ВНИИМС

Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

119361, г.Москва, ул. Озерная, 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

_____ А.Е. Коломин
«31» 01 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы температуры КТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-002-2022

г. Москва
2022

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на калибраторы температуры КТ (далее по тексту – калибраторы, приборы или СИ), изготавливаемые ООО «ИзТех».

Калибраторы температуры КТ предназначены для воспроизведения заданной температуры.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки калибраторов.

Поверяемые средства измерений должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К», ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

1 Перечень операций поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	8	Да	Нет
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры	9.1	Да	Да
Определение нестабильности поддержания температуры	9.2	Да	Да
Определение разности воспроизводимых температур в каналах одного диаметра	9.3	Да	Нет
Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны	9.4	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

1.2 Допускается проводить поверку в диапазонах воспроизводимых температур, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона воспроизводимых температур используемого калибратора (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

В случае использования калибратора для воспроизведения одного значения температуры поверка проводится для 3-х температурных точек: значения температуры при требуемой воспроизводимой температурной точке, а также значений на 10 °С выше и ниже требуемой температурной точки (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

2.1 При проведении поверки приборов применяют средства измерений и оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Проверка электрического сопротивления изоляции	Измерители электрического сопротивления	Тестовое напряжение постоянного тока 100 В, КТ 1,5, верхний предел диапазона измерений сопротивления не менее 20 МОм	Мегомметр Ф4102/1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9225-83) и др.
Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные	Эталоны 1 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 11804-99) и др.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные	Эталоны 1 разряда по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 1442-00), Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 41201-09) и др.
	Измерители электрического сопротивления	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.15 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19736-11), Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.30 (Регистрационный номер в

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
			Федеральном информационном фонде № 81235-21) и др.
	Измерители напряжения постоянного тока	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.15 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19736-11), Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.30 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 81235-21) и др.
	Термометры сопротивления (платиновые) , электронные (цифровые) термометры	Рабочее СИ и (или) выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Термопреобразователь сопротивления платиновый технический типа ТС1388 с длиной чувствительного элемента 5 ± 0,1 мм и диаметром 6 ± 0,1 мм, кл. С, диапазон от -50 до +500 °С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 58808-14) и др.
Контроль условий проведения поверки	Измерители температуры окружающего воздуха	Рабочие средства измерений и (или) выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53505-13) и др.
	Измерители относительной влажности окружающего воздуха	Рабочие средства измерений и (или) выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.547-2009	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53505-13) и др.
	Измерители атмосферного давления	Рабочие средства измерений и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 6	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53431-13),

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
		декабря 2019 г. № 2900	приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53505-13) и др.
Примечания: 1. Все средства измерений и эталоны, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений или об аттестации (при необходимости) в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, или действующий сертификат о калибровке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано. 2. Допускается применение других эталонов и средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.			

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

– ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

– «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 24 июля 2013 года № 328н);

– требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

5 Требования к условиям проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст)

5.2 Должны отсутствовать: вибрация, тряска, удары, внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу электроизмерительной аппаратуры.

5.3 Не допускается в составе атмосферы наличие агрессивных примесей, активных по отношению к используемым материалам.

6 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

6.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности СИ технической и эксплуатационной

документации;

- наличие и четкость маркировки;

- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению.

6.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого обнаружено хотя бы одно несоответствие.

Примечание – при оперативном устранении пользователем СИ недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовить к поверке и опробовать поверяемый калибратор в соответствии с п.7.6 «Опробование» (для калибраторов серии КТ-1) или п. 7.5 «Опробование» (для калибраторов серий КТ-2, КТ-3) руководства по эксплуатации.

7.2 Проверить номер версии встроенной части ПО калибратора.

В модификации КТ-1М информация о версии выводится на дисплее во время начальной заставки. В модификациях КТ-1, КТ-2, КТ-2М, КТ-3 и КТ-3М для определения версии необходимо перед включением питания прибора нажать на ручку управления или на кнопку «Установки», затем, удерживая ее (2-3 секунды), включить питание калибратора. На дисплее появится информация о версии встроенного ПО.

7.3 Сравнить результаты с данными указанными в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование встроенного ПО	КТ-1, КТ-1М	КТ-2, КТ-2М	КТ-3, КТ-3М
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	3.00	2.0	2.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует		

7.4 Результат проверки положительный, если поверяемый калибратор работает в штатном режиме, а также номер версии ПО не ниже указанного в таблице 3. Если калибратор не работает и (или) номер версии ПО ниже указанного в таблице 3, дальнейшую поверку не проводят.

8 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверка электрического сопротивления изоляции проводится мегомметром с рабочим напряжением 100 В. Сопротивление измерить между зажимом защитного заземления калибратора или центральным контактом сетевого разъема и двумя крайними контактами сетевого разъема, соединенными между собой.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм. Результат проверки положительный, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм. Если сопротивление изоляции менее 20 МОм, дальнейшую поверку не проводят.

9 Определение метрологических характеристик

Кольцевые (воздушные) зазоры между внутренними диаметрами используемых при поверке отверстий блока сравнения и наружных диаметров используемого эталона должны не превышать 0,5 мм при температуре не более 650 °С (включ.) и 1,0 мм при температуре св. 650 °С.

9.1 Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры

Определение доверительной погрешности воспроизведения температуры проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-1	-40, 0, +100, +150 °С;
для модификации КТ-1М	-40, 0, +100, +160 °С;
для модификации КТ-2	+40, +100, +300, +420 °С;
для модификации КТ-2М	+40, +100, +300, +500 °С;
для модификации КТ-3	+300, +600, +900, +1100 °С;
для модификации КТ-3М	+300, +600, +900, +1200 °С

Установить эталонный термометр на дно канала калибратора соответствующего диаметра. При установившемся температурном режиме провести серию из десяти измерений температуры эталонным термометром с интервалом в 1 минуту ($T_Э$), одновременно фиксируя показания текущей температуры калибратора ($T_К$).

Провести подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.2 Определение нестабильность поддержания температуры

Определение нестабильности поддержания температуры проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-1	-40, 0, +100, +150 °С;
для модификации КТ-1М	-40, 0, +100, +160 °С;
для модификации КТ-2	+40, +100, +300, +420 °С;
для модификации КТ-2М	+40, +100, +300, +500 °С;
для модификации КТ-3	+300, +600, +900, +1100 °С;
для модификации КТ-3М	+300, +600, +900, +1200 °С

Установить эталонный термометр на дно канала калибратора соответствующего диаметра. При установившемся температурном режиме в течение 30 минут провести последовательно 10 измерений температуры с интервалом в 3 минуты (T_i).

Провести подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.3 Определение разности воспроизводимых температур в каналах одного диаметра

Определение разности воспроизведения температуры в каналах с одинаковыми диаметрами проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-1	-40, 0, +150 °С;
для модификации КТ-1М	-40, 0, +160 °С;
для модификации КТ-2	+40, +100, +420 °С;
для модификации КТ-2М	+40, +100, +500 °С;
для модификации КТ-3	+300, +500 °С;
для модификации КТ-3М	+300, +500 °С

Установить эталонный термометр на дно канала соответствующего диаметра (например, канал 5,5 мм). В исследуемый канал (6,5 мм) на дно установить вспомогательный термопреобразователь сопротивления соответствующего диаметра.

При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонного термометра ($T_{Эi}$) и вспомогательного термопреобразователя сопротивления ($T_{ТСi}$).

Перенести вспомогательный термопреобразователь сопротивления (ТС) в другой исследуемый канал 6,5 мм.

При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонного термометра ($T_{Э2}$) и вспомогательного термопреобразователя сопротивления ($T_{ТС2}$).

Провести подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.4 Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны

Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-1	-40, 0, +150 °С;
для модификации КТ-1М	-40, 0, +160 °С;
для модификации КТ-2	+40, +100, +420 °С;
для модификации КТ-2М	+40, +100, +500 °С;
для модификации КТ-3	+300, +500 °С;
для модификации КТ-3М	+300, +500 °С

Эталонный термометр и вспомогательный термопреобразователь сопротивления (ТС) поместить на дно каналов калибратора соответствующих диаметров (H_0). При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонным термометром ($T_{ЭН0}$) и вспомогательным ТС ($T_{ВН0}$).

Затем вспомогательный ТС установить на высоте H_1, равной 30 мм (для серии КТ-1) или 20 мм (для серий КТ-2, КТ-3) от дна канала калибратора. При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонным термометром ($T_{ЭН1}$) и вспомогательным ТС ($T_{ВН1}$).

Установить вспомогательный ТС на высоте H_2, равной 60 мм (для серии КТ-1) или 40 мм (для серий КТ-2, КТ-3) от дна канала калибратора. При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонным термометром ($T_{ЭН2}$) и вспомогательным ТС ($T_{ВН2}$).

Провести подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры

Доверительную погрешность воспроизведения температуры ($\Delta_К$, °С) определить, как разность между значением температуры по показаниям дисплея калибратора ($T_К$) и значением температуры, измеренной эталонным термометром ($T_Э$).

Вычислить доверительную погрешность воспроизведения температуры по формуле 1:

$$\Delta_К = T_К - T_Э \quad (1).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{Кср}$ из десяти показаний.

Результат поверки считать положительным, если диапазон воспроизведения температуры соответствует описанию типа, а доверительная погрешность воспроизведения температуры не превышает значения, указанного в описании типа.

10.2 Определение нестабильность поддержания температуры

Нестабильность ($T_{нест}$, °С) вычислить по формуле 2:

$$T_{нест} = \max |T_i - T_{ср}| \quad (2),$$

где: T_i – значение температуры, измеренное эталонным термометром в каждом из 10 измерений, °С;

$T_{ср}$ – среднее арифметическое 10 значений температуры, измеренных эталонным термометром в течение 30 минут, °С.

Результат поверки считать положительным, если полученные значения нестабильности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.3 Определение разности воспроизводимых температур в каналах одного диаметра

Определить разность показаний между термометрами (Δ_1, °С) по формуле 3:

$$\Delta_1 = T_{Э1} - T_{ТС1} \quad (3).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{1ср}$ из пяти показаний.

Определить разность показаний между термометрами (Δ_2, °С) по формуле 4:

$$\Delta_2 = T_{Э2} - T_{ТС2} \quad (4).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{2ср}$ из пяти показаний.

Вычислить разность воспроизведения температуры в каналах с одинаковыми диаметрами ($\Delta_Р$, °С) по формуле 5:

$$\Delta_Р = |\Delta_{1ср} - \Delta_{2ср}| \quad (5).$$

Полученные значения не должны превышать значений, указанных в описании типа.

Результат поверки считать положительным, если полученные значения разности воспроизводимых температур не превышают значений, указанных в описании типа.

10.4 Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны

Определить разность показаний между термометрами ($\Delta t_{Н0}$, °С) по формуле 6:

$$\Delta t_{Н0} = T_{ЭН0} - T_{ВН0} \quad (6).$$

Вычислить среднее значение $\Delta t_{Н0ср}$ из пяти показаний.

Аналогично вычислить $\Delta t_{Н1ср}$ и $\Delta t_{Н2ср}$.

Из полученных значений $\Delta t_{Н0ср}$, $\Delta t_{Н1ср}$ и $\Delta t_{Н2ср}$ выбрать максимальное $\Delta t_{H\max}$ и минимальное $\Delta t_{H\min}$.

Вычислить неоднородность температурного поля по формуле 7:

$$\Delta t_{НТП} = \frac{\Delta t_{H\max} - \Delta t_{H\min}}{2} \quad (7).$$

Полученное значение $\Delta t_{НТП}$ не должно превышать значения неоднородности температурного поля, указанного в описании типа.

Результат поверки считать положительным, если полученные значения не превышают значений, указанных в описании типа.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработали:

Научный сотрудник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС» _____ Л.Д. Маркин

Начальник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС» _____ А.А. Игнатов