

**Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

К. В. Тоголинский

2017 г.



Государственная система обеспечения единства измерений


Ампулы для реализации реперных точек температурной шкалы  
в диапазоне от 234,3156 К до 692,677 К

Методика поверки

МП 2411- 0142 -2017

Руководитель отдела госэталонов в области  
теплофизических и температурных  
измерений

 А.И. Походун  
Ведущий научный сотрудник  
лаборатории термометрии

 А. Г. Иванова

Санкт-Петербург  
2017

## Содержание

1 Область применения .....	3
2 Нормативные документы.....	3
3 Определения, обозначения, и сокращения.....	3
4 Операции и средства поверки .....	4
5 Требования безопасности .....	5
6 Условия проведения поверки .....	5
7 Подготовка поверки .....	5
8 Проведение поверки.....	6
8.1 Внешний осмотр.....	6
8.2 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью поверяемой ампулы затвердевания (плавления) металлов относительно МТШ-90.....	6
8.2.1 Ампулы индия, олова, цинка $A_k(\text{In})$ , $A_k(\text{Sn})$ , $A_k(\text{Zn})$ .....	6
8.2.2 Ампула галлия $A_k(\text{Ga})$ .....	7
8.2.3 Ампула ртути $A_k(\text{Hg})$ .....	7
8.2.4 Ампула свинца $A_k(\text{Pb})$ .....	8
8.3 Определение границ доверительной погрешности значения температуры, воспроизводимой с помощью поверяемой ампулы .....	8
9 Оформление результатов поверки .....	10

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на эталонные ампулы рабочих эталонов (далее - ампулы) 1-го разряда, предназначенные для реализации основных реперных точек температурной шкалы МТШ-90 на основе фазовых переходов чистых веществ: тройной точки ртути минус 38,8344 °С, плавления галлия 29,7646 °С; затвердевания индия 156,5985 °С; затвердевания олова 231,928 °С; затвердевания цинка 419,527 °С и для реализации вторичной реперной точки затвердевания свинца 327,462 °С и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок.

Ампулы предназначены для поверки и калибровки эталонных платиновых термометров сопротивления 2 разряда типа ПТС, прецизионных термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических преобразователей и других прецизионных контактных термометров.

Интервал между поверками - 2 года.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

В настоящей Методике использованы ссылки на следующие стандарты и издания:

2.1 Международная температурная шкала МТШ-90. Документ Международного Бюро по мерам и весам, 1989.

2.2 ГОСТ Р 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»

2.3 ГОСТ Р 8.814-2013 «Ампулы для реализации реперных точек температурной шкалы в диапазоне от 273,15 до 1234,93 К»

## 3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, И СОКРАЩЕНИЯ

Ампула – устройство, содержащее высокочистое вещество, предназначенное для реализации фазового перехода: плавления или затвердевания

Ампула тройной точки воды – А(ТТВ).

Ампулы для реализации основных реперных точек: точки плавления галлия и точек затвердевания индия, олова, цинка, и тройной точки плавления ртути соответственно; А(Ga), А(In), А(Sn), А(Zn), А(Hg), для реализации вторичной реперной точки затвердевания свинца А(Pb),

Ампула, подлежащая поверке – А<sub>к</sub>

Ампула А<sub>э</sub>, входящая в состав эталона более высокого разряда, чем А<sub>к</sub>;

Термометр типа ПТС - платиновый термометр сопротивления стержневой, предназначенный для измерения температуры от минус 189,3442 °С до 0 °С или от 0,01 до 419,527 °С.

$t$  - температура в градусах Цельсия (°С);

$R_{ТТВ}$ - сопротивление термометра в тройной точке воды;

$R_{рт}$ - сопротивление термометра в реперной точке;

$W_{рт}$ - относительное сопротивление термометра в реперной точке - отношение сопротивления термометра в реперной точке к его сопротивлению в тройной точке воды.

## 4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Поверку и калибровку ампул 1-го разряда проводят с использованием аппаратуры эталона-копии ГПЭ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и в метрологических центрах (лабораториях), которые имеют соответствующие ампулы рабочих эталонов 0-го разряда, установки для реализации основных и вторичных реперных точек Международной температурной шкалы МТШ-90 и ПТС 0-го разряда.

Поверка эталонных ампул 1-го разряда  $A_K$  для реализации основных реперных точек заключается в определении поправки к значению температуры, воспроизводимой с их помощью, относительно значения температуры реперных точек, приведенного в Положении о МТШ-90, и в оценивании границ доверительной погрешности значения температуры, воспроизводимой ампулой  $A_K$ .

Поправку к значению температуры основных реперных точек МТШ-90 определяют сличением результатов измерений температуры, воспроизведенной в ампуле  $A_K$  и соответствующей ампуле  $A_Э$  более высокого разряда, полученных с помощью эталонного ПТС 0-го разряда.

Поправку к значению температуры вторичной реперной точки  $A(Pb)$  определяют сравнением результата измерения температуры затвердевания свинца в ампуле  $A_K$  с помощью ПТС 0-го разряда с значением, приведенным в документе Рабочей группы Консультативного комитета по термометрии для вторичных реперных точек МТШ-90.

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1

Наименование операции	Пункт настоящей методики	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, их характеристики
1	2	3
Подготовка поверки	7	
Внешний осмотр ампул $A_K$	8.1	Визуально
Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью поверяемой ампулы затвердевания (плавления) металлов относительно МТШ-90	8.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ампула для реализации тройной точки воды, рабочий эталон 0-разряда;</li> <li>- Ампулы для реализации реперных точек плавления или затвердевания металлов 0-го разряда – галлий (<i>Ga</i>), индий (<i>In</i>), олово (<i>Sn</i>), цинк (<i>Zn</i>);</li> <li>- Ампула тройной точки ртути (<i>Hg</i>), СКО суммарной погрешности реализации температуры не менее 0,2 мК;</li> <li>- Установка для реализации реперных точек плавления (затвердевания) металлов, включающая печь с рабочим объемом для размещения ампул и систему регулирования температуры, которая обеспечивает перепад температуры не более 0,01°C по высоте металла в термометровом канале ампулы при температуре около фазового перехода (плавления, затвердевания) металла. Дискретность задания температуры печи не более 0,1°C. Нестабильность поддержания заданного значения температуры не более: 0,1°C для ампулы с галлием (<i>Ga</i>), 0,2 °C для ампул с индием (<i>In</i>), оловом (<i>Sn</i>), цинком (<i>Zn</i>);</li> <li>- Платиновые термометры сопротивления ПТС 0-го разряда ГОСТ 8.558-2009;</li> <li>- Комплекс аппаратуры для измерения сопротивления термометров в составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>- прибор вторичный прецизионный Fluke серии 159, модификации 1595A Super –</li> </ul> </li> </ul>

1	2	3
Определение границ доверительной погрешности значения температуры, воспроизводимой с помощью поверяемой ампулы	8.3	Thermometer, регистрационный № 52358-13; - набор термостатированных мер сопротивления, регистрационный № 46843-11; - Термостат для тройной точки воды, нестабильность поддержания температуры 0,01°C; - Криостат для тройной точки ртути. Диапазон температуры от -30°C до -60°C, нестабильность поддержания температуры 0,01°C
Оформление результатов	9	

*Примечание:* Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Помещение лаборатории должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

5.2 При работе с ампулами тройной точки воды (далее - ампулы) следует соблюдать особую осторожность. Работать с ампулами разрешается только в защитных очках.

5.3 Во время проведения измерений термометр следует извлекать из ампулы медленно, соблюдая особую осторожность во избежание получения ожогов и закрепить его в вертикальном положении на штативе.

5.4 При поверке должны соблюдаться требования безопасности, приведенные в Руководстве по эксплуатации на ампулы.

## 6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки ампул должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C ..... 20±5
- относительная влажность, %, не более ..... 80
- атмосферное давление, кПа ..... 100±4

В помещении не должно быть дыма, пыли, ощутимой вибрации.

При поверке должны соблюдаться требования, приведенные в Руководстве по эксплуатации на ампулы.

## 7 ПОДГОТОВКА ПОВЕРКИ

Перед проведением поверки следует:

7.1 Проверить наличие всех средств измерений и вспомогательных средств, необходимых для поверки, согласно разделу 4 и нормативным документам, устанавливающим методику их эксплуатации.

7.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 6.

7.3 Подготовить к работе средства измерений и вспомогательные средства согласно эксплуатационным документам на них.

7.4 Протереть погружаемые части термометров этанолом.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

При осмотре следует установить соответствие ампул требованиям, изложенным ниже:

- оболочки ампул должны быть без повреждений.

Ампулы, не удовлетворяющие требованиям, изложенным в 8.1, дальнейшим операциям поверки не подвергают.

### 8.2 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул реперных точек затвердевания (плавления) металлов, представленных на поверку относительно МТШ-90

8.2.1 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул реперных точек затвердевания металлов: Ак(In), Ак(Sn), Ак(Zn) относительно МТШ-90

8.2.1.1 Перед началом определения поправки ампула Ак с расплавленным и перегретым на 5 К металлом должна быть выдержана в печи не менее 6 ч для равномерного распределения примесей в объеме.

Значения температуры основного, верхнего и нижнего нагревателей устанавливают по результатам предварительной подготовки условий реализации реперной точки с использованием Ак. Методика реализации затвердевания металла в ампуле Аэ должна соответствовать руководству по эксплуатации на установку для реализации реперной точки, используемую в лаборатории. Процесс затвердевания металла проводят с образованием двух границ раздела фаз: на стенках ампулы и на термометровом канале по результатам подготовки.

Температуру затвердевания металла в Ак измеряют последовательно двумя эталонными термометрами ПТС в точках затвердевания индия, олова, цинка, используя первые 10 % - 25 % продолжительности площадки затвердевания металла.

8.2.1.2 Выполняют не менее пяти отсчетов сопротивления термометров ПТС при значении измерительного тока 1 мА. Рассчитывают среднеарифметическое значение сопротивления ПТС. После окончания измерений сопротивления эталонных ПТС на площадке затвердевания выполняют измерение их сопротивления ПТС в А(ТТВ).

Выполняют измерения температуры реперной точки в соответствующей ампуле Аэ с помощью тех же термометров ПТС.

Повторяют определение  $W_{рт}$  поочередно для каждой из ампул: Ак и Аэ не менее трех раз. Определяют для каждого ПТС значения  $W_{1i}$  (Аэ),  $W_{2i}$  (Аэ),  $W_{3i}$  (Аэ), и  $W_{1i}$  (Ак),  $W_{2i}$  (Ак),  $W_{3i}$  (Ак) и соответствующие разности относительных сопротивлений для каждого ПТС

$$\Delta W_{si} = W_{si}(Aэ) - W_{si}(Ак), \quad (1),$$

где  $s$  – номер термометра ПТС - 1, 2.

$i$  – номер площадки.

Получают не менее шести значений разности  $\Delta W_{si}$ .

Рассчитывают среднеарифметическое значение разности относительных сопротивлений  $\Delta W_{si}$  для двух термометров и трех площадок по формуле:

$$\Delta W_{cp} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^{i=3} \sum_{s=1}^{s=2} \Delta W_{si} \quad (2),$$

где  $\Delta W_{si}$  - разность значений относительного сопротивления  $s$ -го термометра для  $i$ -ой площадки.

Значение поправки к температуре, реализуемой с помощью Ак, относительно температуры, реализуемой Аэ –  $\Delta t_{cp}[Aэ - Ак]$  в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{cp}[A_{\text{Э}} - A_{\text{К}}] = \Delta W_{cp} / \frac{dW}{dT} \quad (3),$$

где  $dW/dT$  – значение производной стандартной функции МТШ-90 для реперной точки.

Поскольку для поверки  $A_{\text{К}}$  1-го разряда в качестве  $A_{\text{Э}}$  используют ампулы эталон-копии ГПЭ или 0-го разряда, в паспорте которых указана поправка  $\Delta t[A_{\text{Э}}]$  относительно МТШ-90, то окончательная поправка к значению температуры  $A_{\text{К}}$  будет равна сумме двух поправок

$$\Delta t(A_{\text{К}}) = \Delta t_{cp}[A_{\text{Э}} - A_{\text{К}}] + \Delta t[A_{\text{Э}}] \quad (4)$$

8.2.2 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампулы  $A_{\text{К}}(\text{Ga})$  относительно МТШ-90.

Ампулу  $A_{\text{К}}(\text{Ga})$  размещают в термостате, температура в котором определена в процессе предварительной подготовки условий реализации. После начала плавления галлия и стабилизации показаний ПТС, выполняют измерения 2 эталонными ПТС при токе 1 мА. Повторяют операции 8.2.1.2.

8.2.3 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампулы  $A_{\text{К}}(\text{Hg})$ , относительно МТШ-90

Температуру тройной точки ртути реализуют в процессе непрерывного медленного плавления металла после его предварительного затвердевания при размещении ампулы с ртутью в криостате. Процесс плавления проводят с образованием двух границ раздела фаз: на стенках ампулы и на термометровом канале. Измерение температуры выполняют при стабилизации показаний ПТС.

Сличение ампул тройной точки ртути  $A_{\text{Э}}$  с  $A_{\text{К}}$  проводят с использованием двух платиновых термометров сопротивления ПТС на каждой площадке плавления. Площадки плавления ртути в ампулах  $A_{\text{Э}}$  и  $A_{\text{К}}$  повторяют 2 раза.

*Примечание:* Ампула  $A_{\text{Э}}$  – ампула тройной точки ртути, СКО суммарной погрешности реализации температуры не менее 0,2 мК.

Непосредственно после окончания измерений в ампуле тройной точки ртути выполняют измерения сопротивления ПТС в А(ТТВ).

Измерения сопротивления ПТС при реализации тройной точки ртути в ампулах  $A_{\text{Э}}$ ,  $A_{\text{К}}$ , а также в ампуле А(ТТВ) проводят при измерительном токе 1 мА.

В результате поверки  $A_{\text{К}}$  получают 4 значения разности относительных сопротивлений ПТС в ампулах  $A_{\text{Э}}$  и в  $A_{\text{К}}$ :

$$\begin{aligned} \Delta W_1 &= W_{1i}(A_{\text{Э}}) - W_{1i}(A_{\text{К}}) \\ \Delta W_2 &= W_{2i}(A_{\text{Э}}) - W_{2i}(A_{\text{К}}), \end{aligned} \quad (5)$$

где нижние индексы “1” и “2” относятся к термометрам, “i” к номеру площадки.

По 4 полученным значениям  $\Delta W_i$  двух ПТС определяют среднее арифметическое значение поправки  $\Delta W_{cp}$  к температуре, воспроизводимой  $A_{\text{К}}$  относительно ампулы  $A_{\text{Э}}$  в температурном эквиваленте по формуле

$$\Delta t_{cp}[A_{\text{Э}} - A_{\text{К}}] = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{i=2} [\Delta W_{1i}(A_{\text{Э}} - A_{\text{К}}) + \Delta W_{2i}(A_{\text{Э}} - A_{\text{К}})] / \frac{dW}{dT} \quad (6).$$

Поправка  $\Delta t(A_{\text{К}})$  к значению температуры, воспроизводимой поверяемыми ампулами  $A_{\text{К}}$ , относительно значения температуры реперной точки по МТШ-90 в температурном эквиваленте будет равна

$$\Delta t(A_{\text{К}}) = \Delta t_{cp}[A_{\text{Э}} - A_{\text{К}}] + \Delta t[A_{\text{Э}}] \quad (7),$$

где  $\Delta t$  [Аэ] – поправка к значению температуры, воспроизводимой ампулой Аэ, относительно значения температуры по МТШ-90, которая приведена в сертификате на ампулу Аэ по результатам её сличения с ампулой эталона ГЭТ 35-2010.

8.2.4 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампулы А<sub>к</sub>(Pb), относительно МТШ-90

Реперная точка затвердевания свинца является вторичной реперной точкой МТШ-90 и не входит в состав основного эталона температуры ГПЭ, эталона-копии и эталонов нулевого порядка метрологических институтов (лабораторий).

Поверку А<sub>к</sub>(Pb) выполняют сравнением результата измерения температуры затвердевания свинца в ампуле А<sub>к</sub>(Pb) эталонными термометрами ПТС: либо из состава эталона-копии в ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», либо ПТС 0-го разряда в метрологических центрах (лабораториях) с значением 327,462 °С, приведенным в документе Рабочей группы Консультативного комитета по термометрии для вторичных реперных точек МТШ-90.

С учетом принятой в ГОСТ 8.558-2009 линейной интерполяции погрешности между значениями температуры в качестве допустимых значений поправки и СКО суммарной погрешности температуры затвердевания свинца для ампул 1-го разряда следует принять средние значения между допустимыми поправками и СКО для ампул олова и цинка 1-го разряда, приведенные ГОСТ Р 8.814-2013. Поправка в пределах ±0,015 °С (±15 мК), СКО суммарной погрешности – не более 0,003 °С (0,3 мК).

Перед измерением температуры затвердевания свинца повторяют операции п.8.2.1.1.

На площадке затвердевания выполняют не менее пяти отсчетов сопротивления термометра ПТС при измерительном токе 1 мА. Рассчитывают среднеарифметические значения сопротивления каждого ПТС. После окончания измерений сопротивления эталонных ПТС на площадке затвердевания выполняют измерения сопротивления ПТС в А(ТТВ). Повторяют процесс затвердевание 3 раза и получают по 3 значения  $W_{Pb}$  для каждого ПТС.

Рассчитывают 6 значений температуры затвердевания свинца с использованием градуировок эталонных ПТС и определяют 6 отклонений полученных значений температуры от значения 327,462 °С и среднеарифметическое значение поправки  $\Delta t_{cp}(A_k)$ .

8.3 Определение границ доверительной погрешности значения температуры, воспроизводимой с помощью поверяемой ампулы

8.3.1 СКО случайной составляющей погрешности поправки, полученной для ампул А<sub>к</sub>(In), А<sub>к</sub>(Sn), А<sub>к</sub>(Zn), А<sub>к</sub>(Ga) в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле

$$S[\Delta t(A_k)] = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=6} [(\Delta W_{si} - \Delta W_{cp})^2]} \cdot \frac{1}{\sqrt{30}} / \frac{dW}{dT} \quad (8),$$

где  $\Delta W_{si}$  - разность значений относительного сопротивления s-го термометра для i-й площадки.

$\Delta W_{cp}$  – среднеарифметическое значение разности  $\Delta W$ , полученное по двум ПТС в результате повторения реализации реперной точки в Аэ и А<sub>к</sub> по три раза.

8.3.2 СКО случайной составляющей погрешности поправки, полученной для ампулы А<sub>к</sub>(Hg), в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле



$$S[\Delta t(Aк)] = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=2} [(\Delta W_{1i} - \Delta W_{cp})^2 + (\Delta W_{2i} - \Delta W_{cp})^2]} \cdot \frac{1}{\sqrt{12}} / \frac{dW}{dT} \quad (9).$$

8.3.3 СКО случайной составляющей погрешности поправки, полученной для ампулы Ак(Pb), рассчитывают по формуле

$$S[\Delta t(Aк)] = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=6} (t_i - t_{pb})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{30}} \quad (10),$$

где  $\Delta t_i$  – значение поправки  $i$  – го измерения по п. 8.2.4  
 $t_{pb} = 327,462$  °С,

8.3.4 СКО суммарной неисключенной систематической погрешности (далее НСП) поправки  $\Delta t$  (Ак).

8.3.4.1 При использовании для измерения сопротивления ПТС одного прибора (моста и образцовых мер сопротивления) СКО суммарной НСП полученной поправки  $\Delta t$  (Ак) для ампул Ак(In), Ак(Sn), Ак(Zn), Ак(Ga), Ак(Hg), включает две составляющих.

Одна составляющая представляет СКО погрешностей поправок, вводимых в результаты измерений сопротивления ПТС в Аэ и Ак на гидростатическое давление металла на уровне погружения чувствительного элемента ПТС относительно уровня металла в ампулах. Поскольку разница в уровнях металла в ампулах 0-го и 1-го разряда, в настоящее время, как правило, менее 5 см, соответствующие поправки в результат измерений не вводятся.

Вторая составляющая НСП представляет СКО погрешности из-за влияния теплоотвода на показания ПТС в Аэ и Ак. СКО составляющей НСП из-за влияния теплоотвода определяют исходя из результатов измерений изменения сопротивления ПТС в термометровом канале ампул при его подъеме с шагом 0,5 – 1 см на расстоянии 3–5 см относительно дна ампул в Аэ и Ак. Поскольку, исходя из теоретической зависимости, изменения температуры затвердевания металла от гидростатического давления не превосходят  $3 \cdot 10^{-4}$  К при перемещении термометра в пределах 5-10 см, оценка границ составляющей НСП из-за влияния теплоотвода для каждой из ампул Аэ и Ак соответствует изменению температуры ПТС  $\Delta t$  на уровне высоты его чувствительного элемента от дна ампулы. СКО составляющей НСП из-за влияния теплоотвода рассчитывают по формуле

$$\theta_T = \sqrt{\frac{\Delta t^2}{3}} \quad (11).$$

8.3.5 СКО суммарной погрешности поправки  $\Delta t$ (Ак)  $S_\theta$  рассчитывают с учетом СКО случайной составляющей погрешности определения поправки  $S[\Delta t(Aк)]$ , СКО НСП  $\theta_T$  измерений в Аэ и Ак по формуле

$$S_\theta[\Delta t(Aк)] = \sqrt{S^2[\Delta t(Aк)] + \theta_T^2(Aэ) + \theta_T^2(Aк)} \quad (12).$$

8.3.6 СКО суммарной погрешности воспроизведения температуры реперной точки с использованием ампулы Ак вычисляют по формуле

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\theta^2[\Delta t(Aк)] + S^2(\mathcal{E})} \quad (13),$$

где  $S(\Xi)$  – СКО суммарной погрешности воспроизведения температуры, воспроизводимой с помощью  $A_z$ , указанное в её паспорте (свидетельстве).

8.3.7 СКО суммарной погрешности поправки  $\Delta t(A_k)$   $S_\theta$  для ампулы  $A_k(Pb)$  рассчитывают с учетом СКО случайной составляющей погрешности определения поправки  $S[\Delta t(A_k)]$  по формуле (10), СКО НСП  $\theta_T$  измерений ПТС в  $A_k$  по формуле (11) и СКО НСП измерений в ампуле  $A(TTB)$ , СКО градуировки ПТС, использованной для расчета значения температуры  $\theta_{TP}(ПТС)$  по формуле

$$S_\theta [\Delta t(A_k)] = \sqrt{S^2[\Delta t(A_k)] + \theta_{TP}^2(ПТС) + \theta^2(A_{TTB}) + \theta_T^2(A_k)} \quad (14)$$

СКО суммарной погрешности воспроизведения температуры реперной точки с использованием ампулы  $A_k$  вычисляют по формуле (13),

где  $S(\Xi) = 0,001^\circ\text{C}$  - СКО значения температуры затвердевания свинца, приведенное в документе Рабочей группы Консультативного комитета по термометрии для вторичных реперных точек МТШ-90.

8.3.8 Границы доверительной погрешности воспроизведения температуры реперной точки с использованием поверенной ампулы  $A_k$  при доверительной вероятности 0.95 вычисляют по формуле

$$\delta = 2 \cdot S_\Sigma \quad (15)$$

Результат поверки считают положительным, если значения поправки к значению температуры и границы доверительной погрешности соответствует таблице 2.

Таблица 2

Ампула с металлом	Приписанное значение температуры, °C	Границы допустимых поправок к значению температуры, мК	Границы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 (расширенная неопределенность), мК
Ртуть (ТТР-1)	-38,8344	±4,0	±1,2
Галлий (ТПГ-1)	29,7646	±1,0	±1,2
Индий (ТЗИ-1)	156,5985	±3,0	±4,0
Олово (ТЗО-1)	231,928	±10,0	±4,0
Цинк (ТЗЦ-1)	419,527	±20,0	±10,0
Свинец (ТЗС-1)	327,462	±15,0	±2,0

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А). При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной приказом Минпромторга России «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» №1815 формы. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Дата \_\_\_\_\_

**ПРОТОКОЛ №**

Ампула типа \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_,  
представлена \_\_\_\_\_.

Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Метод поверки: МП 2411-0142-2017 «Ампулы для реализации реперных точек температурной шкалы в диапазоне от 234,3156 К до 692,677 К. Методика поверки».

Значения влияющих факторов:

Температура окружающей среды \_\_ °С

Относительная влажность \_\_ %

Атмосферное давление \_\_ кПа

Поверка проведена с применением эталонов:

\_\_\_\_\_

Результаты внешнего осмотра: \_\_\_\_\_

Результаты поверки:

Температура затвердевания (плавления) олова,  
воспроизводимая с помощью ампулы № \_\_\_\_\_,

t = \_\_\_\_\_ °С

СКО суммарной погрешности, мК \_\_\_\_\_

Доверительная погрешность, мК \_\_\_\_\_

Вывод: По результатам поверки ампула допускается к применению в качестве рабочего эталона 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009