



## ИНСТРУКЦИЯ

**Датчики температуры SensyTemp серии TSP**  
фирмы ABB Automation Products GmbH, Германия

Методика поверки

н.п 39759-08

Настоящая инструкция распространяется на датчики температуры SensyTemp серии TSP (далее – датчики), изготовленные по технической документации фирмы ABB Automation Products GmbH, Германия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Межпроверочный 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:

- термометр цифровой прецизионный DTI-1000, диапазон измеряемых температур: -50...+650 °C, пределы допускаемой погрешности:  $\pm 0,031$  °C (в диапазоне -50...+400 °C),  $\pm 0,061$  °C (в диапазоне св. +400 °C);
  - термометр сопротивления платиновый эталонный 2-го разряда типа ТСПН-5В, диапазон измеряемых температур: -196...+0,01 °C;
  - преобразователь термоэлектрический эталонный 2-го разряда типа ТППО, диапазон измеряемых температур: +300...+1200 °C;
  - измеритель/регулятор температуры прецизионный многоканальный МИТ 8.15, пределы допускаемой погрешности при измерении температуры:  $\pm (0,001 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot t)$  °C;
  - прецизионный преобразователь сигналов ТС и ТП «Теркон», пределы допускаемой погрешности преобразования сигналов:  $\pm (0,01 \dots 0,2)$  °C;
    - мера электрического сопротивления однозначная типа Р3030, кл.0,001;
    - мера электрического сопротивления многозначная Р3026-1, кл. 0,002;
    - компаратор напряжений Р3003, кл.0,0005;
  - термостаты жидкостные типов ТПП-1.1, ТПП-1.2, ТЕРМОТЕСТ-300, общий диапазон воспроизводимых температур: -60...+300 °C, нестабильность:  $\pm (0,004 \dots 0,01)$  °C;
    - калибраторы температуры серии ATC-R моделей ATC-125A(B), ATC-156A(B), ATC-157A(B), ATC-320A(B), ATC-650A(B); общий диапазон воспроизводимых температур: -90...+650 °C, нестабильность:  $\pm (0,01 \dots 0,03)$  °C, пределы допускаемой погрешности канала измерений температуры со штатным эталонным термометром:  $\pm (0,04 \dots 0,11)$  °C;
    - калибратор температуры модели КТ-3, диапазон воспроизводимых температур: +300...+1100 °C, допускаемая погрешность воспроизведения температуры  $\pm (0,2 + 0,001 \cdot t)$ ;
    - горизонтальная трубчатая печь типа МТП-2М, диапазон воспроизводимых температур: +300...+1200 °C, температурный градиент в средней части не более 0,8 °C/см;
    - сосуд Дьюара с азотом (-196 °C);
    - блок питания типа Б5-48 с напряжением постоянного тока 0...50 В;
    - HART-коммуникатор или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus и PROFIBUS PA, позволяющий визуализировать измеренную датчиком температуру.

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 потреб-

бителей», 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 ( $20\pm5$ ) °C;
- 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 – ( $50\pm0,5$ ) Гц.

4.2 Электрическое питание калибраторов и терmostатов должно осуществляться стабилизованным 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 терmostатов при воспроизведении температур св. +100 °C 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 (терmostаты 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 терmostатах (криостатах), в сухоблочных калибраторах температуры или в печах.

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

5.2.3 При поверке датчика в калибраторе температуры (кроме КТ-3) 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 с термометром 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).

5.2.4 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-водянной смесью. Температуру в сосуде Дьюара контролируют по термометру с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,05$  °C.

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 8.15 или «Теркон», цифрового выходного сигнала ( $t_{i\text{Ц}}$ ) с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора датчика температуры, аналогового сигнала ( $I_{\text{вых } i}$ ) поверяемого датчика.

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

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

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, °C.

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

$$\Delta_0\text{Ц} = t_{i\text{Ц}} - t_d, \text{ °C} \quad (2)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_0\text{a} = t_{ia} - t_d, \text{ °C} \quad (3)$$

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. В зависимости от того, что является сенсором датчика – термометр сопротивления или термоэлектрический преобразователь, проводят операции по п.5.3.1 или по п.5.3.2.

5.3.1 Определение погрешности канала измерения и преобразования сигналов от термометров сопротивления (ТС).

5.3.1.1 Подключают многозначную меру электрического сопротивления (магазин сопротивлений) Р3026 к соответствующим клеммам ИП (в зависимости от схемы подключения), подают значение сопротивления, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с НСХ по МЭК 60751/ГОСТ Р 8.625).

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

5.3.1.2 Повторяют операции по 5.3.1.1 для остальных контрольных точек.

5.3.1.3 Основную погрешность ( $\Delta_t$ ) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

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

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

$I_n$  – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА).

$I_{\text{расч}}$  – расчетное значение выходного токового сигнала (в мА), соответствующие значению сопротивления в контрольной точке  $t_{\text{расч}}$  согласно типу НСХ по МЭК 60751/ГОСТ Р 8.625;

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

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

Значения  $\Delta_t$  в контрольных точках не должны превышать значений, указанных 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 сопротивления, подаваемого с магазина сопротивлений в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60751/ГОСТ Р 8.625. 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.

5.3.2 Определение погрешности канала измерения и преобразования сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП).

5.3.2.1 Подключают эталонные средства измерений (по 5.3.1.1) и компаратор напряжений Р3003 к соответствующим клеммам ИП с помощью медных проводов.

5.3.2.2 Этalonными средствами измеряют температуру вблизи клемм подключения медных проводов к ИП.

5.3.2.4 С компаратора напряжений Р3003 подают на измерительный преобразователь значение т.э.д.с., равное разнице между значением т.э.д.с., 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). 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 ( $I_{\text{вых } i}$ ).

5.3.2.5 Операции по п.п.5.3.2.3, 5.3.2.4 повторяют в остальных контрольных точках.

5.3.2.6 Основную погрешность ИП определяют по формуле (4), где  $I_{\text{расч}}$  – расчетное значение выходного токового сигнала рассчитывают по формуле (5).

5.3.3.7 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)

ленте) в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60584-1/ГОСТ Р 8.585. 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 Проверка преобразователей термоэлектрических проводится по ГОСТ 8.338-2002 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки».

Проверка термометров сопротивления проводится по ГОСТ Р.8.624-2006 «ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. 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

