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

ТЕРМОМЕТРЫ ЖИДКОСТНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ

Методика поверки

с помощью калибраторов температуры серии ATC-R и цифрового прецизионного термометра DTI-1000 фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания

МИ 2966 - 2005

Москва 2005

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

ТЕРМОМЕТРЫ ЖИДКОСТНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ

Методика поверки

с помощью калибраторов температуры серии ATC-R и цифрового прецизионного термометра DTI-1000 фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания

МИ 2966 - 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 2
4 Средства поверки 2
5 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей 3
6 Условия поверки 4
7 Подготовка к поверке 4
8 Проведение поверки 5
8.1 Внешний осмотр 5
8.2 Определение метрологических параметров и характеристик 5
9 Обработка результатов измерений 7
10 Оформление результатов поверки 8
11 Библиография 8

Государственная система
обеспечения единства измерений.

Термометры жидкостные стеклянные.
Методика поверки с помощью калибраторов
температуры серии ATC-R и цифрового
прецизионного термометра DTI-1000
фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания

РЕКОМЕНДАЦИЯ
МИ 2966 - 2005

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на термометры жидкостные стеклянные рабочие частичного погружения (далее - термометры) отечественного и зарубежного производства, соответствующие требованиям ГОСТ 28498, ГОСТ 400, ГОСТ 112 и техническим условиям предприятия-изготовителя, с ценой деления шкалы не менее 0,2 ^{O}C и длиной погружаемой части не менее 100 мм, и устанавливает методику их периодической поверки в диапазоне температур от минус 50 до 600 ^{O}C с помощью калибраторов температуры серии ATC-R и цифрового прецизионного термометра DTI-1000 фирмы AMETEK Denmark A/S, Дания.

Межповерочный интервал - согласно эксплуатационной документации на термометры конкретных типов, но не более четырех лет.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 28498-90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний.

ГОСТ 400-80 Термометры стеклянные для испытаний нефтепродуктов. Технические условия.

ГОСТ 112-78 Термометры метеорологические стеклянные. Технические условия.

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

ГОСТ 8.279-78 Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методика поверки.

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 (п.8.1);
- определение метрологических параметров (п.8.2).

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При поверке термометров могут применяться следующие средства поверки:

- калибратор температуры модели АТС-140А (В) (с внутренним резервуаром для жидкого теплоносителя и сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅64): диапазон (-23 … +140) ^{o}C; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,2 ^{o}C (при работе с металлическими блоками), ± 0,2 (± 0,3) ^{o}C (при работе с жидким теплоносителем); погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»): ± 0,04 ^{o}C; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 ^{o}C;

- калибратор температуры модели АТС-156А (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 150 х ∅30): диапазон (-27 … +155) ^{o}C; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,19 ^{o}C; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»): ± 0,04 ^{o}C; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 ^{o}C;

- калибратор температуры модели АТС-157 (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 150 х ∅20): диапазон (-48 … +155) ^{o}C; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,19 ^{o}C; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»): ± 0,04 ^{o}C; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 ^{o}C;

- калибратор температуры модели АТС-250А (В) (с внутренним резервуаром для жидкого теплоносителя и сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅64): диапазон (+25 … +250) ^{o}C; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,3 ^{o}C (при работе с металлическими блоками), ± 0,3 (± 0,5) ^{o}C (при работе с жидким теплоносителем); погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»): ± 0,07 ^{o}C; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 ^{o}C;

- калибратор температуры модели АТС-320А (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅30): диапазон (+30 … +320) ^{o}C;

погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,26 ^{o}C; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»): ± 0,07 ^{o}C; нестабильность поддержания температуры ± 0,02 ^{o}C;

- калибратор температуры модели АТС-650А (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 160 х ∅30): диапазон (+30 … +650) ^{o}C; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру: ± 0,39 ^{o}C; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»): ± 0,11 ^{o}C; нестабильность поддержания температуры ± 0,03 ^{o}C;

- термометр цифровой прецизионный DTI-1000A(B) в комплекте с платиновым термопреобразователем сопротивления типа STS-100 A/B; диапазон измеряемых температур (-50 … +650) ^{o}C; предел допускаемой основной абсолютной погрешности: ± (0,03 ± ед.мл.р.) ^{o}C (в диапазоне от минус 50 до 400 ^{o}C); ± (0,06 ± ед.мл.р.) ^{o}C (в диапазоне от минус 50 до 650 ^{o}C).

- стеклянный вакуумный сосуд Дьюара емкостью 1 л.

4.2 Допускается применять при поверке другие типы эталонных термометров и прецизионные измерители температуры утвержденных типов, по своим характеристикам не уступающие указанным в п.4.1.

4.3 Средства поверки следует выбирать исходя из следующего соотношения:

$$\Delta \text{ этал} / \Delta \text{ пов} \leq 1/3,$$

где: Δ этал – погрешность штатного ТС калибратора (эталонного термометра в комплекте с измерителем), Δ пов – погрешность поверяемого термометра.

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 и обученных правилам техники безопасности и изучивших настоящую рекомендацию.

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

5.5 При работе со ртутью в помещениях необходимо соблюдать «Санитарные правила при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением» (СанПиН 4607).

5.6 При использовании при поверке калибраторов моделей АТС-140А (В), АТС-250А (В), применяемых в качестве жидкостных термостатов, запрещается использовать теплоноситель с температурой вспышки менее 260 ^{O}С.

5.7 Запрещается класть нагретые до высоких температур термометры на легковоспламеняющиеся поверхности.

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

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, ^{O}С	(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 термометры 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 Поверяемые термометры перед поверкой выдерживают при температуре (20 ± 5) ^{O}С не менее 24 часов.

7.3 В случае использования при поверке калибраторов моделей АТС-156А(В), АТС-157А(В), АТС-320А(В), АТС-650А(В), а также моделей АТС-140А(В), АТС-250А(В) в качестве сухоблочных термостатов, выбирают или изготавливают металлический блок с двумя симметрично расположенными по диаметру каналами, обеспечивающими кольцевой зазор между внутренними стенками каналов и защитной арматурой эталонного термометра (не более 0,1 мм) и оболочкой поверяемого (не более 0,5 мм) термометров. При кольцевом зазоре 0,5 мм для улучшения теплопередачи его следует заполнить сухим мелкодисперсным порошком окиси алюминия (Al_2O_3).

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

7.5 Подготавливают нулевой термостат (сосуд Дьюара) в соответствии с п.4.5 ГОСТ 8.279.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие термометров требованиям ГОСТ 28498, ГОСТ 400, ГОСТ 112, а также ТУ предприятия-изготовителя в части внешнего вида, маркировки и упаковки. Термометры, имеющие дефекты типа разрыва столбика термометрической жидкости в капилляре или трещины в стекле к поверке не допускают.

8.2 Определение метрологических параметров и характеристик

8.2.1 Определение положения точки 0 ^{o}C

Положение нулевой точки на шкале поверяемого термометра определяют в нулевом термостате (сосуде Дьюара).

8.2.1.1 Устанавливают термометр в разрыхленную смесь таким образом, чтобы нулевая точка была на 5 мм выше поверхности дробленого льда. Выдерживают термометр в нулевом термостате не менее 10 мин и проводят отсчитывание.

8.2.1.2 В процессе поверки необходимо контролировать состояние льдо-водяной смеси в нулевом термостате при помощи эталонного термометра.

8.2.1.3 Положение нулевой точки после проведения поверки определяют только для термометров с ценой деления не более 0,2 ^{o}C.

8.2.2 Определение абсолютной погрешности

Абсолютную погрешность термометров определяют в поверяемых отметках шкалы методом сличения с эталонным термометром переходя от более низких температур к высоким, начиная с первой числовой отметки шкалы.

Поверяемые температурные отметки шкалы в зависимости от цены деления шкалы (кроме нулевой) выбирают в соответствии с таблицей 1:

Таблица 1

Цена деления шкалы, ^{o}C	Числа, целыми кратными которым выбирают числа, соответствующие поверяемой градусной отметке шкалы
0,2	10
0,5	50
1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0	50, 100

При проведении поверки:

- в калибраторах температуры серии ATC-R исполнения «А» в качестве эталонного термометра применяют цифровые прецизионные термометры DTI-1000 с первичным термопреобразователем сопротивления типа STS-100 A/B с длиной монтажной части 165, 250, 350 или 500 мм, и диаметром погружаемой части 4 или 6,35 мм;

- в калибраторах температуры серии ATC-R исполнения «В» в качестве эталонного термометра применяют внешний термопреобразователь сопротивления повышенной точности углового типа (STS-100 A901).

8.2.2.1 Определение абсолютной погрешности в сухоблочных калибраторах

8.2.2.1.1 Погружаемую часть поверяемого термометра помещают в соответствующий канал металлического блока до упора в дно блока. Эталонный термометр также погружают до упора в дно блока.

8.2.2.1.1.1 В тех случаях, когда невозможно обеспечить требуемую глубину погружения, при измерениях необходимо учитывать поправку на выступающий столбик.

8.2.2.1.1.2 При измерении средней температуры выступающего столбика используют вспомогательный термометр с погрешностью не более $\pm 0{,}1\ ^{o}C$. После установки вспомогательного термометра выжидают 10-15 мин до установления теплового равновесия. Перед началом отсчитывания по поверяемому термометру записывают показания вспомогательного термометра.

8.2.2.1.2 В соответствии с инструкцией по эксплуатации устанавливают температуру в калибраторе, соответствующую первой поверяемой температурной точке. После десятиминутной выдержки термометра при установившейся температуре в калибраторе поочередно снимают не менее 4-х показаний температуры эталонного термометра с дисплея калибратора (TRUE) или с DTI-1000, и поверяемого термометра. У поверяемых термометров показания снимают с точностью до 0,2 цены деления шкалы

8.2.2.1.3 Операции по п.8.2.2.1.2 повторяют для остальных поверяемых отметок шкалы

8.2.2.2 Определение абсолютной погрешности в калибраторах моделей АТС-140А(В), АТС-250А(В), используемых в качестве жидкостных термостатов

8.2.2.2.1 Эталонный и поверяемый термометры помещают через отверстия теплоизолирующей крышки в резервуар с жидким теплоносителем.

Поверяемый термометр погружают в резервуар не менее, чем на глубину, установленную в технической документации на термометр конкретного типа, но не менее 100 мм.

При этом, по возможности, следует обеспечить одинаковую глубину погружения эталонного и поверяемого термометров, но не менее 100 мм (для ∅4 мм) и 110 мм (для ∅6,35 мм) для штатных эталонных термометров калибратора.

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

8.2.2.2.2 Проводят операции по п.п.8.2.2.2.1.2-8.2.2.2.1.3 повторяют для остальных значений температуры.

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Расчет абсолютной погрешности

В каждой поверяемой отметки шкалы погрешность термометров Δt (^{O}C) определяют по формуле:

$$\Delta t = \bar{t}_П - \bar{t}_Д$$

где: $\bar{t}_П$ – среднее арифметическое значение температуры поверяемого термометра;

$\bar{t}_Д$ – среднее арифметическое значение температуры эталонного термометра, ^{O}C.

Абсолютные погрешности поверяемых термометров во всех поверяемых точках не должны превышать пределов допускаемых погрешностей, установленных в ГОСТ 28498, ГОСТ 400, ГОСТ 112.

Если абсолютная погрешность термометров превышает допустимые значения – термометр бракуют.

9.2 Расчет поправок

Поправки к показаниям поверяемого термометра для каждой поверяемой отметки шкалы определяют как разность между действительным значением температуры по эталонному термометру и значением температуры поверяемого термометра.

Поправки к показаниям поверяемых термометров по абсолютному значению не должны превышать предельных допускаемых значений погрешности, установленных в нормативных документах на поверяемые термометры.

9.2.1 Поправку Δt_{CT} в ^{O}C на выступающий столбик вычисляют по формуле:

$$\Delta t_{CT} = \gamma(t - t_1)n,$$

где: γ - коэффициент видимого теплового расширения термометрической жидкости в стекле (см. таблицу 2);

t – температура по эталонному термометру, ^{O}C;

t_1 – средняя температура выступающего столбика жидкости, определенная вспомогательным термометром, ^{O}C;

n – число градусных отметок, соответствующее высоте выступающего столбика (значение n округляют до целого числа градусов).

Таблица 3

Термометрическая жидкость	Температурный диапазон, °С		Коэффициент видимого теплового расширения в стекле
	от	до	
Ртуть	минус 30	300	0,00016
Толуол	минус 40	100	0,00120
Этиловый спирт	минус 40	80	0,00103
Керосин	0	300	0,00093
Тетролейный эфир	минус 40	20	0,00140
Пентан	минус 40	20	0,00170

9.2.2 Если при поверке термометра, предназначенного для работы с неполным погружением, средняя температура выступающего столбика отличается от средней температуры выступающего столбика при градуировке, то поправку вычисляют по следующей формуле:

$$\Delta = \gamma(t' - t'')n,$$

где: t' - температура выступающего столбика при градуировке термометра, °С;

t'' - средняя температура выступающего столбика во время поверки, °С.

Если на термометре, отградуированном при неполном погружении, не указана температура выступающего столбика, при которой была проведена градуировка, то считают, что градуировку проводили при температуре выступающего столбика, равной 20 °С.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Данные, полученные при определении погрешности и поправок поверяемых термометров, заносят в протокол или журнал поверки.

10.2 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006 с указанием поправок в поверяемых отметках.

10.3 При отрицательных результатах поверки термометры 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

СанПиН 4607-88 Санитарные правила при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением.