***УТВЕРЖДАЮ***

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.В. Балаханов

«19» 09 2011 г.

***Инструкция***

# Термометры сопротивления платиновые вибропрочные ПТСВ

***Методика поверки***

**КРЦМ.408717.020МП**

**г.п. Менделеево**
**2011**

# 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на термометры сопротивления платиновые вибропрочные ПТСВ, предназначенные для измерений температуры в диапазоне от минус 260 до 660 °С, перечисленные в таблице 1.1 (далее – термометры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками 1 год для термометров 1-го и 2-го разрядов и термометров 3-го разряда с диапазоном измерений от плюс 200 до 660 °С и два года для термометров 3-го разряда с диапазоном измерений от минус 260 до 200 °С.

1.3 Термометры состоят из первичного термопреобразователя – чувствительного элемента (ЧЭПТ) и защитного корпуса.

1.4 По настоящей методике поверки допускается поверять ЧЭПТ отдельно.

1.5 Модификации термометра, разряд (класс), диапазоны измерений и значения относительного сопротивления при температурах плавления галлия ($W_{Ga}$), тройной точки ртути ($W_{Hg}$), при температуре 100 °С ($W_{100}$) приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики

| Модификация и вид исполнения | Разряд | Обозначение | Диапазон измерений температуры, °С | $W_{TПGa}$, не менее | $W_{TTHg}$, не более | $W_{100}$, не менее |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ПТСВ-1-2 | 2 | КРЦМ.408717.020 | Минус 50...450 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-1-3 | 3 | | Минус 50...450 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-2-1 | 1 | КРЦМ.408717.030 | Минус 200...100 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-2-2 | 2 | | Минус 200...200 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПСТВ-2-3 | 3 | | Минус 260..660 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-2К-1 | 1 | КРЦМ.408717.035 | Минус 60...60 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-2К-2 | 2 | | Минус 260..200 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-2К-3 | 3 | | Минус 260..660 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-3-3 | 3 | КРЦМ.408717.036 | Минус 50...500 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-4-2 | 2 | КРЦМ.408717.037 | Минус 50...232 | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-4-3 | 3 | | | 1,11795 | 0,844235 | 1,3924 |
| ПТСВ-5-3 | 3 | КРЦМ.408717.038 | Минус 50...250 | 1,11750 | 0,844990 | 1,3908 |

Примечания: 1 $W_{TПGa}$ - относительное сопротивление термометра в точке плавления галлия.

2 $W_{TTHg}$ - относительное сопротивление термометра в тройной точке ртути.

3 $W_{100}$ - относительное сопротивление термометра при температуре 100 °С.

4 По требованию потребителя указанные модификации термометров могут быть изготовлены с рабочими диапазонами измеряемых температур, находящимися внутри приведенных выше диапазонов.

5 По требованию потребителя чувствительные элементы ЧЭПТ термометров могут поставляться отдельно. В этом случае, значение относительного сопротивления ЧЭПТ, в зависимости от модификации должно соответствовать значению W100, указанному в таблице 1.

6 По согласованию с заказчиком допускается изготовление термометров 3-го разряда с ЧЭПТ, имеющими W100=1,3850 ± 0,0005.

1.6.3 Доверительная погрешность термометров при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне измерений не должна быть более значений, приведенных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Основные метрологические характеристики

| Диапазон измерений температуры, °С | Доверительная погрешность термометров при доверительной вероятности 0,95, °С, не более | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Модификация и вид исполнения термометра | | | | | | | | | |
| | ПТСВ -1-2 | ПТСВ -1-3 | ПТСВ -2-1 | ПТСВ -2К-1 | ПТСВ -2-2, ПТСВ -2К-2 | ПТСВ -2-3, ПТСВ -2К-3 | ПТСВ -3-3 | ПТСВ -4-2 | ПТСВ -4-3 | ПТСВ -5-3 |
| Минус 260...0 | - | - | 0,005 | - | 0,03 | 0,05 | - | - | - | - |
| Минус 60...0 | - | - | 0,003 | 0,003 | 0,02 | 0,03 | - | - | - | - |
| Минус 50...0 | 0,02 | 0,03 | 0,003 | 0,003 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| 0...30 | 0,01 | 0,02 | 0,002 | 0,002 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| 30...60 | 0,02 | 0,03 | 0,002 | 0,002 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| 30...100 | 0,02 | 0,03 | 0,005 | - | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| 30...156 | 0,02 | 0,03 | - | - | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| 156...232 | 0,02 | 0,04 | - | - | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,04 |
| 232...420 | 0,02 | 0,04 | - | - | - | 0,04 | 0,04 | - | - | - |
| 420...450 | 0,02 | 0,05 | - | - | - | 0,05 | 0,05 | - | - | - |
| 450...500 | - | - | - | - | - | 0,07 | 0,07 | - | - | - |
| 500...660 | - | - | - | - | - | 0,09 | - | - | - | - |

1.7 Термометры с добавлением в шифре модификации индекса «Р» (например: ПТСВ-2К-3Р) имеют индивидуальную градуировку и $W100 \geq 1,3850$.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, указанных термометров ± (0,1 + 0,0017|t|), где |t|- абсолютное значение температуры, °С, без учета знака.

1.8 Номинальное сопротивление термометра и чувствительного элемента ЧЭПТ при температуре тройной точки воды (RTTB) соответствует одному из значений из ряда: 10; 25; 50; 100 Ом.

1.9 Пределы относительной погрешности измерений допускаемого отклонения номинального сопротивления, указанного в п. 1.8, RTTB ± 2,0 %.

1.10 Сила измерительного тока термометров (1 ± 0,1) мА.

1.11 Поверка термометров ПТСВ 1-го разряда проводится согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Для модификации термометров ПТСВ-2К 1-го разряда поверка проводится путем градуировки в тройной точке воды, тройной точке ртути, точке плавления галлия.

1.12 Поверка термометров ПТСВ 2-го и 3-го разряда заключается в проверке сопротивления изоляции и измерении электрического сопротивления термометра при температурах рабочего диапазона с целью определения градуировочной характеристики, нестабильности и доверительной погрешности термометра. Определение градуировочной характеристики, нестабильности и доверительной погрешности термометра проводится методом сличения показаний поверяемого термометра с эталонным термометром 1-го разряда в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона поверяемого термометра, и определения сопротивления термометра в тройной точке воды и при температуре плавления галлия (или тройной точки ртути).

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Обязательность проведения операций при | |
|---|---|---|---|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр и опробование | 8.1 | Да | Да |
| 2 Проверка электрического сопротивления изоляции | 8.2 | Да | Да |
| 3 Определение метрологических характеристик термометров | 8.3 | Да | Да |
| 3.1 Определение нестабильности | 8.3.1 | Да | Да |
| 3.2 Определение относительного сопротивления в точке плавления галлия или тройной точке ртути | 8.3.2 | Да | Да |
| 3.3 Определение градуировочной характеристики | 8.3.3 | Да | Да |
| 3.4 Определение доверительной погрешности | 8.3.4 | Да | Да |

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и оборудование, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Средства измерений и оборудование

| Рекомендуемые СИ и испытательное оборудование | Основные технические характеристики |
|---|---|
| 1Термометр сопротивления платиновый эталонный (образцовый) ПТС-10М (Рег. № 11804-99) | Диапазон (0…660) °С<br>Пределы абсолютной погрешности воспроизведения температуры:<br>± (0,001…0,008) °С |
| 2Термометр сопротивления платиновый низкотемпературный эталонный ТСПН-5В (Рег. № 11567-88) | Диапазон (минус 260…30) °С<br>Пределы абсолютной погрешности воспроизведения температуры:<br>± 0,002°С |
| 3 Калибратор температуры эталонный ЭЛЕМЕР-КТ-650 (Рег. № 45032-10) | Диапазон (50…650) °С<br>Нестабильность температуры не более 0,005 К за 20 мин.<br>Градиент 0,0025 К /см |
| 4 Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (Рег. № 33744-07) | Диапазон (минус 75…300) °С<br>Нестабильность температуры не более ±0,005 °С. Градиент 0,02°С/м |
| 5 Аппаратура и вспомогательное оборудование государственного первичного эталона единицы температуры – кельвина в диапазоне 0,3 - 273,16 К ( ГЭТ 35-2010 ) | Диапазон (минус 260…30) °С<br>Пределы абсолютной погрешности воспроизведения температуры:<br>± 0,002°С |
| Примечание - Допускается применение других средств измерений и испытательного оборудования, обеспечивающих необходимые основные параметры и характеристики . | |

3.2 При поверке допускается применять другие средства поверки, не уступающие по техническим и метрологическим характеристикам средствам, указанным в п. 3.1.

3.3 Все средства и оборудование, используемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке и быть аттестованы.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЯ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификацию инженера, ознакомленные с эксплуатационными документами на термометры ПТСВ.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 К работе с термометрами допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности при работе с термометрами, изучившие эксплуатационные документы на термометр.

5.2 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных Гостехнадзором.

Требования безопасности при проверке сопротивления изоляции - в соответствии с ГОСТ 12997-84 и ГОСТ 12.3.019-80.

5.3 При проведении поверки необходимо также соблюдать меры безопасности, изложенные в НТД на поверяемый прибор и средства поверки.

5.4 При работе с термометром, с использованием ожиженных газов, необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты (очки и перчатки) и соблюдать осторожность, так как попадание жидких газов на незащищенные участки кожного покрова и слизистые оболочки приводит к тяжелым обморожениям.

5.5 При работе с термометром запрещается прикасаться к нагретым и охлажденным его частям, имеющим температуру выше 50 °С и ниже минус 30 °С во избежание получения ожогов и обморожений, а также запрещается помещать нагретые термометры на легковоспламеняющуюся поверхность во избежание возгораний.

5.6 При проведении поверки средства поверки должны быть надежно заземлены. Сопротивление заземления не должно превышать 0,1 Ом.

5.7 Все работы по обслуживанию и ремонту термометра проводить только при достижении всеми его частями температуры (25±15) °С.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены (если не оговаривается отдельно) следующие условия:

| | |
|---|---|
| температура окружающего воздуха, °С | 20±2,5; |
| относительная влажность окружающего воздуха, % | от 30 до 80; |
| атмосферное давление, кПа; | (101,3±10) |
| номинальное напряжение питания, В | 220 ± 5; |

отсутствие внешних электрических и магнитных полей;

отсутствие вибрации.

6.2 Операции, производимые со средствами поверки и с поверяемыми термометрами должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Средства поверки и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке, должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 6.

7.3 Протереть погружаемые части термометра ректифицированным техническим спиртом (ГОСТ 18300).

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр и опробование

8.1.1 Комплектность, упаковка, маркировка и габаритные размеры термометра должны соответствовать требованиям нормативной документации на термометры.

Корпус термометра не должен иметь механических повреждений и дефектов.

8.1.2 В комплект эксплуатационной документации должны входить паспорт термометра ПТСВ с отметкой ОТК и свидетельство о предыдущей поверке (при периодической поверке).

8.1.3 Опробование заключается в проверке целостности электрических цепей термометра. Опробование электрической схемы проводят с помощью прибора комбинированного Ц 4312.

Нарушения электрической цепи термометра не допускаются.

8.1.4 Термометры, не удовлетворяющие требованиям, изложенным выше, дальнейшим операциям поверки не подвергают.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции термометра

8.2.1 Проверку проводят при температуре (20±5) °С и относительной влажности воздуха (60±15) % с помощью мегомметра с напряжением от 10 до 100 В.

Электрическое сопротивление изоляции между выводами и корпусом термометра должно быть не менее 100 МОм. В противном случае термометр бракуется.

8.3 Определение метрологических характеристик термометров

8.3.1 Определение нестабильности

При первичной поверке нестабильность термометров определяют в следующем порядке.

8.3.1.1 Проводят измерение сопротивления термометра в тройной точке воды (Rттв).

Ампула тройной точки воды должна быть предварительно подготовлена к работе согласно технической документации на данный прибор.

Термометр предварительно погружают в сосуд Дьюара с водо-ледяной смесью при температуре 0 °С и выдерживают там не менее 15 мин. Затем термометр извлекают из термостата, погружают в канал ампулы тройной точки воды и через 15 мин начинают измерения. За результат измерения сопротивления термометра ($R_{ттв1}$) принимают среднее арифметическое из результатов пяти отсчетов.

Полученное значение сопротивление термометра $R_{ттв1}$ не должно отличаться от номинального более чем на 2,0 %.

П р и м е ч а н и е – Термометры модификации ПТСВ-2 перед измерениями в тройной точке воды и жидкостных термостатах помещают во влагозащитные гильзы.

8.3.1.2 После проверки $R_{ттв1}$ термометры помещают в печь или калибратор температуры при температуре верхнего предела рабочего диапазона измерения согласно таблице 1.1. Допускаемое отклонение температуры печи от верхнего предела рабочего диапазона термометра ±5 °С. После выдержки при этой температуре в течение 5 ч, термометры помещают на 0,5 ч в среду с нормальной температурой (см. п. 6.1) и затем повторно измеряют сопротивление в тройной точке воды ($R_{ттв.2}$)

Для термометров модификации ПТСВ-2 проводят также проверку после воздействия температуры минус 200 °С. Для этого термометры помещают в ванну с жидким азотом под

атмосферным давлением (или в устройство реализации температуры тройной точки аргона) и после выдержки в течение 5 ч. при указанном температурном состоянии, термометры выдерживают при нормальной температуре в течение не менее 0,5 ч и затем измеряют $R_{ттв3}$.

8.3.1.3 Значения разности сопротивлений термометра $\Delta R_{ттв2} = R_{ттв1} - R_{ттв2}$ (для модификации ПТСВ-2 и разности сопротивлений $\Delta R_{ттв3} = R_{ттв1} - R_{ттв3}$) не должны быть более 0,002, 004°С и 0,007°С, в температурном эквиваленте, для термометров 1-го, 2-го и 3-го разрядов соответственно.

П р и м е ч а н и е – Значения $\Delta R_{ттв}$ в температурном эквиваленте определяются по выражению $\Delta R_{ттв}$ / $(dR/dT)_{ттв}$, где $(dR/dT)_{ттв}$ при температуре тройной точки воды составляет: 0,04, 0,1, 0,4 Ом/ °С для термометров ПТСВ номиналами 10, 25, 100 Ом соответственно.

8.3.1.4 При периодической поверке нестабильность термометров определяют в следующем порядке.

1) Измеряют сопротивление термометра в тройной точке воды ($R_{ттв1}$) в соответствии с п. 8.3.1.1.
2) Вычисляют разность между значением сопротивления термометра $R_{ттвп}$, приведенным в свидетельстве о предыдущей поверке, и Rттв1 в температурном эквиваленте, согласно п. 8.3.1.3.

Значения разности сопротивлений термометра $\Delta R_{ттв} = R_{ттвп} - R_{ттв1}$ не должны быть более 0,002 °С, 0,003 °С и 0,005 °С, в температурном эквиваленте, для термометров 1-го, 2-го и 3-го разрядов соответственно.

Если разность превышает указанные значения, то определяют нестабильность по п.п. 8.3.1.2, 8.3.1.3.

8.3.1.5 Термометры, не удовлетворяющие требованиям нестабильности, бракуют или их разряд переводят в более низкий.

8.3.2 Определение относительного сопротивления

8.3.2.1 Относительное сопротивление термометра в точке плавления галлия $W_{Ga}$ или тройной точке ртути $W_{Hg}$ определяют при первичной поверке перед градуировкой термометра в соответствии с ГОСТ Р 8.571-98 п.п.9.7.2-9.7.5.

8.3.2.2 После определения значения сопротивления термометра в реперной точке галлия $R_{Ga}$ (ртути $R_{Hg}$ ), определяют значение сопротивления термометра в тройной точке воды в соответствии с п. 8.3.1.1.

Рассчитывают относительное сопротивление термометра в точке плавления галлия $W_{Ga}$ (тройной точке ртути $W_{Hg}$) по формулам:

$$W_{Ga} = R_{Ga} / R_{ттв}, \quad (8.1) \text{ или}$$

$$W_{Hg} = R_{Hg} / R_{ттв}. \quad (8.2)$$

Значение относительного сопротивления термометра $W_{Ga}$, $W_{Hg}$ должно быть не менее значений, приведенных в таблице 1.1.

П р и м е ч а н и е - Сопротивление термометров модификации ПТСВ-2 в точке плавления галлия (или тройной точке ртути ) и в тройной точке воды измеряют, помещая термометры во влагозащитные гильзы.

8.3.2.3 Допускается, если точка плавления галлия и тройная точка ртути входят в набор точек градуировки, определение относительных сопротивлений осуществлять во время проведения цикла градуировки.

8.3.2.4 Допускается заменить определение относительного сопротивления термометра в точке плавления галлия и тройной точке ртути на определение относительного сопротивления термометра при температуре 100 °С $W_{100}$.

Значение $W_{100}$ определяют расчетным методом после проведения цикла градуировки. Расчет значения $W_{100}$ должен проводится по методике, изложенной в ГОСТ Р 8.571-98 Приложение Б.2.

Полученное значение относительного сопротивления $W_{100}$ должно быть не менее значений, приведенных в таблице 1.1.

8.3.3 Определение градуировочной характеристики

Градуировочная характеристика термометра представляет собой функцию ΔW(W) или W(T), где ΔW (T) – функция отклонения относительного сопротивления термометра W (T) от стандартной функции МТШ-90 Wr(T).

Градуировку термометров ПТСВ 1-го разряда для соответствующего рабочего диапазона температур проводят согласно ГОСТ Р 8.571-98 (см. п. 1.12). Для модификации ПТСВ-2К 1-го разряда поверка проводится путем градуировки в тройной точке воды, тройной точке ртути, точке плавления галлия.

Градуировку термометров ПТСВ 2-го и 3-го разряда проводят методом сличения градуируемого термометра с эталонным термометром в устройствах реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого термометра и градуировкой в тройной точке воды.

П р и м е ч а н и е - Допускается проводить градуировку термометров ПТСВ 3-го разряда в соответствующем рабочем диапазоне температур согласно ГОСТ Р 8.571-98.

8.3.3.1 Градуировка термометров ПТСВ ниже 0°С

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 8.1.

Градуировка термометров ПТСВ 1-го разряда проводится согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Для модификации ПТСВ-2К 1-го разряда поверка проводится путем градуировки в тройной точке воды, тройной точке ртути, точке плавления галлия.

Градуировку термометров ПТСВ 2-го и 3-го разрядов в диапазонах температур ниже 0 °С проводят методом сличения градуируемого термометра с рабочим эталоном в устройствах реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого термометра и методом калибровки непосредственно в тройной точке воды (ттв).

Таблица 8.1

| Диапазон измерений температуры ПТСВ | Поверяемые точки |
|---|---|
| минус 60 (50) °С…0 °С | ттв, минус 60 (50)°С (или ттр), ттв |
| минус 200 °С…0 °С | ттв, минус 200 °С (или тта), ттв |

П р и м е ч а н и е – В таблице 8.1 использованы обозначения: ттв – тройная точка воды, ттр – тройная точка ртути, тта – тройная точка аргона.

Градуировку термометров ПТСВ 2-го и 3-го разрядов в диапазонах температур ниже 0 °С проводят методом сличения градуируемого термометра с рабочим эталоном в устройствах реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого термометра и методом калибровки непосредственно в тройной точке воды (ттв).

а) Диапазон минус 60 °С…0 °С

Измеряют сопротивление термометра в ттв ($R_{ттв1}$) согласно методике п. 8.3.1.1.

Для градуировки термометров модификаций ПТСВ-1, ПТСВ-2, ПТСВ-3, ПТСВ-4, ПТСВ-5 2-го и 3-го разрядов их вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата при температуре, соответствующей границе рабочего диапазона (минус 60±1 °С). Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометра проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышают 0,01 °С.

Проводят не менее 5-ти парных последовательных измерений сопротивлений для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти измерений.

Затем повторно измеряют сопротивление термометра в ттв ($R_{ттв2}$).

Используя среднее арифметическое значение сопротивления термометра в тройной точке воды ($R_{ттв1} + R_{ттв2}$) / 2, рассчитывают среднее арифметическое значение относительное сопротивление градуируемого термометра (W) при данной температуре.

Рассчитывают среднее арифметическое значение относительного сопротивления эталонного термометра при этой же температуре и по его паспорту определяют соответствующее значение Wr(T) стандартной функции МТШ-90.

Используя полученные значения Wr и W, рассчитывают $\Delta W = W - Wr$.

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 ( Приложение Б, п. Б.2) рассчитывают градуировочную характеристику термометра $\Delta W(W)$ или W(T).

П р и м е ч а н и е – Допускается заменить измерения сопротивления градуируемого термометра в жидкостном термостате при температуре минус 60 (50) °С измерениями в устройстве реализации тройной точке ртути - реперной точки МТШ-90.

б) Диапазон минус 260 ˚С…0 ˚С

При градуировке термометров модификаций ПТСВ-2 используется методика ГОСТ Р 8.571-98 (пп. 9.8.4, 9.8.5, 9.8.6, 9.8.7, 9.8.10) для термометров типа ТСПН и ПТС.

По результатам измерений сопротивлений градуируемого и эталонного термометров при температуре азотной ванны (минус 196,1±0,5) °С и результатам измерений сопротивления градуируемого термометра в тройной точке воды рассчитывают для этой температуры средние арифметические значения W, Wr, $\Delta W$ градуируемого термометра, согласно методике ГОСТ Р 8.571-98 п.п.10.2.15, 10.2.16, 10.2.17.

Далее по методике ГОСТ Р 8.571-98 ( Приложение Б, п. Б.2) рассчитывают градуировочную характеристику термометра $\Delta W(W)$ или W(T).

Градуировка и расчет температурной зависимости термометров от минус 260 °С проводится в соответствии с Положением о МТШ-90 для области от минус 260 до 0 °С.

8.3.3.2 Градуировка термометров ПТСВ выше 0°С

Градуировка термометров ПТСВ 1-го разряда проводится согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Для модификаций ПТСВ-2-1 и ПТСВ-2К 1-го разряда поверка проводится путем градуировки в тройной точке воды, точке плавления галлия.

Градуировку термометров ПТСВ 2-го и 3-го разряда в диапазонах температур выше 0 °С проводят методом сличения градуируемого термометра с рабочим эталоном в устройствах реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого термометра и методом калибровки непосредственно в тройной точке воды (ттв).

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 8.2.

Таблица 8.2

| Диапазон измерений температуры ПТСВ | Поверяемые точки, ˚С |
|---|---|
| 0 ˚С …100 (60) ˚С | ттв, 60 (или тпг), ттв |
| 0 ˚С …156 ˚С | ттв, 156, ттв |
| 0 ˚С …200 ˚С | ттв, 156, 200 (или 232), ттв |
| 0 ˚С …232 ˚С | ттв, 156, 232, ттв |
| 0 ˚С …250˚С | ттв, 156, 232, ттв |

| Диапазон измерений температуры ПТСВ | Поверяемые точки, °С |
|---|---|
| 0 °С …420 °С | ттв, 232, 420, ттв |
| 0 °С …500 °С | ттв, 232, 420, 500, ттв |
| 0 °С …660 °С | ттв, 232, 420, 660,ттв |

Сопротивление градуируемого термометра в ттв измеряют также как для диапазона температур ниже 0 °С ($R_{ттв1}$ и $R_{ттв2}$). При измерениях в других точках температуры градуировки не должны отличаться от указанных в таблице 8.2 более чем на ±2°С.

Для градуировки термометров ПТСВ их вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата или печи и при температурах, соответствующих приведенным в таблице 8.2, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого термометров. Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометров проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышают 0,01 °С. Проводят не менее 5-ти отсчетов для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти отсчетов.

По результатам измерений рассчитывают значение относительного сопротивления градуируемого термометра (W) при данной температуре.

Рассчитывают также значение относительное сопротивление эталонного термометра при этой же температуре и по его паспорту определяют соответствующее значение Wr(T) стандартной функции МТШ-90.

Используя полученные значения Wr и W, рассчитывают $\Delta W = W - Wr$ для градуируемого термометра.

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение А, п. Б.2), используя полученные значения ΔW, Wr и W, рассчитывают градуировочную характеристику термометра ΔW(W) или W(T).

8.3.3.3 Для диапазона температур включающего в себя температуры ниже и выше 0 °С по результатам градуировки вычисляются коэффициенты функции отклонения от стандартной:

$$\Delta W = a(W-1) + в(W-1)^2 + c(W-1)^3, \qquad (8.3)$$

где коэффициент «а» вычисляется из результатов градуировки ниже 0 °С, а коэффициенты «в» и «с» из результатов градуировки выше 0 °С (для модификации термометра ПТСВ-2 коэффициент «с» равен 0.

Допускается градуировку термометров ПТСВ 2-го и 3-го разрядов проводить в устройствах для реализации реперных точек, соответствующих температурам указанным в таблицах 8.1 и 8.2 согласно ГОСТ Р 8.571-98.

П р и м е ч а н и е – При градуировке термометра на область температур ниже и выше 0 °С, допускается вторую серию измерений по определению сопротивления термометра в ттв ($R_{ттв2}$) проводить по окончании измерений сопротивления градуируемого термометра при всех остальных температурах.

8.3.4 Определение доверительной погрешности

8.3.4.1 Доверительную погрешность поверяемого термометра 1-го разряда при доверительной вероятности 0,95 определяют по методике ГОСТ Р 8.571-98 (п.п. 10.1.1 – 10.1.6).

Расчетные значения доверительной погрешности не должны быть более значений, указанных в таблице 1.2.

8.3.4.2 Для определения доверительной погрешности термометра 2-го и 3-го разрядов проводят измерения методом сличения показаний поверяемого термометра и эталонного термометра (не ниже 1-ого разряда) в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона, по методике, изложенной в п.п. 8.3.3.1 и 8.3.3.2.

Измерения для термометров ПТСВ проводят при температурах, указанных в таблице 8.3, в соответствии с рабочим диапазоном термометра.

Таблица 8.3

| Диапазон измерений температуры ПТСВ | Температура, °С | Допускаемые значения разности температур $\Delta T = \lvert Тп-Тэ \rvert$, не более, °С | |
|---|---|---|---|
| | | 3-ий разряд | 2-ой разряд |
| Минус 60 (0 °С) ...60 °С | 40 | 0,02 | 0,01 |
| Минус 50 (0 °С) ...156 °С | 80 | 0,025 | 0,02 |
| Минус 200 (0 °С)...200 °С | 100 (или минус 100) | 0,025 при 100 °С;<br>0,03 при минус 100 °С | 0,015 при 100 °С;<br>0,02 при минус 100 °С |
| Минус 50 (0 °С) ...232 °С | 175 | 0,03 | 0,015 |
| Минус 50 (0 °С) ...250°С | 175 | 0,03 | 0,015 |
| Минус 50 (0 °С) ...420 °С | 300 | 0,03 | 0,015 |
| Минус 50 (0 °С) ...500 °С | 320 (300) | 0,03 | - |
| Минус 0 °С ...660 °С | 320 (450) | 0,04 | - |

При измерениях термометры ПТСВ вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата (криостата) или калибратора и при температурах, соответствующих приведенным в таблице 8.3, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого термометров. Значения температур, в которых проводятся измерения сопротивления, не должны отличаться от указанных в таблице 8.3 более, чем на ±2 °С.

Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометров проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышают 0,005 °С. Проводят не менее 5-ти отсчетов для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти отсчетов.

По результатам измерений рассчитывают значение относительного сопротивления поверяемого термометра (Wп) при данной температуре.

Затем находят, используя полученную ранее градуировочную характеристику поверяемого термометра (см. п.п.8.3.3.3, 8.3.3.2, 8.3.3.1), значение температуры (Тп), соответствующее Wп.

Рассчитывают также значение относительное сопротивление эталонного термометра (Wэ) при этой же температуре. По паспорту (градуировочной характеристике) для эталонного термометра определяют соответствующее значение температуры (Тэ).

Разность значений температуры по показаниям двух термометров $\Delta T = \lvert Тп-Тэ \rvert$ не должна превышать значений, приведенных в таблице 8.3.

Примечание – Измерения по п.8.3.4.2 допускается совмещать с операциями по градуировке термометров ПТСВ выше 0 °С по п.8.3.3.2.

8.3.4.3 Если термометр не удовлетворяет требованиям таблицы 8.3 (для термометров 1-го разряда таблиц 8 и 9 ГОСТ Р 8.571-98) для соответствующих рабочих диапазонов температур), то его переводят в более низкий разряд или бракуют.

Если термометр 3-го разряда не удовлетворяет требованиям таблицы 8.3, по допускаемым значениям разности температур, то его переводят в разряд РСИ в соответствии с ГОСТ 8.558-93 или бракуют.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки данные поверки ПТСВ заносят в таблицу 7 с.16 РЭ.

9.2 Положительные результаты поверки термометров оформляют свидетельством о поверке установленной формы по ПР 50.2.006-94 или отметкой в паспорте.

В свидетельство должны быть включены следующие данные:

- наименование средства измерения и обозначение его типа;
- заводской номер;
- изготовитель и год изготовления;
- диапазон градуировки термометра;
- разряд эталонного средства измерения, или значение погрешности в случае перевода в разряд РСИ по п.8.3.4.3.
- значение измерительного тока, при котором определяли градуировочные характеристики;
- значения температур градуировки и соответствующие им значения функции отклонения относительного сопротивления по МТШ-90;
- дата поверки;
- указание срока проведения следующей поверки;
- наименование владельца термометра;
- градуировочная характеристика термометра по МТШ-90 в виде полинома функции $\Delta W(T)$, или таблицы функции $\Delta W(W)$, или таблицы функции $W(T)$;
- оттиск поверительного клейма, в соответствии с ПР 50.2.006.-94 или печати поверяющей организации.

9.3 Отрицательные результаты поверки термометров оформляют извещением о непригодности, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, а термометры не допускают к применению.

Начальник лаборатории 310
ФГУП «ВНИИФТРИ» П.Ю. Знатков