



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

2008 г.

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ 644, 3144Р

фирм

Rosemount, Inc., США,
Emerson Process Management Temperature GmbH, Германия,
Emerson Process Management Asia Pacific Pte Ltd, Сингапур

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2008 г.

Настоящая инструкция распространяется на датчики температуры 644, 3144Р (далее – датчики), изготовленные по технической документации фирмы «Rosemount, Inc.», США фирмами: Rosemount, Inc., США; «Emerson Process Management Temperature GmbH», Германия; «Emerson Process Management Asia Pacific Pte Ltd», Сингапур, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

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 Используемые средства измерения при поверке приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование СИ и оборудования	Основные характеристики	Тип СИ и оборудования
Блок питания	Напряжение постоянного тока 0-50 В, класс стабилизации 0,2	Б5-48
Барометр	Диапазон измерения 600-800 мм рт.ст., погрешность отсчета $\pm 0,8$ мм рт.ст.	М67
Эталонный ртутный термометр	Третий разряд; диапазон измеряемых температур от минус 20 до плюс 30 °С Цена деления 0,2 °С	ТЛ-21Б-2
Психрометр	Диапазон измерения относительной влажности от 20 до 95 %, диапазон измерения температуры воздуха от 15 до 45 °С. Погрешность измерения относительной влажности ± 5 %	ВИТ-2
Мера сопротивления	Сопротивление 100 Ом, 250 Ом; класс точности 0,002	МС-3007
Криостат	Диапазон температур от минус 50 до плюс 80 °С; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизводимых температур $\pm 0,03$ °С; нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,03$ °С; градиент температур не более $\pm 0,008$ °С/см	К-80
Термостат паровой	Погрешность воспроизведения температуры кипения воды $\pm 0,03$ °С	ТП-1М
Термостат нулевой	Погрешность воспроизведения нулевой температуры $\pm 0,02$ °С	ТН-1М
Термостат жидкостный	Диапазон температур от минус 30 до плюс 100 °С Неоднородность температурного поля в рабочем объеме не более 0,01 °С	ТЕРМО-ТЕСТ-100

Продолжение таблицы 1

Наименование СИ и оборудования	Основные характеристики	Тип СИ и оборудования
Термостат жидкостный	Диапазон температур от 100 до 300 °С Неоднородность температурного поля в рабочем объеме не более $\pm 0,01$ °С	ТЕРМО-ТЕСТ-300
Калибратор температур	Диапазон температур 50-500 °С. Глубина погружения 160 мм. Нестабильность поддержания температуры за 5 мин - $\pm 0,015$ °С. Максимальная разность температур в каналах с одинаковыми диаметрами 0,02 °С Примечание – для датчиков с длиной менее 160 мм использовать теплопередающие вставки	КТ-500
Горизонтальная трубчатая печь	Диапазон воспроизводимых температур от 300 до 1200 °С Температурный градиент в средней части не более 0,8 °С/см	МТП-2М
Высокотемпературная печь	Диапазон температур от 100 до 1200°С (при кратковременном применении до 1300 °С)	Saturn 877
Высокотемпературная печь	Диапазон воспроизводимых температур 300...1600 °С. Нестабильность поддержания температурного режима ± 4 °С/мин. Температурный градиент 1°С/см	ВТП 1600-1
Термометр сопротивления эталонный	Второй разряд; диапазон измеряемых температур от минус 40 до плюс 400 °С	ЭТС-100
Термометр сопротивления эталонный	Первый разряд; диапазон измеряемых температур от 0 до 630 °С	ПТС-10М
Эталонный термоэлектрический преобразователь	Первый разряд; диапазон измеряемых температур от плюс 300 до плюс 1200 °С	ППО
Термометр сопротивления платиновый эталонный высокотемпературный	Первый разряд; диапазон измеряемых температур от плюс 419,527 до плюс 1084,62 °С	ВТС
Преобразователь термоэлектрический платиновый эталонный	Первый разряд Диапазон измеряемых температур 900...1800 °С	ПРО
Прецизионный преобразователь сигналов ТС и ТП	Погрешность преобразования ТС $\pm 0,01$ °С; Погрешность преобразования ТП $\pm 0,2$ °С	Теркон
Сосуд Дьюара	Сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью; защитная пробирка из кварцевого стекла	
Коммуникатор	Коммуникатор модели 375 или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus, позволяющий визуализировать измеренную датчиком температуру	375

Продолжение таблицы 1

Наименование СИ и оборудования	Основные характеристики	Тип СИ и оборудования
Компаратор напряжений	Класс точности 0,0005	P3003
Мера электрического сопротивления многозначная	Класс точности 0,005	P3026-1
Цифровой прецизионный преобразователь сопротивления	Диапазон измерений минус 50 до 300 °С Допускаемая абсолютная погрешность $\pm 0,03$ °С	DTI-1000
Магазин сопротивлений	Сопротивление от 0 до 10^5 Ом, класс точности 0,02	P4831
<p>Примечания</p> <p>1 Допускается применение других контрольно-измерительных приборов и оборудования с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.</p> <p>2 Эталонные средства измерения, применяемые при проверках датчиков, должны быть поверены в соответствии с ПР 50.2.006.</p>		

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 (20 ± 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 $0,75 \text{ мм}^2$.

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 (термостаты сухоблочные) 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 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 непосредственного сличения с эталонным термометром в криостате, термостате, калибраторе температуры или в печи.

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 трансмиттером.

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-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 прибора «Теркон», цифрового выход-

ного сигнала ($t_{из}$) 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

$$\Delta_{0ц} = tiц - td, \quad ^\circ\text{C} \quad (2)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_{0а} = tia - td, \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

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, а в свидетельстве о поверке делается отметка о проведении проверки только цифровой погрешности изделия.

Результаты измерений заносят в протокол поверки (приложение Б).

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, если в состав датчика не входит сенсор с индивидуальной статической характеристикой преобразования, сенсор с НСХ по ASTM E230-03 или термопарный сенсор с длиной погружаемой части менее 250 мм.

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 ($I_{вых i}$).

5.3.1.2 Повторяют операции по 5.3.1.1 для остальных контрольных точек.

5.3.1.3 Основную погрешность (Δ_i) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

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

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

I_H – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА).

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

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

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

Значения Δ_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 $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{НСХ})$, где γ_x - показание ИП (°С), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора); $\gamma_{НСХ}$ - 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 Эталонными 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).

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

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 $I_{расч}$ – 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 $\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{НСХ})$, где γ_x - показание ИП (°С), считываемое с экрана дисплея (встроенного, коммуникатора или монитора); $\gamma_{НСХ}$ - 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. 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».

Поверка термопреобразователей 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.

Начальник лаборатории термометрии
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»

Е.В. Васильев

