ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.814– 2013

Государственная система обеспечения единства измерений

АМПУЛЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК ТЕМПЕРАТУРНОЙ ШКАЛЫ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 273,15 К ДО 1234,93 К

Методы поверки и калибровки

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

Предисловие

1 Разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы» ПК 206.6 «Эталоны и поверочные схемы в области температурных, теплофизических и дилатометрических измерений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 июля 2013 г.№ 438-ст

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru).

Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений
АМПУЛЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК ТЕМПЕРАТУРНОЙ ШКАЛЫ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 273,15 К ДО 1234,93 К
Методы поверки и калибровки

State system for ensuring the uniformity of measurements.
The cells for the reference points of the temperature scale.
Standard procedure for verification and calibration

Дата введения – 2014—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на эталонные ампулы рабочих эталонов (далее –ампулы) 0-го и 1-го разрядов по ГОСТ 8.558, предназначенные для реализации реперных точек температурной шкалы в диапазоне от 273,15 К до 1234,93 К на основе фазовых переходов чистых веществ и устанавливает методы их поверки и калибровки.

Ампулы предназначены для поверки и калибровки эталонных платиновых термометров сопротивления 1-го и 2-го разрядов типа ПТС, ВТС и прецизионных рабочих термометров в диапазоне температуры от 273,15 К до 1234,93 К при температурах фазовых переходов чистых веществ в соответствии с МТШ-90: тройной точки воды 0,01 °С; плавления галлия 29,7646 °С; затвердевания индия 156,5985 °С; затвердевания олова 231,928 °С; затвердевания цинка 419,527 °С; затвердевания алюминия 660,323 °С; затвердевания серебра 961,78 °С.

Требования к эталонным ампулам приведены в приложении А.Методы калибровки разработаны в соответствии с требованиями рекомендаций [1], ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и методики [2].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р МЭК 60519-1-2005 Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины, сокращения и обозначения:

3.1 **ампула:** Устройство, содержащее высокочистое вещество, предназначенное для реализации фазового перехода: плавления или затвердевания.

3.2 **открытая ампула: А**мпула, в конструкции которой предусмотрено соединение её внутреннего объема с источником чистого инертного газа (аргона) с регулируемым давлением.

3.3 **закрытая ампула: А**мпула, в которой тигель с чистым металлом заключен в герметичную оболочку, содержащую чистый аргон.

3.4 **ампула, подлежащая поверке и калибровке**; Ак.

3.5 **ампула, входящая в состав эталона более высокого разряда, чем Ак;** Аэ.

3.6 **ампула для реализации тройной точки воды;** А(ттв).

3.7 **ампулы для реализации точки плавления галлия и точек затвердевания индия, олова, цинка, алюминия, серебра соответственно;** А(*Ga*), А(*In*), *А(Sn)*, А(*Zn*), А(*Al*), А(*Ag*).

3.8 **государственный первичный эталон;** ГПЭ.

3.9 **платиновый эталонный стержневой термометр сопротивления, предназначенный для измерений температуры от 0,01 °С до 660,323 °С;** ПТС.

3.10 **высокотемпературный платиновый эталонный стержневой термометр сопротивления, предназначенный для измерений температуры от 419,527 до 961,78 °С;** ВТС.

3.11 **сопротивление термометра в ампуле реперной точки;** $R_{рт}$.

3.12 **сопротивление термометра в ампуле тройной точки воды;** $R_{ттв}$.

3.13 **тройная точка воды, температура 0,01 °С;** ТТВ.

3.14 **относительное сопротивление термометра в ампуле реперной точки;** $W_{рт}=R_{рт}/R_{ттв}$.

4 Операции поверки и калибровки

4.1 Поверку и калибровку ампул 0-го разряда проводят с применением аппаратуры ГПЭ во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Поверку и калибровку ампул 1-го разряда проводят с применением аппаратуры ГПЭ во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», а также с применением аппаратуры рабочих эталонов в метрологических центрах (лабораториях), которые имеют ампулы рабочих эталонов и установки для реализации основных реперных точек Международной температурной шкалы МТШ-90 [3] для передачи единицы кельвина эталонам 1-го и 2-го разрядов, соответствующие требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025.

4.2 Поверка и калибровка ампулы Ак заключается в определении поправки к значению температуры, воспроизводимой с ее помощью, относительно значения температуры реперной точки по МТШ-90 [3] и в оценивании СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) значения температуры, воспроизводимой с помощью ампулы Ак в соответствии с ГОСТ Р 54500.1.

Поправку определяют сличением результатов измерений температуры, воспроизведенной в Ак и ампуле более высокого разряда Аэ с помощью эталонного ПТС разряда, соответствующего ампуле Аэ.

5 Средства поверки и калибровки

5.1 При проведении поверки и калибровки ампул выполняют операции и применяют эталоны и рабочие средства измерений, указанные в таблице 1.

Таблица 1– Средства, применяемые при поверке и калибровке ампул

Наименование операции	Пункт настояще-го стандарта	Средство поверки и калибровки с нормативно-техническими характеристиками
Внешний осмотр ампул Ак	8.1	–
Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампулы Ак(ттв) относительно значения температуры по МТШ-90	8.2	Эталонная ампула Аэ(ттв) более высокого разряда, чем Ак(ттв). Эталонный ПТС с метрологическими характеристиками, соответствующими разряду Аэ(ттв) по ГОСТ 8.558. Комплекс аппаратуры для измерений сопротивления ПТС с метрологическими характеристиками соответствующими разряду ПТС. Термостат для размещения Аэ(ттв) и Ак(ттв) с нестабильностью температуры не более 0,01°С, около 0°С
Подготовка условий для определения поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул Ак реперных точек плавления (затвердевания) металлов, представленных на поверку, калибровку	8.3	Установка для реализации реперных точек плавления (затвердевания) металлов, включающая в себя печь (термостат) с рабочим объемом для размещения Ак и систему регулирования температуры, которая обеспечивает перепад температуры не более 0,01°С по высоте металла в термометровом канале Ак при температуре около фазового перехода (плавления, затвердевания) металла. Дискретность задания температуры печи не более 0,1°С. Нестабильность поддержания заданного значения температуры не более - 0,1°С для Ак(*Ga*), 0,2 °С для Ак(In), Ак(Sn),Ак(Zn), 0,3 °С для Ак(Al) и 0,5°С для Ак (Ag) Эталонные ампулы Аэ более высокого разряда, чем Ак.
Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул реперных точек: Ак(*Ga*), Ак(*In*), Ак(*Sn*), Ак(*Zn*), Ак(*Al*), Ак(*Ag*) относительно значения температуры по МТШ-90	8.4	Установки для реализации реперных точек плавления (затвердевания) металлов. Эталонные ПТС для ампул Ак (*Ga*), Ак(*In*), Ак(*Sn*), Ак(*Zn*), Ак(*Al*) и эталонные ВТС для Ак(*Al*) и Ак(*Ag*) с метрологическими характеристиками, соответствующими разряду *Аэ* по ГОСТ 8.558. Комплекс аппаратуры для измерений сопротивления ПТС и ВТС с метрологическими характеристиками соответствующими разряду ПТС и ВТС по ГОСТ 8.558. Барометр при поверке и калибровке открытых ампул Аэ и Ак с диапазоном измерения 60-110 кПА и пределом допускаемой погрешности 33 Па
Определение СКО суммарной погрешности (суммарной неопределенности) значения температуры ТТВ, воспроизводимого с помощью ампулы Ак(ттв)	9.1	–
Определение СКО суммарной погрешности (суммарной неопределенности) значения температуры воспроизводимого с помощью ампул: Ак(*Ga*), Ак(*In*), Ак(*Sn*), Ак(*Zn*), Ак(*Al*), Ак(*Ag*)	9,2	–

5.2 Вспомогательное оборудование

5.2.1 Термометры ПТС и ВТС 1-го разряда

5.2.2 Вертикальная печь для отжига ПТС и ВТС, диапазон температуры от 100 C^{o} до 1100 °С, стабильность поддержания температуры в пределах 2 °С, градиент температуры по высоте рабочего пространства печи не более 5 °С/м, внутренняя поверхность печи не должна содержать металлических частей;

5.2.3 СИ длины (линейка, глубиномер) не менее 600 мм, с ценой деления (дискретностью показаний) не более 1 мм .

5.2.4 Штативы, защитные экраны, защитные очки, перчатки, стеклянные и кварцевые пробирки должны быть применены для обеспечения удобства и безопасности проведения измерений.

6 Условия поверки и калибровки

6.1 При проведении поверки и калибровки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха ..... (20 ± 1) °С;

относительная влажность воздуха ..... (65 ± 15) %;

атмосферное давление ..... (101 ± 3) кПа;

напряжение питающей сети..... (220 ± 22) В.

6.2. В помещении, в котором проводят поверку и калибровку, должны отсутствовать:

удары, вибрации, внешние электромагнитные поля;

пары кислот, щелочей, а также газы, вызывающие коррозию.

6.3. Все, указанные в разделе 5, средства поверки должны иметь свидетельства о поверке или калибровке, испытательное оборудование –действующие аттестаты и руководство по эксплуатации.

6.4 Все ампулы, представляемые на поверку или калибровку, должны иметь паспорт с указанием высоты столба металла от дна термометрового канала до верхнего уровня металла в ампуле и диаметра термометрового канала.

7 Требования безопасности

7.1 Помещение лаборатории должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

7.2 При работе с ампулами тройной точки воды следует соблюдать особую осторожность. Работать с ампулами разрешается только в защитных очках.

7.3 В помещении, в котором проводят поверку и калибровку, категорически запрещается курить, пользоваться огнем, хранить огнеопасные и горючие вещества и материалы.

7.4 Во время проведения поверки и калибровки при высоких температурах термометр следует извлекать из печи медленно, соблюдая особую осторожность во избежание получения ожогов.

7.5 После извлечения термометра из печи следует закрепить его в вертикальном положении в штативе, запрещается трогать его руками.

7.6. При поверке и калибровке должны соблюдаться правила [4], [5] и требования ГОСТ Р МЭК 60519-1, правила техники безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации.

8 Проведение поверки и калибровки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено следующее:

- отсутствие внешних повреждений оболочки ампулы, влияющих на метрологические характеристики и выполнение основных функций;
- отсутствие видимых примесей или частиц в воде ампулы ТТВ;
- отсутствие частиц металла на поверхности графитового тигля.

8.1.2 При поверке ампулы, не удовлетворяющие вышеперечисленным требованиям, бракуют. В сертификате о калибровке ампул указывают о несоответствиях вышеперечисленным требованиям.

8.2 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампулы Ак(ттв), относительно значения температуры по МТШ-90

8.2.1 Подготовка ампул Ак(ттв) и Аэ(ттв)

8.2.1.1 При подготовке ампул к поверке и калибровке выполняют одновременное образование ледяных оболочек на термометровых каналах Аэ(ттв), Ак(ттв) и границы раздела твердой и жидкой фаз вокруг термометрового канала.

Одновременное выполнение операций необходимо, чтобы исключить влияние изменения состояния ледяных оболочек во времени на оценку разности воспроизводимых значений температуры. Процедуры выполняют в соответствии с руководством по эксплуатации на Аэ(ттв).

8.2.1.2 Ак(ттв) и Аэ(ттв) размещают в термостате для реализации ТТВ и выдерживают в нем не менее суток до начала измерений.

На дне термометровых каналов Ак(ттв) и Ак(ттв) размещают демпфирующие вставки из мягкого материала (вата, поролон) для уменьшения влияния непосредственного контакта ледяной оболочки с дном канала на результат измерений и предотвращения удара термометра о дно при его погружении.

8.2.1.3 Термометровые каналы Ак(ттв) и Аэ(ттв) заполняют водой. Уровень воды в каналах должен быть на 3– 5 см выше уровня чувствительного элемента ПТС после его погружения в канал.

8.2.2 Определение поправки к температуре, воспроизводимой с помощью Ак(ттв), относительно температуры, воспроизводимой Аэ(ттв)

8.2.2.1 Перед началом измерений эталонный ПТС охлаждают в термостате, где размещены Аэ(ттв) и Ак(ттв), не менее 10 мин.

8.2.2.2 Затем эталонные ПТС поочередно погружают в ампулы Аэ(ттв) и Ак(ттв) для измерений их сопротивления и выдерживают в каждой ампуле не менее 15 мин до достижения установившихся показаний.

8.2.2.3 При поверке и калибровке ампулы 0-разряда сопротивления ПТС измеряют при двух значениях измерительных токов 1 мА и √2 мА не менее 10 раз, получают 10 значений R_j (1мА) и R_j (√2 мА). При поверке и калибровке ампулы Ак(ттв) 1-го разряда сопротивления ПТС измеряют при одном значении измерительного тока 1 мА не менее 10 раз, получают 10 значений R_j (1мА). Время измерений при каждом токе не менее 5 мин.

8.2.2.4 Рассчитывают среднеарифметические значения сопротивлений Rср (1мА) и Rср (√2мА), полученные при измерении в Аэ(ттв) и Ак(ттв) 0-го разряда при двух значениях измерительных токов и $R_{ср}$ (1мА) для ампул 1-го разряда – при одном значении измерительного тока. Результаты измерений сопротивления ПТС при двух измерительных токах приводят к нулевому измерительному току для каждой ампулы по формуле

$$R_{ср}(0мА) = 2R_{ср}(1мА) - R_{ср}(\sqrt{2}мА), \quad (1)$$

где $R_{ср}$ (0мА) – сопротивление ПТС при нулевом токе.

8.2.2.5 При разности глубины погружения чувствительного элемента ПТС относительно уровня воды в Аэ(ттв) и Ак(ттв) более чем на 5 см (0,036 мК), определяют поправку ΔR_h на гидростатическое давление воды на уровне середины чувствительного элемента ПТС по формуле

$$\Delta R_h = h(dT/dh)(dR/dT), \quad (2)$$

где h - глубина погружения середины чувствительного элемента ПТС относительно поверхности воды в ампуле;

dT/dh - коэффициент гидростатического давления, приведенный в МТШ-90 и таблице 2.

$dT/dh = -0{,}73 \cdot 10^{-3}$ К/м для ТТВ, $dR/dT = R_{ттв}\, 3{,}989 \cdot 10^{-3}$ Ом/К.

Поправку ΔR_h учитывают в значениях $R_{ср}$ (0мА) для каждой ампулы Аэ(ттв) и Ак(ттв) 0-го разряда и в значениях $R_{ср}$ (1мА) для ампул Аэ(ттв) и Ак(ттв) 1-го разряда.

8.2.2.7 В результате чего получают значения сопротивления ПТС R_{cpi} (0мА) с введенными поправками на нагрев измерительным током и на гидростатическое давление воды, рассчитывают разность значений сопротивления ПТС для ампул Аэ(ттв) и Ак(ттв) 0-го разряда $\Delta Ri(0) = R_{cpi}$ (0мА)[Аэ(ттв)] – R_{cpi} (0мА)[Ак(ттв)], а также разность значений сопротивления ПТС, полученных при измерении в ампулах Аэ(ттв) и Ак(ттв) 1-го разряда $\Delta R_i = R_{cpi}$(1мА)[Аэ(ттв)] – R_{cpi}(1мА)[Ак(ттв)].

8.2.2.8 Измерения в Аэ(ттв) и Ак(ттв) повторяют не менее пяти раз (дней).

8.2.2.9 По полученным n значениям разности ΔR_j (не менее пяти) рассчитывают среднеарифметическое значение $\Delta R_{СР}$ и поправку в температурном эквиваленте по формуле

$$\Delta t\,[\text{Аэ(ттв)} - \text{Ак(ттв)}] = \Delta R_{ср}[\text{Аэ(ттв)} - \text{Ак(ттв)}] / dR/dT, \quad (3)$$

где dR/dT= 0,1 Ом/К для ПТС сопротивлением 25 Ом при 0,01 °С.

8.2.2.10 Если для поверки и калибровки Ак(ттв) 1-го разряда в качестве Аэ(ттв) используют ампулу 0-го разряда, в паспорте которой указана поправка Δt [Аэ(ттв)] относительно МТШ-90 [3], то окончательная поправка к температуре Ак(ттв) будет равна сумме двух поправок

$$\Delta t = \Delta t\,[\text{Аэ(ттв)} - \text{Ак(ттв)}] + \Delta t\,[\text{Аэ(ттв)}]. \quad (4)$$

8.3 Подготовка условий для определения поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул Ак реперных точек плавления (затвердевания) металлов, представленных на поверку, калибровку

8.3.1 Подготовка условий реализации реперных точек затвердевания металлов в ампулах Ак

8.3.1.1 На поверку и калибровку ампулы Ак реперных точек затвердевания металлов представляют либо отдельной ампулой, либо в комплекте с печью (термостатом) и руководством по эксплуатации для реализации реперной точки.

При представлении на поверку и калибровку отдельной ампулы Ак применяют аппаратуру ГПЭ или метрологического центра (лаборатории). В этом случае предварительно проверяют условия реализации реперной точки с применением ампулы Ак при её размещении в печи (термостате) ГПЭ или метрологического центра (лаборатории) при режиме реализации реперной точки, принятом для ампулы Аэ. Проверяют продолжительность процесса затвердевания металла в Ак, изменения температуры металла в течение первой половины затвердевания, градиент температуры в термометровом канале по высоте металла в Ак в период затвердевания по документам [6], [7]. Операции по проверке условий изложены в.8.3.1.3-8.3.1.7.

8.3.1.3 Ампулу Ак, подлежащую поверке и калибровке, размещают в рабочей зоне печи. В термометровый канал Ак вводят контрольный ПТС(ВТС) для измерений температуры металла.

8.3.1.4 Устанавливают значение температуры основного нагревателя, которое принято в лаборатории, проводящей поверку, калибровку, для расплава металла и его перегрева на 5 К выше температуры затвердевания. Расплавленный металл оставляют в жидком состоянии не менее 10 ч.

8.3.1.5 Переход к процессу затвердевания выполняют принятым в лаборатории для Аэ методом образования двух границ раздела твердой и жидкой фаз в соответствии с документами [6], [7]. Устанавливают принятое в лаборатории значение температуры основного нагревателя ниже температуры кристаллизации металла для образования наружной границы раздела фаз на стенках ампулы. После окончания процесса переохлаждения металла, который регистрируют контрольным ПТС(ВТС), инициируют внутреннюю границу раздела фаз на поверхности термометрового канала введением в него предназначенного для этого холодного стержня (из плавленого кварца) на время, установленное в лаборатории.

8.3.1.6 Продолжительность площадки затвердевания в Ак определяют по периоду стабилизации показаний ПТС(ВТС) на уровне десятых долей милликельвина. Для поверки, калибровки ампул 0-го и 1-го разрядов продолжительность площадки затвердевания в Ак должна быть не менее 6 ч.

Для оптимальной реализации реперных точек и приближения процесса фазового перехода в металле к термодинамически равновесному в соответствии с определением температуры реперных точек по МТШ-90 в документе [7] рекомендована продолжительность площадки затвердевания металла не менее 10 ч.

8.3.1.7 По показаниям ПТС(ВТС) определяют изменение температуры металла в течение первой половины продолжительности площадки затвердевания. Изменения температуры должны быть не более 0,1 мК для *Ga*, 0,5 мК для *In*, 0,3 мК для *Sn*, 0,5 мК для *Zn*, 0,7 мК для *Al*, 1,1 мК для *Ag*.

8.3.1.7 Во время затвердевания металла в Ак определяют изменения показаний ПТС(ВТС) при его подъеме на 3–5 см от дна канала с шагом 0,5–1 см. Изменения показаний ПТС(ВТС) должны соответствовать изменениям температуры, вызванными изменением гидростатического давления столба металла с глубиной погружения ПТС(ВТС). Коэффициенты зависимости температуры затвердевания (плавления) от гидростатического давления dT/dh , установленные в МТШ-90, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты зависимости температуры затвердевания (плавления) от гидростатического давления

Реперная точка	Гидростатическое давление dT/dh, 10^{-3} Км$^{-1}$
ТТВ	-0,73
Ga	-1,2
In	3,3
Sn	2,2
Zn	2,7
Al	1,6
Ag	5,4

Если результаты определения dT/dh более, чем в четыре раза превышают значения, приведенные в таблице 3, необходимо скорректировать задание температуры верхнего или нижнего нагревателя печи, чтобы уменьшить полученное отклонение от теоретического значения.

Таблица 3 – Значения dT/dW для реперных точек

Реперная точка	Значение dT/dW, К
Точка плавления галлия	253,01
Точка затвердевания индия	263,09
Точка затвердевания олова	269,34
Точка затвердевания цинка	286,09
Точка затвердевания алюминия	312,02
Точка затвердевания серебра	352,01

8.3.1.8 В том случае, если на поверку и калибровку представлена Ак в комплекте с печью и руководством по эксплуатации для реализации реперной точки, проверяют перечисленные в 8.3.1.5 и 8.3.1.7 условия реализации затвердевания с помощью ПТС(ВТС) при значениях установленных в руководстве по эксплуатации. Результаты проверки должны удовлетворять перечисленным в 8.3.1.5 и 8.3.1.7 условиям. Если эти условия не выполняются, необходимо корректировать значение температуры нагревателей печи.

8.3.2 Подготовка условий реализации реперной точки плавления в ампуле Ак(*Ga*)

8.3.2.1 Подлежащую поверке и калибровке ампулу Ак(*Ga*) с твердым галлием размещают в термостате, температура которого выше значения температуры плавления галлия на 3-5 К, и измеряют температуру галлия контрольным ПТС, установленным в термометровом канале ампулы Ак(*Ga*).

8.3.2.2 При приближении температуры галлия к температуре плавления образуют слой жидкого галлия вокруг канала по методике, принятой в лаборатории: с помощью нагревателя с распределенным по высоте канала нагревательным элементом, введенным в канал, и заполнением канала водой, температура которой на 10 C° – 15°С выше температуры плавления галлия.

8.3.2.3 После образования жидкого слоя галлия значение температуры в термостате уменьшают до значения не более, чем на 0,5°С выше температуры его плавления, для получения площадки плавления. С помощью контрольного ПТС регистрируют площадку плавления галлия в Ак(*Ga*), проверяют условия реализации плавления, которые должны удовлетворять условиям, приведенным в 8.3.1.5 и 8.3.1.7. В этом случае режим реализации плавления принимают для поверки и калибровки Ак(*Ga*). В противном случае необходима корректировка температуры термостата или условий образования жидкого слоя галлия вокруг термометрового канала.

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

8.4.1 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул реперных точек затвердевания металлов: Ак(*In*), Ак(*Sn*), Ак(*Zn*), Ак(*Al*), Ак(*Ag*)

8.4.1.1 Перед началом определения поправки ампула Ак с расплавленным и перегретым на 5 К металлом должна быть выдержана в печи не менее 10 ч для равномерного распределения примесей в объеме.

8.4.1.2 Значения температуры основного, верхнего и нижнего нагревателей устанавливают по результатам предварительной подготовки условий реализации реперной точки с использованием Ак. Процесс затвердевания металла проводят с образованием двух границ раздела фаз: на стенках ампулы и на термометровом канале по результатам подготовки.

8.4.1.3 Температуру затвердевания металла в Ак измеряют последовательно двумя эталонными термометрами ПТС в точках затвердевания индия, олова, цинка и алюминия и двумя ВТС в точке затвердевания серебра, используя первые

10 % -25% продолжительности площадки затвердевания металла.

8.4.1.4 Термометр ПТС(ВТС) погружают в термометровый канал и дожидаются стабилизации его показаний в течение 10-15 мин.

8.4.1.5 Выполняют не менее пяти отсчетов сопротивления термометров ПТС при значениях измерительного тока 1 и $\sqrt{2}$ мА при поверке, калибровке Ак 0-го разряда и при одном значении измерительного тока 1 мА при поверке, калибровке Ак 1-го разряда, соответственно выполняют не менее пяти отсчетов сопротивления ВТС при значениях измерительного тока 10 и $10\sqrt{2}$ мА при поверке, калибровке Ак 0-го разряда а и при одном значении измерительного тока 10 мА при поверке, калибровке Ак 1-го разряда,.

8.4.1.6 Рассчитывают среднеарифметические значения сопротивления ПТС $R_{ср}$ (1мА) и $R_{ср}$ ($\sqrt{2}$ мА) и ВТС $R_{ср}$(10мА) и $R_{ср}$ ($10\sqrt{2}$ мА) для ампул Аэ и Ак 0-го разряда и $R_{ср}$ (1мА) ПТС и $R_{ср}$ (10мА) ВТС для ампулы Ак 1-го разряда.

8.4.1.7 Результаты измерений сопротивления ПТС приводят к нулевому измерительному току $R_{ср}$ (0мА) = $2R_{ср}$ (1мА) – $R_{ср}$ ($\sqrt{2}$ мА), ВТС – $R_{ср}$ (0мА) = $2R_{ср}$ (10мА) – $R_{ср}$ ($10\sqrt{2}$ мА) для ампулы Ак 0-го разряда.

8.4.1.8 При разности глубин погружения чувствительного элемента ПТС(ВТС) относительно уровня металла в Аэ и Ак более 5 см в значения

$R_{ср}$ (0мА) и $R_{ср}$ (1мА) для ПТС и $R_{ср}$ (0мА), $R_{ср}$ (10мА) для ВТС вводят поправку ΔR_h на гидростатическое давление металла на уровне середины чувствительного элемента ПТС(ВТС), рассчитанную по формуле (2), где $dR/dT=R_{ТТВ}$* dW /dT. Коэффициенты гидростатического давления dT/dh и значения dT /dW для реперных точек приведены в таблицах 2 и 3.

8.4.1.9 После окончания измерений сопротивления ПТС в точках затвердевания индия, олова и цинка термометр извлекают из ампулы Ак и охлаждают на воздухе до комнатной температуры.

8.4.1.10 После окончания измерений сопротивления ПТС и ВТС в точках затвердевания алюминия и серебра термометр охлаждают в печи со скоростью не более 100 ^{0}С /ч до температуры (500±10) ^{0}С, затем извлекают из печи и охлаждают до комнатной температуры.

8.4.1.11 Если термометр необходимо быстро извлечь из ампулы алюминия или серебра, то термометр погружают в печь, предварительно нагретую до (675±5) ^{0}С и 980°С соответственно, для отжига, выдерживают в ней в течение 3–5 ч и охлаждают в печи со скоростью не более 100^{0}С /ч до температуры (500±10) ^{0}С, затем извлекают из печи и охлаждают до комнатной температуры.

.4.1.12 После окончания измерений сопротивления эталонных ПТС и ВТС в точках затвердевания(плавления) металлов выполняют измерения их сопротивления в ТТВ. Процедура измерения сопротивления термометров в ТТВ изложена в разделе 8.2.

8.4.1.13 Рассчитывают значения относительного сопротивления эталонных термометров $W_{рт}$ исходя из значений сопротивления термометра $R_{рт}$ в металле и $R_{ТТВ}$ в ТТВ, полученных после введения в результаты измерений поправок на нагрев измерительным током и гидростатическое давление металла и воды.

8.4.1.14 Выполняют измерения температуры реперной точки в ампуле Аэ с помощью тех же термометров ПТС(ВТС) по 8.4.1.3-8.4.1.13. Методика реализации затвердевания металла в ампуле Аэ

должна соответствовать руководству по эксплуатации на установку для реализации реперной точки, используемую в лаборатории.

8.4.1.15 Повторяют определение $W_{рт}$ поочередно для каждой из ампул (Ак и Аэ) не менее трех раз.

8.4.1.16 Определяют для каждого ПТС(ВТС) 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(ВТС)

$$\Delta W_{si} = W_{si}(\text{Аэ}) - W_{si}(\text{Ак}), \quad (5)$$

где s – номер термометра ПТС (ВТС), 1,2,3...;

i – номер площадки.

Получают не менее шести значений разности ΔW_{si}.

8.4.1.17 Рассчитывают среднеарифметическое значение разности относительных сопротивлений ΔW_{si} для двух термометров и трех площадок по формуле

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

где ΔW_{si} - разность значений относительного сопротивления s-го термометра для i-ой площадки.

Значение поправки к температуре, реализуемой с помощью Ак, относительно температуры, реализуемой Аэ, в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле

$$\Delta_{рт} = \Delta W_{ср}\frac{dT}{dW}, \quad (7)$$

где dT/dW – значения для реперных точек, которые приведены в таблице 3.

8.4.1.18 Если для поверки и калибровки Ак 1-го разряда в качестве Аэ используют ампулу 0-го разряда, в паспорте которой указана поправка Δt[Аэ] относительно МТШ-90, то окончательная поправка к значению температуры Ак будет равна сумме двух поправок

$$\Delta t = \Delta t\,[\text{Аэ - Ак}] + \Delta t\,[\text{Аэ}]. \quad (8)$$

8.4.2 Определение поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью ампул Ак(*Ga*)

8.4.2.1 Для определения поправки к значению температуры, воспроизводимому с помощью Ак(*Ga*), устанавливают температуру в термостате, определенную в процессе предварительной подготовки условий реализации и выполняют операции 8.3.2.1 – 8.3.2.3.

8.4.2.2 Температуру плавления галлия в Ак(*Ga*) и Аэ(*Ga*) измеряют последовательно двумя эталонными термометрами ПТС. Выполняют операции 8.4.1.4 – 8.4.1.9 и 8.4.1.12 – 8.4.1.18.

8.4.3 При наличии в лаборатории, проводящей поверку и калибровку ампул, двух печей (термостатов) для реализации реперной точки рекомендуется проводить одновременное сличение ампул Ак и Аэ. Это позволяет увеличить число данных для расчета $\Delta W_{ср}$, уменьшить погрешность определения и сократить время проведения поверки и калибровки.

8.4.4 При наличии в лаборатории одного эталонного термометра ПТС соответствующего разряда выполняют измерения не менее чем на 5 площадках затвердевания (плавления) в ампулах Ак и Аэ.

9 Определение СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) значения температуры реперной точки, воспроизводимого с помощью ампулы

9.1 Определение СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) значения температуры, воспроизводимого с помощью ампулы Ак(ттв)

9.1.1 СКО случайной составляющей погрешности (стандартной неопределенности по типу А) полученной поправки в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле

$$S(\Delta t_{TTB}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n}\left[(\Delta R_i - \Delta R_{cp})^2\right]}\frac{1}{\sqrt{n(n-1)}}\frac{dT}{dR}, \qquad (9)$$

где $\Delta R_i = R_i$[Аэ(ттв)] – R_i[Ак (ттв)].

9.1.2 СКО суммарной неисключенной систематической погрешности S_θ (далее - НСП) (стандартной неопределенности по типу В) полученной поправки Δt_{TTB} при использовании для измерения сопротивления ПТС одного прибора (моста и образцовых катушек сопротивления) включает три составляющих. Две составляющие представляют СКО погрешности поправок, вводимых в результаты измерений сопротивления ПТС на гидростатическое давление воды и на нагрев измерительным током, полученные в каждой из ампул Аэ и Ак. Третья составляющая НСП представляет СКО погрешности из-за влияния теплоотвода на показания ПТС в Аэ и Ак.

9.1.2.1 СКО погрешности поправки на гидростатическое давление θ_h для каждой из ампул в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле

$$\theta_h = \sqrt{\left(\frac{dT}{dh}\right)^2\frac{\theta^2(h)}{3}}, \qquad (10)$$

где $\theta(h)$ – границы погрешности определения глубины погружения h середины чувствительного элемента ПТС относительно уровня воды в Ак и Аэ.

9.1.2.2 СКО погрешности поправки на нагрев измерительным током

$\Delta R(i) = R(i\sqrt{2}) - R(i)$ в Аэ и Ак в температурном эквиваленте определяют по формуле

$$\theta_{\Delta R} = \sqrt{\theta(i)^2 + \theta(i\sqrt{2})^2}\frac{dT}{dR}, \qquad (11)$$

где $\theta(i)$ и $\theta(i\sqrt{2})$ – СКО результатов измерения сопротивления ПТС при токе 1 мА и $\sqrt{2}$ мА, соответственно в Ак и Аэ.

9.1.2.3 СКО составляющей НСП из-за влияния теплоотвода определяют исходя из результатов измерений изменения сопротивления ПТС в термометровом канале ампулы при шаге его подъема с 0,5 – 1 см на расстоянии 3–5 см относительно дна ампул в Аэ и Ак. По полученным результатам строят зависимость изменения температуры от положения чувствительного элемента термометра относительно дна термометрового канала, используя значение dR/dT, которое для ТТВ будет равно $dR/dT = 3{,}989 \cdot 10^{-3} R_{TTB}$. Строят теоретическую зависимость изменения температуры ТТВ от гидростатического давления воды dT/dh по данным МТШ-90 (таблица 2).

Оценка границ составляющей НСП из-за влияния теплоотвода $\theta_т$ для каждой из ампул Аэ и Ак соответствует отклонению температуры Δt экспериментальной зависимости от теоретической на уровне середины чувствительного элемента ПТС от дна ампулы. СКО составляющей НСП из-за влияния теплоотвода рассчитывают по формуле

$$\theta_T = \sqrt{\frac{\Delta t^2}{3}} \ . \qquad (12)$$

9.1.2.4 СКО суммарной погрешности полученной поправки Δt [Аэ(ттв) - Ак(ттв)] рассчитывают по формуле

$$S_\Sigma = \sqrt{S^2(\Delta t_{\text{ТТВ}}) + S_\theta^2(Аэ) + S_\theta^2(Ак)} \ , \qquad (13)$$

где S_θ(Аэ) и S_θ(Ак) – СКО суммарной НСП результатов измерений в Аэ и Ак, включающей в себя три составляющие, перечисленные в 9.1.2.1 -9.1.2.3, которые рассчитывают по формуле

$$S_\theta = \sqrt{\theta_\lambda^2 + \theta_{\Delta R}^2 + \theta_T^2} \ . \qquad (14)$$

9.1.2.5 СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) воспроизведения температуры ТТВ с помощью ампулы Ак(ттв) вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma Э} = \sqrt{S_\Sigma^2 + S^2(Э)} \ , \qquad (15)$$

где S(Э) – СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) воспроизведения температуры ТТВ с помощью ампулы Аэ, указанное в свидетельстве.

9.2 Определение СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) значения температуры, воспроизводимого с помощью аттестуемой ампулы Ак реперных точек плавления (затвердевания) металлов

9.2.1 СКО случайной составляющей погрешности (стандартной неопределенности типа А) полученной поправки в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле

$$S(\Delta t_{\text{рт}}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=6} \left[(\Delta W_{si} - \Delta W_{\text{ср}})^2 \right]} \frac{1}{\sqrt{30}} \cdot \frac{dT}{dW} \ , \qquad (16)$$

где ΔW_{si} - разность значений относительного сопротивления s-го термометра для i-й площадки.

$\Delta W_{\text{ср}}$ – среднеарифметическое значение разности ΔW, полученное по двум ПТС(ВТС) в результате повторения реализации реперной точки в Аэ и Ак по три раза.

9.2.2 СКО суммарной неисключенной систематической погрешности (стандартной неопределенности типа В) поправки $\Delta t_{\text{рт}}$, также как в случае СКО $\Delta t_{\text{ТТВ}}$, включает три составляющих. СКО составляющих НСП для реперной точки рассчитывают по 9.1.2.1 - 9.1.2.3, по формулам (9) – (11), используя соответствующие для реперных точек значения dT/dh и dT/dW, которые приведены в таблицах 2 и 3.

При поверке и калибровке ампул реперных точек плавления (затвердевания) металлов имеет место дополнительная составляющая НСП, определяемая погрешностью поддержания давления 101325 Па в открытой ампуле. Поскольку коэффициенты влияния давления на температуру реперной точки, приведенные в МТШ-90 для всех реперных точек малы, этой составляющей НСП можно пренебречь.

9.2.3 СКО суммарной погрешности $S_\Sigma(\Delta t_{\text{рт}})$ (суммарной стандартной неопределенности) поправки $\Delta t_{\text{рт}}$ рассчитывают с учетом СКО случайной составляющей погрешности (стандартной неопределенности типа А) определения поправки $S(\Delta t_{\text{рт}})$, СКО суммарной НСП (стандартной суммарной неопределенности типа В) измерений в Аэ и Ак (формула 13) и S_θ(Ак), а также СКО суммарной НСП (стандартной суммарной неопределенности типа В) измерений в ТТВ S_θ(ттв) по формуле

$$S_{\text{п}}(\Delta t_{\text{рт}}) = \sqrt{S^2(\Delta t_{\text{рт}}) + S_{\theta}^2(\text{Аэ}) + S_{\theta}^2(\text{Ак}) + W^2 S_{\theta}^2(\text{ТТВ})}. \quad (17)$$

9.2.4 СКО суммарной погрешности (суммарной стандартной неопределенности) воспроизведения температуры реперной точки с использованием ампулы Ак вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\text{п}}^2(\Delta t_{\text{рт}}) + S^2(\text{Э})}, \quad (18)$$

где S(Э) – СКО суммарной погрешности воспроизведения (суммарной стандартной неопределенности) температуры, воспроизводимой с помощью Аэ, указанное в её паспорте (свидетельстве).

10 Оформление результатов поверки и калибровки

10.1 При поверке на ампулы, признанные годными по соответствию полученных значений СКО воспроизведения температуры и поправки допустимым значениям для указанного разряда эталона, выдают свидетельство, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б, а при калибровке выдают сертификат о калибровке (см. приложение В).

Ампулы, значения СКО воспроизведения температуры и поправки которых не соответствуют допустимым значениям для эталона указанного разряда и требованиям настоящего стандарта, при поверке бракуют или переводят в низший разряд, при калибровке отмечают несоответствие результатов допустимым значениям в сертификате о калибровке.

10.2. В сертификате о калибровке указываются следующие данные:

- значение поправки к температуре, воспроизводимой с помощью ампулы, относительно МТШ-90;
- суммарную стандартную неопределенность воспроизведения температуры с помощью ампулы;
- условия измерений при калибровке.

10.3 По отрицательным результатам калибровки (при явном несоответствии, полученных результатов калибровки допустимым значениям поправки и суммарной стандартной неопределенности воспроизведения температуры эталона указанного разряда) выдают протокол или выписку из протокола, в котором указывают причину несоответствия.

Приложение А
(обязательное)

Требуемые параметры поверяемых, калибруемых ампул. Значения допустимых поправок и СКО воспроизведения температуры для установления разрядности ампулы

А.1 Типы ампул: открытого типа, закрытого типа,

А.2 Основные параметры:

- высота столба металла в ампуле от дна термометрового канала не менее 15 см,
- наружный диаметр ампулы, не более 55 мм,
- диаметр термометрового канала, не менее 8 мм,
- чистота металла, не менее 99,999%.

А.3 Значения СКО суммарной погрешности (стандартной неопределенности) воспроизведения температуры реперных точек ампулами рабочих эталонов 0-го и 1-го разрядов не должны превышать значений, приведенных в таблице А.1.

Таблица А.1

Реперная точка	Допустимое значение СКО суммарной погрешности	
	для ампул 0-го разряда, мК	для ампул 1-го разряда, мК
ТТВ	0,2	0,5
Ga	0,2	0,6
In	0,5	2,0
Sn	1,0	2,0
Zn	2,0	5,0
Al	5,0	10,0
Ag	10,0	30,0

А.4 Значения допустимых поправок к значениям температуры реперных точек, воспроизводимых с помощью ампул рабочих эталонов 0-го и 1-го разрядов, относительно значений температуры реперных точек по МТШ-90, не должны превышать значений, приведенных в таблице А.2.

Таблица А.2

Реперная точка	Значение допустимой поправки	
	для ампул 0-го разряда, мК	для ампул 1-го разряда, мК
ТТВ	±0,2	±0,5
Ga	±1,0	±1,0
In	±3,0	±2,0
Sn	±5,0	±10,0
Zn	±10,0	±20,0
Al	±20,0	±50,0
Ag	±50,0	±100,0

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма свидетельства о поверке ампулы

_____

(наименование организации, проводящей аттестацию)

СВИДЕТЕЛЬСТВО №_____

О ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКЕ

АМПУЛЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕПЕРНОЙ ТОЧКИ .....

Ампула типа _____ №_____, представленная организацией _____,

предназначенная для _____,

поверена по температуре по эталонным приборам _____

_____

По результатам поверки ампула допускается к применению в качестве

ЭТАЛОННОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ (1-го) РАЗРЯДА по ГОСТ 8.558-2009

и подлежит периодической поверке не реже 1 раза в (2) год(а).

Срок действия свидетельства ————————————————

Руководитель подразделения,

проводившего поверку _____ _____

подпись инициалы, фамилия

Печать

Оборотная сторона свидетельства

1 Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды, °С

Относительная влажность, %

Давление, Па

2 При проведении поверки применялись эталонные средства измерений (ЭСИ):

3 Проведение операций и процедур поверки

4 Определение метрологических характеристик ампулы

Поверку проводил(а) _____ _____
подпись инициалы, фамилия
Дата "_____" _____ 20___г.

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма свидетельства о калибровке ампулы

_____

(наименование организации, проводящей калибровку)

СЕРТИФИКАТ КАЛИБРОВКИ

Calibration certificate
№_____

RU 01 № _____

Дата калибровки
Date when calibrated

Страница 1 Из 2
Page of

Объект калибровки
Item calibrated

Ампула типа _____ ***серийный №***_____

Заказчик
Customer

_____

Метод калибровки
Method of calibration

Сличение с помощью эталонного платинового термометра с эталонной ампулой более высокого разряда

Все измерения имеют прослеживаемость к единицам Международной системы СИ, которые воспроизводятся национальными эталонам НМИ.
В сертификате приведены результаты калибровки согласующиеся с возможностями, содержащимися в приложении С соглашения MRA, разработанном МКМВ. В рамках MRA все участвующие НМИ взаимно признают действительность своих сертификатов калибровки и измерений в отношении измеренных значений, диапазонов и неопределенностей измерений, указанных в приложении С (подробности см. http://www.bipm.org). Настоящий сертификат может быть воспроизведен только полностью. Любая публикация или частичное воспроизведение содержания сертификата возможны с письменного разрешения НМИ, выдавшего сертификат.

All measurements are traceable to the SI units which are realized by national measurement standards of NMI.
This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating NMIs recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org). This certificate shall not be reproduced, except in full. Any publication extracts from the calibration certificate requires written approval of the issuing NMI.

Утверждающая подпись
Authorising signature

Дата выдачи
Date of issue

Оборотная сторона сертификата калибровки

Номер сертификата
Certificate number

Страница Page Из of

Калибровка выполнена с помощью Calibration is performed by using ***рабочего эталона единицы температуры №_____***

Прослеживаемость результатов измерений – к государственному первичному эталону единицы температуры по ГОСТ 8.558-2009.

Условия калибровки:
Calibration conditions:
Температура окружающего воздуха, °С
Атмосферное давление, Па
Относительная влажность, %

Результаты калибровки, включая неопределенность:

Дополнительная информация
Additional information

Калибровку проводил(а)_____ _____
подпись инициалы, фамилия

Дата "_____" _____ 20__г.

Библиография

[1] Р РСК 002– 2006 — Рекомендации по калибровке. Основные требования к методикам калибровки, применяемые в Российской системе калибровки

[2] СК 01-241-0045-Т — Методика калибровки. Ампулы для реализации основных реперных точек МТШ–90 выше 0 °С. ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева», 2010

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

[4] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 13 января 2003 г. № 6. Зарегистрированы Минюстом Российской Федерации 22.01.2003 г., рег. № 4145

[5] ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0– 03.150–00 — Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 27.12.2000 г. № 163. Постановление Министерства труда Российской Федерации от 05.01.2001 г. № 3

[6] Документ Консультативного комитета по термометрии МКМВ «Дополнительная информация для Международной температурной шкалы 1990» («Supplementary Information for International Temperature Scale of 1990, Paviillon de Breteuil, Serves. Bureau International des Poids et Messure», 1990)

[7] Документ Консультативного комитета по термометрии МКМВ, «Оптимальные методы реализации основных реперных точек МТШ-90 для контактной термометрии» (Optimal realization of the defining fixed points of the ITS-90 that are used for contact thermometry, Document CCT/2000-13, submitted to the 20th Meeting of the Comite Consultatif de Thermometrie, 2000)

УДК 536.5.081.086:006.354 ОКС 17.200.20

Ключевые слова: Термометрия, контактные методы измерений, реперные точки температурной шкалы, ампулы для реализации реперных точек, разрядные эталоны, поверка, калибровка

Подписано в печать 01.08.2014. Формат 60х84 1/8.
Усл. печ. л. 2,33. Тираж 47 экз. Зак. 2896.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru