувствительного элемента эталонного термометра сопротивления (примерно 20 мм от дна).

5.4.4 При поверке датчиков в печах помещают эталонный термоэлектрический преобразователь (ТП) в защитную пробирку из кварцевого стекла, при этом рабочий конец ТП должен касаться дна пробирки. Свободные концы ТП соединяют с медными соединительными проводами. Места соединения (скрутку) свободных концов ТП с медными соединительными проводами помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, которые погружают в сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью. Температуру в сосуде Дьюара контролируют по термометру с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,05$  °С.

5.4.4.1 В рабочем пространстве (в зоне равномерного распределения температуры) печи устанавливают никелевый блок.

5.4.4.2 Помещают поверяемый датчик и эталонный термоэлектрический преобразователь в каналы никелевого блока.

5.4.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, в калибраторе или в печи температурную точку.

5.4.6 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 измерительного прибора, цифрового выходного сигнала ( $t_{iц}$ ) с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора датчика температуры, аналогового сигнала ( $I_{вых i}$ ) поверяемого датчика при помощи прецизионного измерителя постоянного тока.

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, согласно заказу, °С.

5.4.7 Операции по 5.4.5, 5.4.6 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого датчика.

5.4.8 Основную абсолютную погрешность датчика вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала

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

- для аналогового выходного сигнала

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

Для расчета основной погрешности используются усредненные значения измеренных выходных сигналов.

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.

Результаты измерений заносят в рекомендуемый протокол поверки (приложение А) или в протокол произвольной формы.

5.4.9 Датчик считается выдержавшим испытание, если значение основной погрешности в каждой проверяемой точке не превышает значений, указанных в технической документации на датчики температуры.

5.4.10 В случае, если датчик с ЧЭ типа Pt100 с индивидуальной статической характеристикой преобразования (ИСХ) не удовлетворяет требованиям по предельно допускаемой основной абсолютной погрешности ( $\pm 0,2$  °C), то по согласованию с Заказчиком проводят переградуировку датчика.

При переградуировке датчика проводят следующие операции:

1) Извлекают измерительную вставку из датчика температуры. Для этого необходимо отключить провода сенсорной части от клемм преобразователя и выкрутить термовставку из резьбового соединения с корпусом датчика температуры.

2) Осуществляют калибровку измерительной вставки на требуемом диапазоне температур и вычисляют коэффициенты Каллендара - ван Дюзена в соответствии с Приложением А ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

3) Далее необходимо скачать и установить последние версии библиотек DD или DTM на датчики температуры TMT142R или TMT162R в зависимости от типа используемого оборудования (например, HART-коммуникатор или HART-модем) и программного обеспечения, используя ссылки:

DTM: <https://portal.endress.com/webdownload/FieldCareDownloadGui/>

DD: <http://www.ru.endress.com/ru/download>

При этом необходимо осуществить поиск по типу датчика температуры, например, TMT142R.

4) Устанавливают соединение с датчиком температуры, войти в меню прибора.

5) Проверяют настройку преобразователя на тип входного сигнала:

- для TMT142R: Sensor -> Value Sensor -> Sensor type -> Callendar Van-Dusen

- для TMT162R: Sensor 1 -> Value Sensor 1 -> Sensor type S1 -> Callendar Van-Dusen

При использовании двойного чувствительного элемента Pt100 в датчике температуры TMT162R, необходимо проверить аналогичную настройку второго канала преобразователя: Sensor 2 -> Value Sensor 2 -> Sensor type S2 -> Callendar Van-Dusen

6) Вносят новые коэффициенты Каллендара - ван Дюзена в соответствующие разделы меню датчиков температуры, сохранить настройки:

- для TMT142R: Sensor -> Special linearization 1

- для TMT162R: Sensor 1 -> Special linearization 1

При использовании двойного чувствительного элемента Pt100 в датчике температуры TMT162R, необходимо ввести коэффициенты КВД для второго канала преобразователя:

Sensor 2 -> Special linearization 2.

7) Подключают измерительную вставку к электронике прибора (вновь собрать датчик температуры) и осуществляют повторную поверку датчика температуры по п.п.5.4.1-5.4.3, 5.4.5-5.4.9.

## **6 Оформление результатов поверки**

6.1 При положительных результатах первичной поверки знак поверки ставится в соответствующий раздел паспорта на датчик.

6.2 При положительных результатах периодической поверки на датчик в соответствии с Приказом Минпромторга от 02.07.2015г. № 1815 выдают свидетельство о поверке и (или) делают соответствующую запись и ставят знак поверки в паспорт.

6.3 В случае оформления свидетельства о поверке на его оборотной стороне указывают метрологические характеристики датчика.

6.4 Протокол поверки оформляется по форме, приведенной в Приложении А или в произвольной форме, в т.ч., в форме, принятой на местах проведения работ.

6.5 При отрицательных результатах поверки датчики к применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга от 02.07.2015г. № 1815.

Начальник лаборатории МО термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»

 А.А. Игнатов







## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон измеряемых температур, пределы допускаемой основной<sup>(\*)</sup> погрешности датчика, а также дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды от нормальной ( $25 \pm 5$  °С) в диапазоне от минус 40 до плюс 85 °С в зависимости от типа НСХ чувствительного элемента приведены в таблице Б1.

Таблица Б1

Тип НСХ (обозначение модели датчика)	Диапазон рабочих температур, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемого отклонения сопротивления (ТЭДС) от НСХ (в температурном эквиваленте) чувствительного элемента (в зависимости от класса допуска), °С ( $t$ – измеряемая температура)	Пределы допускаемой основной погрешности ИП <sup>(***)</sup>		Пределы допускаемой дополнительной погрешности ИП/10°С, %
				$\Delta_{\text{АП}},$ °С	$\Delta_{\text{ЦАП}},$ % (от диап. измерений)	
Pt100 (**) (ТМТ142R)	-196...+600	10	класс А: $\pm (0,15 + 0,002 \cdot  t )$ (в диапазоне от минус 100 до плюс 450 °С);	$\pm 0,1$ или $\pm 0,2$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$ или $\pm 0,02$
Pt100 (**) (ТМТ162R)			класс АА: $\pm (0,1 + 0,0017 \cdot  t )$ (от минус 50 до плюс 250 °С);  класс В $\pm (0,30 + 0,005 \cdot  t )$ (в диапазоне от минус 196 до плюс 600 °С)	$\pm 0,1$		$\pm 0,01$
J (ТМТ142С)	-40...+750	50	класс 1: $\pm 1,5$ (от минус 40 до плюс 375 °С), $\pm 0,004 \cdot t$ (свыше плюс 375 до плюс 750 °С);	$\pm 0,25$ или $\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$ или $\pm 0,02$
J (ТМТ162С)			класс 2: $\pm 2,5$ (от минус 40 до плюс 333 °С), $\pm 0,0075 \cdot t$ (свыше плюс 333 до плюс 750 °С)	$\pm 0,25$		$\pm 0,01$
K (ТМТ142С)	-40...+1100	50	класс 1: $\pm 1,5$ (от минус 40 до плюс 375 °С), $\pm 0,004 \cdot t$ (свыше плюс 375 до плюс 1000 °С);	$\pm 0,25$ или $\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$ или $\pm 0,02$
K (ТМТ162С)			класс 2: $\pm 2,5$	$\pm 0,25$		$\pm 0,01$

			(от минус 40 до плюс 333°C), ±0,0075·t (свыше плюс 333 до плюс 1100 °C)			
--	--	--	--	--	--	--

Примечания:

(\*) Пределы допускаемой основной погрешности датчика температуры ( $\Delta_{\text{дм}}$ , °C) вычисляются по формуле:  $\Delta_{\text{дм}} = \pm(\Delta_{\text{ТС(ТП)}} + \Delta_{\text{ИП}})$ , где:  $\Delta_{\text{ТС(ТП)}}$  - предел допускаемого отклонения сопротивления или ТЭДС от НСХ (в температурном эквиваленте) первичного преобразователя температуры, °C;  $\Delta_{\text{ИП}}$  - предел допускаемой основной погрешности измерительного преобразователя (°C), которая равна погрешности  $\Delta_{\text{АЦП}}$  (для обмена данными по HART-протоколу) или сумме погрешностей  $\Delta_{\text{АЦП}}$  и  $\Delta_{\text{ЦАП}}$  (для аналогового выхода).

(\*\*) Подключение чувствительного элемента к преобразователю измерительному осуществляется по 3-х или по 4х-проводным схемам.

(\*\*\*) Пределы допускаемой дополнительной погрешности выхода (4-20 мА) равны: ±0,01 % (от интервала в °C) или ±0,02 % (от измер. величины в Ом/мВ). Суммарная дополнительная погрешность равна сумме погрешностей входа и выхода.

Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности датчика температуры с ЧЭ типа Pt100 с индивидуальной статической характеристикой преобразования (ИСХ) в диапазоне температур от минус 40 до плюс 100 °C, °C: .....±0,2

Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары (ТМТ142С, ТМТ162С), °C:.....±1

Напряжение питания, В:

- от 11 до 40 (датчики с выходным сигналом HART без ЖК дисплея);
- от 8 до 40 (датчики с выходным сигналом HART с ЖК дисплеем);
- от 9 до 32 (датчики с выходным сигналом Profibus PA или FOUNDATION Fieldbus).

Сопротивление электрической изоляции, МОм, не менее:...100 (при 25 °C), 10 (при 300 °C).