Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Методика поверки

с помощью калибраторов температуры серии ATC-R исполнения «B» фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания

МИ 2967- 2005

Москва 2005

gost.e-ecolog.ru

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Методика поверки

с помощью калибраторов температуры серии ATC-R исполнения «B» фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания

МИ 2967- 2005

Москва 2005

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1 РАЗРАБОТАНА: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

ИСПОЛНИТЕЛИ: Васильев Е.В., Игнатов А.А.

2 УТВЕРЖДЕНА ВНИИМС « 23 » декабря 2005 г.

3 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС « 28 » декабря 2005 г.

4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ФГУП «ВНИИМС»

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Операции поверки 1
4 Средства поверки 2
5 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей 4
6 Условия поверки 4
7 Подготовка к поверке 4
8 Проведение поверки 5
8.1 Внешний осмотр и проверка целостности электрической цепи 5
8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции ТП с изолированным спаем 6
8.3 Проверка отклонения ТЭДС ТП от НСХ 6
9 Обработка результатов измерений 7
10 Оформление результатов поверки 8
11 Библиография 8

Государственная система
обеспечения единства измерений.

Преобразователи термоэлектрические.
Методика поверки с помощью калибраторов
температуры серии ATC-R исполнения «В»
фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания

РЕКОМЕНДАЦИЯ
МИ 2967-2005

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на преобразователи термоэлектрические погружного типа (далее - ТП) с номинальными статическими характеристиками преобразования (НСХ) по ГОСТ Р 8.585, МЭК 60584-1, DIN 43710 с наружным диаметром защитной арматуры не более 10 мм с длиной погружаемой части не менее 80 мм, а также на термометрические вставки и устанавливает методику их периодической поверки в диапазоне температур от минус 50 до 650 ^{o}C.

Межповерочный интервал - согласно эксплуатационной документации на ТП конкретных типов, но не более двух лет.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.

ГОСТ Р 8.585-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

МЭК 60584-1 (1995-09) Термопары. Часть 1. Градуировочные таблицы.

МЭК 60584-2 (1982-01) Термопары. Часть 2. Допуски.

ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений.

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр и проверка целостности электрической цепи (8.1);
- проверка электрического сопротивления изоляции ТП с изолированным спаем (8.2);
- определение отклонения ТЭДС ТП от НСХ (8.3).

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При поверке ТП применяют следующие средства поверки:

- калибратор температуры модели АТС-140В (с внутренним резервуаром для жидкого теплоносителя и сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅64): диапазон (-23 ... +140) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,2 °С (при работе с металлическими блоками), ± 0,2 (± 0,3) °С (при работе с жидким теплоносителем); погрешность канала измерений температуры со штатным ТС: ± 0,04 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; диапазон измерений ТЭДС (-78 ... 78) мВ, погрешность канала измерений ТЭДС: ± (0,01% от показания + 0,0039 мВ) мВ;

- калибратор температуры модели АТС-156В (со сменными металлическими блоками сравнения 150 х ∅30): диапазон (-27 ... +155) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,19 °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС: ± 0,04 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; диапазон измерений ТЭДС (-78 ... 78) мВ, погрешность канала измерений ТЭДС: ± (0,01% от показания + 0,0039 мВ) мВ;

- калибратор температуры модели АТС-157В (со сменными металлическими блоками сравнения 150 х ∅20): диапазон (-48 ... +155) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,19 °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС: ± 0,04 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; диапазон измерений ТЭДС (-78 ... 78) мВ, погрешность канала измерений ТЭДС: ± (0,01% от показания + 0,0039 мВ) мВ;

- калибратор температуры модели АТС-250В (с внутренним резервуаром для жидкого теплоносителя и сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅64): диапазон (+25 ... +250) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,3 °С (при работе с металлическими блоками), ± 0,3 (± 0,5) °С (при работе с жидким теплоносителем); погрешность канала измерений температуры со штатным ТС: ± 0,07 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; диапазон измерений постоянного тока (0 ... 24) мА, диапазон измерений ТЭДС (-78 ... 78) мВ, погрешность канала измерений ТЭДС: ± (0,01% от показания + 0,0039 мВ) мВ;

- калибратор температуры модели АТС-320В (со сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅30): диапазон (+30 ... +320) °С; пог-

решность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,26 °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС: ± 0,07 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; диапазон измерений ТЭДС (-78 … 78) мВ, погрешность канала измерений ТЭДС: ± (0,01% от показания + 0,0039 мВ) мВ;

- калибратор температуры модели АТС-650В (со сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅30): диапазон (+30 … +650) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,39 °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС: ± 0,11 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,03 °С; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С; диапазон измерений ТЭДС (-78 … 78) мВ, погрешность канала измерений ТЭДС: ± (0,01% от показания + 0,0039 мВ) мВ;

- мегомметр Ф4101 с диапазоном измерений 0,005 – 500 МОм, напряжение 100 В;

- термометр для контроля состояния льдо-водяной смеси в сосуде Дьюара с диапазоном измеряемых температур от 0 до 50 °С и погрешностью не хуже ± 0,1 °С;

- стеклянный вакуумный сосуд Дьюара емкостью (0,5-1) л;

- пробирки стеклянные длиной (150 ± 10) мм, внутренним диаметром (8 - 10) мм со стенками толщиной не более 1 мм;

- обезвоженное трансформаторное масло;

- медные изолированные провода для термостатирования свободных спаев ТП;

- провода компенсационные удлинительные с длиной не менее 1 м (применяются при поверке ТП с контактной головкой);

- лед, намороженный из дистиллированной воды;

- мультиметр цифровой М-838.

- персональный компьютер с ПО «JOFRACAL».

4.2 Средства поверки следует выбирать исходя из следующего соотношения:

$$\sqrt{\Delta t^2 + \Delta E^2} \le \frac{1}{3}\gamma \quad (1),$$

где: Δt - погрешность канала измерений температуры калибратора в комплекте со штатным ТС углового типа, °С;

ΔE - погрешность канала измерений ТЭДС в температурном эквиваленте при E_{max}, °С;

γ - предел допускаемого отклонения ТЭДС ТП от НСХ (в температурном эквиваленте), °С

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 При проведении поверки соблюдают "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденные Госэнергонадзором, и требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0.

5.2 При поверке выполняют требования техники безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

5.3 К поверке допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию, обученных правилам техники безопасности и изучивших настоящую рекомендацию.

5.4 Во избежание возможных ожогов необходимо соблюдать осторожность при извлечении из калибраторов датчиков, нагретых до высоких температур.

5.5 При использовании при поверке калибраторов моделей АТС-140В, АТС-250В, применяемых в качестве жидкостных термостатов, запрещается использовать теплоноситель с температурой вспышки менее 260 ^{O}C

5.6 Запрещается класть нагретые до высоких температур датчики на легковоспламеняющиеся поверхности.

5.7 Не допускается перегревать головку датчика с измерительным преобразователем выше температуры, указанной в технической документации на датчики конкретного типа.

5.8 После окончания работы перед выключением калибраторы температуры необходимо охладить до температуры не более 50 ^{O}C.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, ^{O}C — 20 ± 5;
- относительная влажность окружающего воздуха, % — 30 - 80;
- атмосферное давление, кПа — 84,0 - 106,7;
- напряжение питания, В — 220^{+10}_{-15};
- частота питающей сети, Гц — 50 ± 1.

6.2 Средства поверки и ТП должны быть защищены от вибраций и ударов.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Средства поверки подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2 Приготавливают льдо-водяную смесь в сосуде Дьюара и помещают в нее пробирки с трансформаторным маслом, заполненными до уровня 40 мм. К свободным концам ТП или к удлинительным компенсационным проводам (их необходимо использовать при поверке ТП с контактной головкой) подсоединяют скруткой медные зачищенные соединительные провода, изолируют кембриком и помещают на дно пробирок. В одну из пробирок с трансформаторным маслом помещают датчик электронного термометра. Глубина погружения пробирок в сосуд Дьюара должна быть не менее 120 мм.

7.3 В случае использования при поверке калибраторов моделей АТС-156В, АТС-157В, АТС-320В, АТС-650В, а также моделей АТС-140В, АТС-250В в качестве сухоблочных термостатов, выбирают или изготавливают металлический блок с двумя симметрично расположенными по диаметру каналами, обеспечивающими кольцевой зазор между эталонным термометром и поверяемым датчиком и внутренними стенками канала не более 0,1 мм.

Допускается использование блока с кольцевым зазором не более 0,5 мм (для поверяемого ТП), но при этом, для улучшения теплопередачи, необходимо засыпать кольцевой зазор сухим мелкодисперсным порошком окиси алюминия (Al_2O_3).

7.4 В случае использования при поверке калибраторов моделей АТС-140В, АТС-250В в качестве жидкостных термостатов изготовляют теплоизолирующие крышки с двумя отверстиями, которые необходимы при работе с жидким теплоносителем.

7.4 При поверке в сухоблочных термостатах при температуре более 200 ^{o}C во избежании перегрева клеммной головки ТП необходимо использовать теплозащитные экраны.

7.5 В случае использования при поверке программного обеспечения «JOFRACAL» подключают калибратор к персональному компьютеру при помощи интерфейсного кабеля.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр и проверка целостности электрической цепи

8.1.1 При внешнем осмотре проверяют отсутствие видимых механических повреждений ТП.

8.1.2 Проверяют целостность электрической цепи и правильность маркировки полярности термоэлектродов ТП с помощью цифрового мультиметра.

8.1.3 Проверяют соответствие маркировки ТП паспортным данным.

8.1.4 При обнаружении видимых механических повреждений ТП, нарушении целостности электрической цепи ТП, несоответствии маркировки ТП его паспортным данным, поверка останавливается и ТП признается негодным к применению.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции ТП с изолированным спаем

8.2.1 Подключают один из зажимов мегомметра к короткозамкнутым свободным концам ТП, а другой – к металлической оболочке (защитной арматуре) ТП.

8.2.2 Измеряют электрическое сопротивление изоляции ТП не менее двух раз при испытательном напряжении 100 В.

8.2.3 Измеренное значение электрического сопротивления ТП при температуре (20 ± 5) °С должно быть не менее 100 МОм.

8.2.4 ТП с меньшим значением электрического сопротивления изоляции признается непригодным и к выпуску в обращение и к применению не допускают.

8.3 Проверка отклонения ТЭДС ТП от НСХ

Проверку отклонения ТЭДС ТП от НСХ проводят методом непосредственного сличения с эталонным термометром в калибраторах в пяти температурных точках, расположенных в диапазоне измеряемых температур ТП, включая начало и конец диапазона.

8.3.1 Определение отклонения ТЭДС ТП от НСХ в сухоблочных термостатах

8.3.1.1 Помещают штатный термопреобразователь сопротивления углового типа и поверяемый ТП в двухканальный металлический блок сравнения калибратора температуры, обеспечивающий кольцевой зазор между внутренними стенками каналов и погружаемой частью термопреобразователя и датчика не более 0,1 мм. При этом, эталонный термометр помещают на полную глубину канала блока, а поверяемый ТП помещают на глубину, соответствующую середине участка канала, для которого нормирован градиент температуры по вертикали сменного блока*.

8.3.1.2 Поверяемый ТП подключают к каналу измерения ТЭДС на передней панели калибратора при помощи специального разъема. Эталонный термометр подключают к каналу TRUE при помощи кабеля с разъемами LEMO.

8.3.1.3 В соответствии с инструкцией по эксплуатации устанавливают на калибраторе для поверяемого ТП (SENSOR) режим измерений ТЭДС с преобразованием в температуру в соответствии с типом НСХ поверяемого ТП.

Отключают автоматическую схему компенсации холодных спаев ТП: выбирают в меню калибратора схему компенсации MANUAL и присваивают ей значение 0 °С.

---

* В процессе поверки необходимо поддерживать в сосуде Дьюара температуру 0 °С, контролируя состояние льдо-водяной смеси при помощи термометра с погрешностью не хуже ± 0,1 °С.

8.3.1.4 В соответствии с инструкцией по эксплуатации устанавливают температуру в калибраторе, соответствующую первой поверяемой температурной точке. После десятиминутной выдержки при установившемся режиме стабилизации (по эталонному термометру) снимают поочередно не менее 5 показаний (в течение 5 минут) эталонного (TRUE) термометра и поверяемого ТП (SENSOR).

8.3.1.5 Повторяют операции по п.8.3.1.4 при остальных значениях температуры.

8.3.1.6 При использовании ПО «JOFRACAL» процесс поверки можно полностью автоматизировать.

В соответствии с инструкцией по эксплуатации «JORFACAL» задают необходимые параметры процедуры измерений и запускают режим автоматической поверки ТП. После завершения поверки ТП по запросу программы подтверждают сохранение результатов поверки, а также распечатку их в виде протокола.

8.3.2 Определение отклонения ТЭДС ТП от НСХ в калибраторах моделей АТС-140В, АТС-250В, используемых в качестве жидкостных термостатов

8.3.2.1 Эталонный термометр и поверяемый ТП помещают через отверстия теплоизолирующей крышки в резервуар с жидким теплоносителем.

При этом, минимальная глубина погружения эталонного термометра 100 мм или 110 мм (в зависимости от диаметра защитной арматуры), а поверяемый ТП погружают в резервуар до уровня, соответствующего середине длины ЧЭ эталонного термометра, не менее, чем на глубину, установленную в технической документации на ТП конкретного типа.

В соответствии с инструкцией по эксплуатации на калибраторы, уровень заполнения резервуара теплоносителем определяется верхним пределом диапазона измерений поверяемых ТП.

8.3.2.2 Далее проводят операции по п.8.3.1.2 или по п.п.8.3.1.2-8.3.1.6.

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В каждой поверяемой температурной точке рассчитывают отклонение ТЭДС ТП от НСХ в температурном эквиваленте Δ_i по формуле:

$$\Delta_i = \pm \left| \overline{t_{xi}} - \overline{t_{эi}} \right| ,$$

где $\overline{t_{xi}}$ - среднее арифметическое значение температуры поверяемого ТП в i-ой температурной точке, ^{o}C;

$\overline{t_{эi}}$ - среднее арифметическое значение температуры эталонного термометра в i-ой температурной точке, ^{o}C.

9.2 Обработка результатов в процессе автоматической поверки с помощью ПО «JOFRACAL» включает в себя расчет отклонений ТЭДС ТП от НСХ в температурном эквиваленте.

9.3 Значения полученного отклонения ТЭДС ТП от НСХ во всех поверяемых температурных точках не должны превышать пределов допускаемых отклонений от НСХ, установленных в ГОСТ 6616, МЭК 60584-2, DIN 43710 для соответствующих классов допуска ТП.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты измерений, выполняемых при определении основной погрешности заносят в протокол поверки в случае поверки ТП без использования ПО «JOFRACAL».

10.2 При положительных результатах поверки на ТП выдают свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

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

11 БИБЛИОГРАФИЯ

DIN 43710-85 Grundwerte der Thermospannungen fur Thermopare Typ U und L.

gost.e-ecolog.ru