

**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 АТС-R  
и цифрового прецизионного термометра DTI-1000  
фирмы АМЕТЕК 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 АТС-Р  
и цифрового прецизионного термометра DTI-1000  
фирмы АМЕТЕК 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 АТС-Р и цифрового  
прецизионного термометра DTI-1000  
фирмы АМЕТЕК 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  $0,2^{\circ}\text{C}$  и длиной погружаемой части не менее 100 мм, и устанавливает методику их периодической поверки в диапазоне температур от минус 50 до  $600^{\circ}\text{C}$  с помощью калибраторов температуры серии АТС-Р и цифрового прецизионного термометра DTI-1000 фирмы АМЕТЕК 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 x Ø64): диапазон (-23 ... +140) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,2$  °С (при работе с металлическими блоками),  $\pm 0,2$  ( $\pm 0,3$ ) °С (при работе с жидким теплоносителем); погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»):  $\pm 0,04$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,02$  °С;

- калибратор температуры модели АТС-156А (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 150 x Ø30): диапазон (-27 ... +155) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,19$  °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»):  $\pm 0,04$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,02$  °С;

- калибратор температуры модели АТС-157 (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 150 x Ø20): диапазон (-48 ... +155) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,19$  °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»):  $\pm 0,04$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,02$  °С;

- калибратор температуры модели АТС-250А (В) (с внутренним резервуаром для жидкого теплоносителя и сменными металлическими блоками сравнения 160 x Ø64): диапазон (+25 ... +250) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,3$  °С (при работе с металлическими блоками),  $\pm 0,3$  ( $\pm 0,5$ ) °С (при работе с жидким теплоносителем); погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»):  $\pm 0,07$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,02$  °С;

- калибратор температуры модели АТС-320А (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 160 x Ø30): диапазон (+30 ... +320) °С;



погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,26$  °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»):  $\pm 0,07$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,02$  °С;

- калибратор температуры модели АТС-650А (В) (со сменными металлическими блоками сравнения 160 x Ø30): диапазон (+30 ... +650) °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,39$  °С; погрешность канала измерений температуры со штатным ТС (только для исполнения «В»):  $\pm 0,11$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,03$  °С;

- термометр цифровой прецизионный DTI-1000А(В) в комплекте с платиновым термопреобразователем сопротивления типа STS-100 А/В; диапазон измеряемых температур (-50 ... +650) °С; предел допускаемой основной абсолютной погрешности:  $\pm (0,03 \pm \text{ед.мл.р.})$  °С (в диапазоне от минус 50 до 400 °С);  $\pm (0,06 \pm \text{ед.мл.р.})$  °С (в диапазоне от минус 50 до 650 °С).

- 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:  $\Delta$  этал – погрешность штатного ТС калибратора (эталонного термометра в комплекте с измерителем),  $\Delta$  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 °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 °С.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С  $(20 \pm 5)$
- относительная влажность окружающего воздуха, %:  $30 \div 80$ ;
- атмосферное давление, кПа:  $84,0 \div 106,7$ ;
- напряжение питания, В:  $220^{+10}_{-15}$ ;
- частота питающей сети, Гц:  $50 \pm 1$ .

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  $(20 \pm 5)$  °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 изготавливают 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 $0^{\circ}\text{C}$

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  $0,2^{\circ}\text{C}$ .

#### 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, $^{\circ}\text{C}$	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 АТС-Р исполнения «А» в качестве эталонного термометра применяют цифровые прецизионные термометры DTI-1000 с первичным термопреобразователем сопротивления типа STS-100 А/В с длиной монтажной части 165, 250, 350 или 500 мм, и диаметром погружаемой части 4 или 6,35 мм;

- в калибраторах температуры серии АТС-Р исполнения «В» в качестве эталонного термометра применяют внешний термопреобразователь сопротивления повышенной точности углового типа (STS-100 А901).

#### **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  $\pm 0,1$  °С. 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  $\varnothing 4$  мм) и 110 мм (для  $\varnothing 6,35$  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  $\Delta t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) определяют по формуле:

$$\Delta t = \bar{t}_n - \bar{t}_d$$

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

$\bar{t}_d$  – среднее арифметическое значение температуры эталонного термометра,  $^{\circ}\text{C}$ .

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  $\Delta t_{CT}$  в  $^{\circ}\text{C}$  на выступающий столбик вычисляют по формуле:

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

где:  $\gamma$  – коэффициент видимого теплового расширения термометрической жидкости в стекле (см. таблицу 2);

$t$  – температура по эталонному термометру,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_1$  – средняя температура выступающего столбика жидкости, определенная вспомогательным термометром,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – 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.