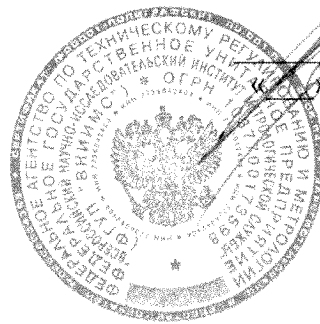


УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин  
\_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2011 г.



## Преобразователи термоэлектрические серий ТС, ТАФ, ТСС

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2011 г.

Настоящая методика распространяется на преобразователи термоэлектрические серий ТС, TAF, TSC в сборе с измерительными преобразователями серии iTEMP TMT (далее – по тексту датчики), изготовленные фирмой Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co.KG, Германия, Италия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Поверка датчиков без измерительного преобразователя с длиной погружаемой части не менее 250 мм осуществляется по ГОСТ 8.338-2002 «Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки», а с длиной погружаемой части менее 250 мм – по МИ 3090-2007 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические с длиной погружаемой части менее 250 мм. Методика поверки».

Межповерочный интервал – 2 года.

## **1 Операции поверки**

1.1 При проведении проверки датчиков должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п.5.1);
- определение основной погрешности (п.5.2);
- определение основной погрешности измерительного преобразователя (п.5.3);
- определение отклонения от НСХ сенсора (п.5.4).

## **2 Средства поверки**

2.1 При поверке используют следующие средства измерения и оборудование:

- эталонные 1, 2, 3-го разрядов ТП типа ППО в диапазоне температур от плюс 300 до плюс 1200 °С;
- эталонные 2, 3-го разрядов ТП типа ПРО в диапазоне температур от плюс 600 до плюс 1800 °С;
- термометр сопротивления ЭТС-100 эталонный 3 разряда с погрешностью по ГОСТ 8.558-93 в диапазоне температуры от минус 196 до плюс 660 °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.
- термостат с флюидизированной средой FB-08, рабочий диапазон температур от плюс 50 до плюс 700 °С
- термостаты жидкостные прецизионные переливного типа моделей ТПП-1.0, ТПП-1.2 с диапазоном воспроизводимых температур от минус 60 до плюс 300 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры  $\pm(0,004 \dots 0,02)$  °С;
- калибраторы температуры JOFRA серий ATC-R и RTC-R с общим диапазоном воспроизводимых температур от минус 48 до плюс 700 °С и нестабильностью поддержания заданной температуры  $\pm(0,005 \dots 0,02)$  °С;
- горизонтальная трубчатая печь сопротивления типа МТП-2М с диапазоном температур от плюс 300 до плюс 1100 °С;
- вертикальная трубчатая печь сопротивления с максимальной рабочей температурой не менее 1800 °С;
- мера электрического сопротивления многозначная P3026-1, кл.0,002;
- однозначная мера электрического сопротивления эталонная P3030, 10 Ом, кл.0,002;
- HART-коммуникатор или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой HART-протокола и цифровых сигналов Profibus PA или FOUNDATION Fieldbus, позволяющий визуализировать измеренную ТП температуру и произвести необходимую настройку ИП ТП.

2.2 Допускается применение других контрольно-измерительных приборов и оборудования с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.

2.3 Эталонные средства измерения, применяемые при проверках датчиков, должны быть поверены в соответствии с ПР 50.2.006.

### **3 Требования безопасности**

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться «правила технической эксплуатации электроустановок» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные ГОСЭНЕРГОНАДЗОРОм, а также требования, установленные ГОСТ 12.2.007-75 и ГОСТ 12.3.019-80.

3.2 К работе на поверочном оборудовании допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и изучившие технические описания и инструкции по эксплуатации на средства поверки и оборудование.

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

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $23\pm 5$ ) °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 калибраторов и термостатов должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение напряжения не должно превышать 2 %.

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

4.4 При работе печей, калибраторов и термостатов при воспроизведении температур св.+100 °С включают местную вытяжную вентиляцию.

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

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

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

4.8 При установке датчиков в калибраторы температуры (термостаты сухоблочные) для обеспечения лучшего теплового контакта используют теплопередающие металлические вставки.

4.9 Для уменьшения погрешности при измерениях вследствие теплопередачи из зоны нагрева по защитной арматуре выступающую из калибратора часть датчики 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 (ИП) и на качество поверки.

#### **5.2 Определение основной погрешности датчиков**

5.2.1 Основную погрешность датчиков находят в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в жидкостных термостатах (криостатах), в термостатах с флюидизированной средой, в сухоблочных калибраторах температуры или в печах.

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

5.2.3 При поверке датчика в калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки.

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

5.2.3.1 При поверке датчика в калибраторе его опускают на глубину, соответствующую середине чувствительного элемента эталонного термометра сопротивления (примерно 20 мм от дна).

5.2.4 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.

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

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

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

5.2.6 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 приборов МИТ 8.10, цифрового выходного сигнала ( $t_{iц}$ ) с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора датчика температуры, аналогового сигнала ( $I_{вых i}$ ) поверяемого датчика.

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.

5.2.7 Операции по 5.2.5, 5.2.6 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого датчика.

5.2.8 Основную абсолютную погрешность датчика вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала

$$\Delta_{0ц} = t_{iц} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (2)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_{0a} = t_{ia} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

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.

Результаты измерений заносят в журнал наблюдений.

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

Примечание: Допускается поверять сенсор и измерительный преобразователь (ИП) отдельно друг от друга, в соответствии с п.5.3 и 5.4.

### 5.3 Определение основной погрешности измерительного преобразователя

Погрешность измерительного преобразователя (ИП) определяют при шести значениях, соответствующих 0, 20, 40, 60, 80, 100 % рабочего диапазона измерений температуры датчика.

5.3.1 Подключают эталонные средства измерений и компаратор напряжений Р3003 к соответствующим клеммам ИП с помощью медных проводов.

5.3.2. Эталонными средствами измеряют температуру вблизи клемм подключения медных проводов к ИП.

5.3.3 С компаратора напряжений Р3003 подают на измерительный преобразователь значение ТЭДС, равное разнице между значением ТЭДС, соответствующей первой контрольной точке, и т.э.д.с., соответствующей измеренной температуре вблизи клемм ИП (в соответствии с типами НСХ по МЭК 60584-1/ ГОСТ Р 8.585-2001). Если схему компенсации можно отключить, то с компаратора подают мВ-сигнал, соответствующий контрольной точке.

После установления значения выходного сигнала, измеряют значение выходного аналогового сигнала поверяемого ИП ( $I_{\text{вых } i}$ ).

5.3.4 Операции по п.п.5.3.2, 5.3.3 повторяют в остальных контрольных точках.

5.3.5 Основную погрешность ( $\Delta_i$ ) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

$$\Delta_i = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (*) \quad (4)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение измеренного выходного тока в поверяемой точке;

$I_{\text{н}}$  – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА).

$I_{\text{расч}}$  – расчетное значение выходного токового сигнала (в мА), соответствующее значению сопротивления в контрольной точке  $t_{\text{расч}}$  согласно типу НСХ по МЭК 60584-1/ГОСТ Р 8.585-2001;

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{t_{\text{расч}} - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 16 \quad (5)$$

$t_{\text{min}}$ ,  $t_{\text{max}}$  – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, °С.

5.3.6 Основная погрешность ИП в контрольных точках не должна превышать значений погрешности, указанной в технической документации.

Примечание: \* Если датчик работает только с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную погрешность по цифровому выходному сигналу по формуле  $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{\text{НСХ}})$ , где  $\gamma_x$  – показание ИП (°С), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора);  $\gamma_{\text{НСХ}}$  – температура, соответствующая значению милливольтового сигнала подаваемого с компаратора напряжений (в температурном эквиваленте) в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60584-1/ГОСТ Р 8.585-2001. При этом полученная погрешность сравнивается с допускаемой основной погрешностью цифрового сигнала ИП, а в свидетельстве о поверке делается отметка о проведении проверки только цифровой погрешности изделия.

### 5.4 Определение отклонения от НСХ сенсора

5.4.1 Поверка преобразователей термоэлектрических проводится по ГОСТ 8.338-2002 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки».

## 6 Оформление результатов поверки

6.1 При положительных результатах поверки на датчик выдают свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

6.2 При отрицательных результатах поверки датчики к применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006-94.

НС лаборатории термометрии  
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов