



СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова
03 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы температуры ISOTECH

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-042-2021

Общие положения

Настоящая методика распространяется на Калибраторы температуры ISOTECH (далее по тексту – калибраторы или приборы), изготавливаемые фирмой «Isothermal Technology Limited», Великобритания и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Калибраторы предназначены для воспроизведений и поддержания заданной температуры.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки калибраторов.

Прослеживаемость калибраторов к государственным первичным эталонам обеспечена применением эталонов, соответствующим требованиям государственных поверочных схем:

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;

Приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

Приказ Росстандарта от 30.12.2019 №3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

1 Перечень операций поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Используемый вставной блок (вставка)	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
Определение метрологических характеристик	Металлический вставной блок; жидкостный вставной блок	8	Да	Да
Проведение поверки с использованием металлического вставного блока	Металлический вставной блок	8.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру	Металлический вставной блок	8.1.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности измерений заданной температуры с использованием внешнего термопреобразователя сопротивления (ТС) или преобразователю термоэлектрического (ТП)	Металлический вставной блок	8.1.2	Да	Да
Определение нестабильности поддержания заданной температуры	Металлический вставной блок	8.1.3	Да	Да
Определение осевой неоднородности температуры	Металлический вставной блок	8.1.4	Да	Нет
Определение радиальной неоднородности температуры	Металлический вставной блок	8.1.5	Да	Нет

Наименование операции	Используемый вставной блок (вставка)	Номер пункта МП	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
Проведение поверки с использованием жидкостного вставного блока	Жидкостный вставной блок	8.2	Да	Да
Определение нестабильности поддержания заданной температуры	Жидкостный вставной блок	8.2.1	Да	Да
Определение неоднородности распределения температуры	Жидкостный вставной блок	8.2.2	Да	Нет
Проведение поверки с использованием встроенной платы для измерений электрических сигналов (только для исполнения Advanced)	-	8.3	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений для подключения ТС	-	8.3.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений для подключения ТП	-	8.3.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	9	Да	Да
Примечание: Операции при поверке могут проводиться не в полном объеме, а в соответствии с требованиями заказчика, определяемыми особенностями применения поверяемого калибратора.				

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 сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

В случае использования калибратора для воспроизведения одного значения температуры поверка проводится для 3-х температурных точек: при значении требуемой температурной точке, а также при значениях на 10 °С выше и ниже требуемой температурной точки (при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

Поверку допускается проводить без использования внешнего ТС и (или) ТП (при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

При поверке количество и тип используемых вставных блоков (вставок) согласовывают с пользователем (при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

При поверке встроенной платы для измерений электрических сигналов количество поверяемых каналов согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку каналов в диапазонах измерений, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений входных сигналов используемого канала (при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

Допускается по согласованию с пользователем не проводить поверку встроенной платы для измерений электрических сигналов (при этом делают соответствующую запись в сведениях о

результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений).

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
Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19916-10) и др.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные	Эталоны 3 разряда и (или) выше 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 двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46432-11) и др.
	Измерители напряжения постоянного тока	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с	Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный номер в Федеральном

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
		<p>приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457</p>	<p>информационном фонде № 22535-02), Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46432-11), Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13), и др.</p>
	<p>Меры электрического сопротивления постоянного тока</p>	<p>Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456</p>	<p>Мера электрического сопротивления многозначная МС3071 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 66932-17), Калибратор многофункциональный Fluke 5720А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52495-13) калибратор процессов прецизионный Fluke 7526А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 54934-13) и др.</p>
	<p>Калибраторы напряжения постоянного тока</p>	<p>Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457</p>	<p>Калибратор многофункциональный Fluke 5720А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52495-13), компаратор-калибратор универсальный КМ300Р (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 54727-13) калибратор многофункциональный и</p>

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
			коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13) 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 $5 \pm 0,1$ мм и диаметром $6 \pm 0,1$ мм, кл. С, диапазон от -50 до $+500$ °С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 58808-14); Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 61806-15)
	Теплопроводящая жидкость (при использовании жидкостного блока)	-	-
	4-х проводной соединительный кабель с разъемом 5 Pin DIN	-	-
	Удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002)	-	-
	Сосуд Дьюара с льдоводяной смесью	Градиент температуры в рабочем пространстве не более $0,05$ °С/см	-
	Пробирки стеклянные для термостатирования свободных концов термоэлектродов	-	-

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
<p>Примечания:</p> <p>1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений или действующий сертификат о калибровке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>			

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 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 Средства поверки, оборудование готовят к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

5.3 Поверяемое СИ и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

5.4 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемым СИ должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

5.5 Перед проведением поверки калибраторы должны быть выдержаны при нормальной температуре не менее 3 часов.

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 вышперечисленные

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 Включить калибратор, считать с дисплея калибратора идентификационное наименование ПО и номер версии ПО.

7.2 Сравнить результаты с данными таблицы 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	A2.76
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

7.3 Результат проверки положительный, если номер версии ПО, не ниже указанного в таблице 2. Если номер версии ПО, ниже указанного в таблице 2, дальнейшую поверку не проводят.

8 Определение метрологических характеристик

8.1. Проведение поверки с использованием металлического вставного блока

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

Для улучшения теплопроводности (уменьшения кольцевого зазора) допускается использовать мелкодисперсный порошок Al_2O_3 .

Для поверки калибраторов рекомендуется использовать теплоизолирующие крышки или тепловые барьеры, а также защитные чехлы для выступающей части защитной оболочки чувствительных элементов эталонов.

8.1.1. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру

Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру допускается проводить совместно с п. 8.1.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры».

8.1.1.1. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или эталонного преобразователя термоэлектрического подключенного к измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора включая начало и конец диапазона.

8.1.1.2. Помещают сменный блок в калибратор, затем погружают эталон в центральное (при наличии) или в любое другое, близкое к геометрическому центру поверхности вставного блока. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения рекомендуется закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком Al_2O_3 .

8.1.1.3. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

8.1.1.4. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

8.1.1.5. Повторяют операции по п.п. 8.1.1.3 – 8.1.1.4 для остальных поверяемых точек.

8.1.1.6. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.1

8.1.2. Определение основной абсолютной погрешности измерений заданной температуры с использованием внешнего термопреобразователя сопротивления (ТС) или преобразователю термоэлектрического (ТП)

Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внешнему ТС допускается проводить совместно с п. 8.2.3 «Определение нестабильности поддержания заданной температуры».

8.1.2.1. Погрешность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или эталонного преобразователя термоэлектрического подключенного к измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора и (или) в диапазоне измеряемых температур внешнего ТС (ТП) включая начало и конец диапазона.

8.1.2.2. Помещают сменный блок с не менее 2-мя близкими к геометрическому центру или друг другу отверстиями в калибратор, затем погружают в отверстия эталон и внешний ТС (ТП) калибратора. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения необходимо закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком Al_2O_3 .

8.1.2.3. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

8.1.2.4. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 5 минут с интервалом не более 15 секунд в установившемся температурном режиме.

8.1.2.5. Повторяют операции по п.п. 8.1.2.3, 8.1.2.4 для остальных поверяемых точек.

8.1.2.6. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.2

8.1.3. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

Определение нестабильности поддержания заданной температуры допускается проводить совместно с п. 8.1.1 «Определение основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру» и (или) с п. 8.1.2 «Определение основной абсолютной погрешности измерений заданной температуры с использованием внешнего термопреобразователя сопротивления (ТС) или преобразователю термоэлектрического (ТП)».

8.1.3.1. Нестабильность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или эталонного преобразователя термоэлектрического подключенного к измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 (далее – эталон) не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора включая начало и конец диапазона.

8.1.3.2. Помещают сменный блок в калибратор, затем погружают эталон в центральное (при наличии) или в любое другое, близкое к геометрическому центру поверхности блока сравнения. При наличии пустых отверстий в блоке сравнения рекомендуется закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком Al_2O_3 .

8.1.3.3. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

8.1.3.4. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8

(МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 30 минут с интервалом не более 30 секунд в установившемся температурном режиме.

8.1.3.5. Повторяют операции по п.п. 8.1.3.3, 8.1.3.4 для остальных поверяемых точек.

8.1.3.6. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.3

8.1.4. Определение осевой неоднородности температуры

8.1.4.1. Осевую неоднородность определяют с помощью эталонного термометра и вспомогательного термопреобразователя сопротивления (ТС) с длиной чувствительного элемента не более 10 мм, подключенных к измерителю температуры МИТ8 (МИТ2) при двух значениях температуры, соответствующих нижнему и верхнему пределам диапазона воспроизводимых температур калибратора (но не более 500 °С) или диапазона воспроизводимых температур, согласованного с пользователем.

8.1.4.2. Эталонный термометр и вспомогательный термопреобразователь сопротивления (ТС) поместить на дно каналов блока сравнения калибратора соответствующих диаметров ($H = 0$ мм). При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонным термометром (Т1) и вспомогательным ТС (Т2).

8.1.4.3. Затем вспомогательный ТС последовательно установить на высоте H , равной 20 и 40 мм от дна канала рабочего блока калибратора. Каждый раз по истечении 10 минут провести серию из пяти измерений температуры.

8.1.4.4. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.4

8.1.5. Определение радиальной неоднородности температуры

8.1.5.1. Радиальную неоднородность определяют с помощью двух термопреобразователей сопротивления (ТС с условным № 1 и ТС с условным № 2) одинакового диаметра, подключенных к измерителю температуры МИТ8 (МИТ2) при двух значениях температуры, соответствующих нижнему и верхнему пределам диапазона воспроизводимых температур калибратора (но не более 500 °С) или диапазона воспроизводимых температур, согласованного с пользователем.

8.1.5.2. Помещают сменный блок с не менее 2-мя отверстиями одинакового диаметра, расположенными на одной окружности и на одинаковом расстоянии относительно осевого центра блока в калибратор.

8.1.5.3. Погружают два ТС в расположенные друг напротив друга отверстия блока на максимально возможную глубину. Допускается закрыть пустые отверстия в блоке сравнения металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком Al_2O_3 .

8.1.5.4. Устанавливают на калибраторе необходимое значение температуры, соответствующее требуемой контрольной температурной точкой.

8.1.5.5. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры ТС, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС в установившемся температурном режиме.

8.1.5.6. Меняют местами ТС с условными номерами 1 и 2.

8.1.5.7. После стабилизации показаний температуры ТС на заданном значении температуры, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) не менее 5 показаний ТС в установившемся температурном режиме.

8.1.5.8. Повторяют операции по п.п. 8.1.5.4 -8.1.5.7 для остальных поверяемых точек.

8.1.5.9. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.5

8.2. Проведение поверки с использованием жидкостного вставного блока

В случае поверки калибратора в части температурного диапазона, нижняя и верхняя границы поверяемого диапазона являются самой низкой и самой высокой устанавливаемой температурой теплоносителя соответственно.

В качестве рабочих теплопроводящих жидкостей рекомендуется использовать жидкости указанные в Описании типа на Калибраторы температуры ISOTECH, изготавливаемые фирмой «Isothermal Technology Limited», Великобритания или одобренные производителем аналоги.

8.2.1. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

8.2.1.1. Нестабильность определяют с помощью эталонного термометра сопротивления подключенного к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8 или измерителю температуры двухканальному прецизионному МИТ2 не менее, чем при трех значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур калибратора (с учетом используемого теплоносителя), включая нижний и верхний пределы диапазона.

8.2.1.2. Помещают жидкостный блок с теплоносителем и магнитной мешалкой в калибратор. Допускается использование жидкостного блока в комплекте с держателем для ТС, устанавливаемого внутрь блока, для отсутствия возможного соударения магнитной мешалки блока с защитной оболочкой чувствительного элемента эталона.

8.2.1.3. Погружают на максимально возможную глубину эталон.

8.2.1.4. Включают режим перемешивания теплоносителя.

8.2.1.5. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

8.2.1.6. После выхода калибратора на заданное значение температуры, а также достижения стабилизации показаний температуры эталона, снимают показания с дисплея МИТ8 (МИТ2) или производят автоматическую запись с использованием ПО МИТ8 (МИТ2) показаний эталона в течение не менее 30 минут с интервалом не более 30 секунд в установившемся температурном режиме.

8.2.1.7. Повторяют операции по п.п. 8.2.1.5, 8.2.1.6 для остальных поверяемых точек.

8.2.1.8. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.2.1

8.2.2. Определение неоднородности распределения температуры

8.2.2.1. Неоднородность распределения температуры определяют с помощью эталонного термометра и вспомогательного термопреобразователя сопротивления (ТС) с длиной чувствительного элемента не более 10 мм, подключенных к измерителю температуры МИТ8 (МИТ2) при двух значениях температуры, соответствующих нижнему и верхнему пределам диапазона воспроизводимых температур калибратора (с учетом используемого теплоносителя) или диапазона воспроизводимых температур, согласованного с пользователем.

8.2.2.2. Помещают жидкостный блок с теплоносителем и магнитной мешалкой в калибратор. Допускается использование жидкостного блока в комплекте с держателем для ТС, устанавливаемого внутрь блока, для отсутствия возможного соударения магнитной мешалки блока с защитной оболочкой используемых ТС

8.2.2.3. Включают режим перемешивания теплоносителя.

8.2.2.4. Задают необходимое значение температуры на калибраторе, соответствующее требуемой поверяемой температурной точке.

8.2.2.5. Эталонный термометр и вспомогательный термопреобразователь сопротивления поместить на максимально возможную глубину блока сравнения калибратора ($H = 0$ мм). При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонным термометром (Т1) и вспомогательным ТС (Т2).

8.2.2.6. Затем вспомогательный ТС последовательно установить на высоте H , равной 20 и 40 мм от дна блока калибратора (места установки чувствительного элемента (ЧЭ))

эталонного термометра). Каждый раз по истечении 10 минут провести серию из пяти измерений температуры.

8.2.2.7. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.2.2

8.3. Проведение поверки с использованием встроенной платы для измерений электрических сигналов (только для исполнения Advanced)

8.3.1. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений для подключения ТС

8.3.1.1. Абсолютную погрешность канала измерений для подключения ТС определяют для каждого канала не менее, чем при трех значениях, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона.

8.3.1.2. Устанавливают калибратор в режим измерений для подключения ТС.

8.3.1.3. Подключают эталонную меру электрического сопротивления постоянного тока при помощи контрольных проводов к требуемому каналу калибратора.

8.3.1.4. Устанавливают на мере электрического сопротивления первое значение сопротивления, соответствующее требуемому поверяемому значению в температурном эквиваленте и подают его на поверяемый канал.

8.3.1.5. После стабилизации показаний, снимают их с дисплея поверяемого калибратора.

8.3.1.6. Повторяют операции по п. 8.3.1.4, 8.3.1.5 для остальных поверяемых точек и для всех требуемых каналов измерений для подключения ТС.

8.3.1.7. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.3.1.

8.3.2. Определение основной абсолютной погрешности канала измерений для подключения ТП

8.3.2.1. Абсолютную погрешность канала измерений для подключения ТП определяют для каждого канала при любом настроенном типе НСХ (например, тип «К») не менее, чем при трех значениях, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний пределы диапазона.

8.3.2.2. Устанавливают калибратор в режим измерений для подключения ТП.

8.3.2.3. Собирают схему согласно рисунку 1.

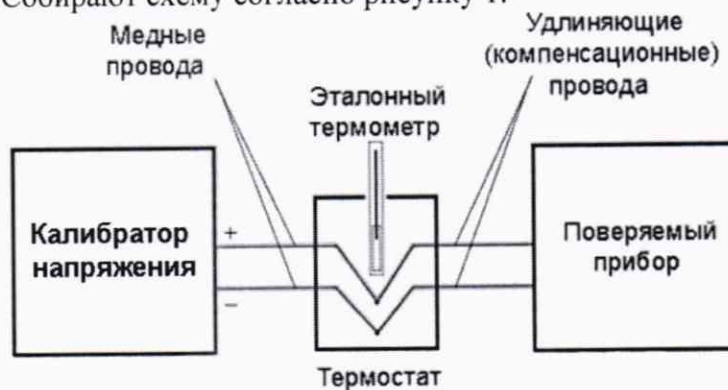


Рисунок 1

а) К поверяемому прибору подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдодводяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к калибратору напряжения постоянного тока.

8.3.2.4. С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013).

8.3.2.5. После стабилизации показаний, снимают их с дисплея поверяемого калибратора.

8.3.2.6. Повторяют операции по п. 8.3.2.4, 8.3.2.5 для остальных поверяемых точек и для всех требуемых каналов измерений для подключения ТП.

8.3.2.7. Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.3.2

9. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1. Проведение поверки с использованием металлического вставного блока

9.1.1. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры по внутреннему термометру

9.1.1.1. Рассчитывают погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру (Δ_K , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

$$\Delta_K = T_K - T_{\Sigma} \quad (1)$$

где: T_K – значение температуры по внутреннему термометру калибратора, °C;

T_{Σ} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °C

9.1.1.2. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.1.2. Определение основной абсолютной погрешности измерений заданной температуры с использованием внешнего термопреобразователя сопротивления (ТС) или преобразователю термоэлектрического (ТП)

9.1.2.1. Рассчитывают погрешность измерений заданной температуры с использованием внешнего термопреобразователя сопротивления (ТС) или преобразователю термоэлектрического (ТП) ($\Delta_{ТС(ТП)}$, °C) для каждой поверяемой точки по формуле 2:

$$\Delta_{ТС(ТП)} = T_{ТС(ТП)} - T_{\Sigma Т} \quad (2)$$

где: $T_{ТС(ТП)}$ – среднее арифметическое значение температуры, измеренное внешним ТС или ТП калибратора, °C,

$T_{\Sigma Т}$ – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталоном, °C.

9.1.2.2. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.1.3. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

9.1.3.1. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры (T_H , °C) для каждой поверяемой точки по формуле 3:

$$T_H = \pm \frac{|T_{\max} - T_{\min}|}{2} \quad (3)$$

где: T_{\max} – максимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C;

T_{\min} – минимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °C

9.1.3.2. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.1.4. Определение осевой неоднородности температуры

9.1.4.1. Определить разность показаний между термометрами (Δt_{H0} , °C) на дне каналов блока сравнения калибратора соответствующих диаметров ($H = 0$ мм) по формуле 4:

$$\Delta t_{H0} = T_1 - T_2 \quad (4)$$

где: T_1 – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталонным термометром (T_1), °C;

T_2 – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС (T_2), °C

9.1.4.2. Аналогично определить разность показаний между термометрами (Δt_{H20} , °C) и (Δt_{H40} , °C) на высоте 20 и 40 мм от дна каналов блока сравнения калибратора.

9.1.4.3. Из полученных значений Δt_{H0} , Δt_{H20} и Δt_{H40} выбрать максимальное значение ($\Delta t_{H \max}$, °C) и минимальное значение ($\Delta t_{H \min}$, °C).

9.1.4.4. Вычислить неоднородность температурного поля по формуле 5:

$$\Delta t_{HTP} = \frac{\Delta t_{H \max} - \Delta t_{H \min}}{2} \quad (5)$$

9.1.4.5. Повторяют операции по п.п. 9.1.4.1 - 9.1.4.4 для остальных поверяемых точек.

9.1.4.6. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.1.5. Определение радиальной неоднородности температуры

9.1.5.1. Рассчитывают разность показаний обоих ТС (Δ_1 , °C) по формуле 6:

$$\Delta_1 = T_{11} - T_{12} \quad (6)$$

где: T_{11} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное ТС с условным № 1, °C;

T_{12} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное ТС с условным № 2, °C

9.1.5.2. Рассчитывают разность показаний обоих ТС (Δ_2 , °C) после смены мест по формуле 7:

$$\Delta_2 = T_{21} - T_{22} \quad (7)$$

где: T_{21} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное ТС с условным №1, °C;

T_{22} – среднее арифметическое значение температуры, измеренное ТС с условным №2, °C

9.1.5.3. Рассчитывают значение радиальной неоднородности температуры (Δ_p , °C) по формуле 8:

$$\Delta_p = \frac{(\Delta_1 - \Delta_2)}{2} \quad (8)$$

где: Δ_1 – значение температуры, измеренное ТС №1 и №2 при первом положении, °С;
 Δ_2 – значение температуры, измеренное ТС №1 и №2 при втором положении, °С

9.1.5.4. Повторяют операции по п.п. 9.1.5.1-9.1.5.3 для остальных поверяемых точек.

9.1.5.5. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.2. Проведение поверки с использованием жидкостного вставного блока

9.2.1. Определение нестабильности поддержания заданной температуры

9.2.1.1. Рассчитывают нестабильность поддержания заданной температуры (T_H , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 9:

$$T_H = \pm \frac{|T_{\max} - T_{\min}|}{2} \quad (9)$$

где: T_{\max} – максимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °С;

T_{\min} – минимальное значение заданной температуры на калибраторе измеренное эталоном в течение 30 минут после стабилизации, °С

9.2.1.2. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.2.2. Определение неоднородности распределения температуры

9.2.2.1. Определить разность показаний между термометрами (Δt_{H0} , °С) на дне блока сравнения калибратора ($H = 0$ мм) по формуле 10:

$$\Delta t_{H0} = T_1 - T_2 \quad (10)$$

где: T_1 – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталонным термометром (T_1), °С;

T_2 – среднее арифметическое значение температуры, измеренное вспомогательным ТС (T_2), °С

9.2.2.2. Аналогично определить разность показаний между термометрами (Δt_{H20} , °С) и (Δt_{H40} , °С) на высоте 20 и 40 мм от дна блока сравнения калибратора.

9.2.2.3. Из полученных значений Δt_{H0} , Δt_{H20} и Δt_{H40} выбрать максимальное значение ($\Delta t_{H \max}$, °С) и минимальное значение ($\Delta t_{H \min}$, °С).

9.2.2.4. Вычислить неоднородность температурного поля по формуле 11:

$$\Delta t_{HTP} = \frac{\Delta t_{H \max} - \Delta t_{H \min}}{2} \quad (11)$$

9.2.2.5. Повторяют операции по п.п. 9.2.2.1 - 9.2.2.4 для остальных поверяемых точек.

9.2.2.6. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.3. Проведение поверки с использованием встроенной платы для измерений электрических сигналов (только для исполнения Advanced)

9.3.1. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений для подключения ТС

9.3.1.1. Рассчитывают погрешность измерений сопротивления в температурном эквиваленте ($\Delta_{\text{ктс}}$, °C) для каждой контрольной точки по формуле 12:

$$\Delta_{\text{ктс}} = T_{\text{ктс}} - T_{\text{э}} \quad (12)$$

где: $T_{\text{ктс}}$ – значение сопротивления в температурном эквиваленте, индицируемое на калибраторе, °C,

$T_{\text{э}}$ – значение сопротивления в температурном эквиваленте, подаваемое эталонной мерой сопротивления, Ом.

9.3.1.2. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

9.3.2. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений для подключения ТП

9.3.2.1. Рассчитывают основную абсолютную погрешность ($\Delta_{\text{ктп}}$, °C) для каждой поверяемой точки по формуле 13:

$$\Delta_{\text{ктп}} = T_{\text{ктп}} - T_{\text{э}} - T_{\text{скэт}} \quad (13)$$

где: $T_{\text{ктп}}$ – значение сигнала измеренное поверяемым прибором в температурном эквиваленте, °C;

$T_{\text{э}}$ – значение сигнала воспроизводимое эталонным прибором в температурном эквиваленте, °C;

$T_{\text{скэт}}$ – значение температуры свободных концов удлиняющих (компенсационных) проводов при температуре, измеренной контрольным термометром, °C

9.3.2.2. Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

10.2. Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

10.3. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на средство измерений оформляется извещение о непригодности к применению, либо по согласованию с пользователем, проводится процедура рекалибровки (настройки) калибратора в соответствии с руководством по эксплуатации, после чего проводится повторная процедура поверки.

Разработали:

Научный сотрудник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»


Л.Д. Маркин

Начальник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»


А.А. Игнатов