

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
метрологии

ФБУ «Челябинский ЦСМ»

А.И. Стрехнин

2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТИПА
ТХА, КТХА, ТХК, КТХК, ТЖК, КТЖК, ТНН, КТНН**

Методика поверки

МП-06-2024-20

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи термоэлектрические (далее – ТП) типа ТХА, КТХА, ТХК, КТХК, ТЖК, КТЖК, ТНН, КТНН, изготавливаемые по ТУ 311-00226253.026-2011(далее – ТУ), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Выполнение поверки в соответствии с данной методикой позволяет обеспечить метрологическую прослеживаемость ТП к Государственным первичным эталонам ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2712 от 19.11.2024 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» методом непосредственных сличений.

1.3 Первичную поверку ТП разборных конструкций допускается проводить на основании выборки из партии средств измерений (СИ) одного типа, модификации и исполнения согласно таблице 1. Формируют выборку по ГОСТ 50779.12-2021 «Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции». Способ представления продукции на контроль – «ряд», метод отбора единицы продукции в выборку - «вслепую». Партия принимается, если количество единиц СИ, не прошедших поверку меньше или равно приемочному числу. Партия бракуется, если количество единиц СИ, не прошедших поверку, больше или равно приемочному числу.

Таблица 1 – Объем выборки для проведения первичной поверки партии при выпуске из производства

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число, шт.	Браковочное число, шт.
1-10	1	0	1
11-50	2	1	2
51-100	3	1	2
101-150	4	2	3
151-200	5	2	3
201-300	10	3	4
301-400	20	4	5
401-600	30	5	6
601-800	50	6	7
801-1000	75	7	8
1001-1300	85	8	10
1301-1600	100	10	15

1.4 Допускается проведение поверки в сокращенном объеме (ограниченном диапазоне) в соответствии с письменным обращением заказчика. Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ).

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке средства измерений	8		
Подготовка к поверке	8.1	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	Да	Нет
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка ТП должна проводиться в нормальных условиях, приведенных ниже:

- температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительной влажности от 30 % до 80 %;
- атмосферном давлении от 86 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверку должны осуществлять специалисты организаций, аккредитованных на право поверки, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемый ТП. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, и изучивших настоящую методику.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки ТП применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Эталон и средства измерений		
8.1	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 °С до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности температуры $\pm 0,5$ °С	Измеритель-регистратор параметров микроклимата ТКА-ПКЛ (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ) 76454-19)
	Средство измерений влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 110 кПа пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
8.2	Средство измерений сопротивления изоляции: диапазон измерений от 0 до 1000 МОм, основная относительная погрешность $\pm 2,5\%$, номинальное напряжение 100 В	Мегаомметр Ф4101 (ФИФОЕИ № 4542-74)
	Рабочие эталоны 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой (ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520	Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ (ФИФОЕИ № 19973-06); вольтметр универсальный В7-54 (ФИФОЕИ № 15250-96)
9.1	Рабочие эталоны 3-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта 19.11.2024 № 2712	Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО (ФИФОЕИ № 1442-00); термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М (ФИФОЕИ № 11804-99); нановольтметр-микроомметр 34420А (ФИФОЕИ № 35908-07)
	Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (ФИФОЕИ № 19736-00)
	Средство воспроизведения и поддержания температуры: диапазон воспроизводимых температур от +35 °С до +300 °С, нестабильность температуры $\pm(0,0025+0,00005 \cdot t)$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (ФИФОЕИ № 33744-07)
	Средство воспроизведения и поддержания температуры: диапазон воспроизводимых температур от +50 до +700 °С, кратковременная температурная стабильность $\pm 0,3$ °С за 30 мин, однородность температурного поля в рабочем объеме $\pm 0,5$ °С	Термостат с флюидизированной средой ФВ-08 (ФИФОЕИ № 56927-14)
	Средство измерений температуры: пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (ФИФОЕИ № 61806-15)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Вспомогательное оборудование		
9.1	Средство воспроизведения и поддержания температуры. Диапазон температур от +300 °С до +1200 °С, стабильность поддержания температуры ±0,1 °С/мин, неравномерность температурного поля 0,8 °С/см	Горизонтальная трубчатая печь МТП-2МР
	Компенсационные провода по ГОСТ Р 8.585-2001 с НСХ К, L, N, J	Компенсационные провода ХА (К), ХК (L), НН(N), ЖК (J)
	Средство воспроизведения и поддержания температуры: температура 0 °С, градиент температуры 0,02 °С/см	Термостат нулевой ТН-3М
	Пробирки из кварцевого стекла длиной до 500 мм, внутренним диаметром от 24,5 до 25,5 мм и стенками толщиной не более 1 мм	-

5.2 Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены. Эталоны единиц величин должны быть аттестованы или поверены в качестве эталона.

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации на поверяемый ТП, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работу ТП;
- наличие и четкость маркировки;
- соответствие комплектности эксплуатационной документации.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

- перед проведением поверки проверяют соответствие условий проведения поверки требованиям, приведенным в разделе 3;
- эталонное и вспомогательное оборудование подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией;
- ТП подготавливают к работе в соответствии с ГОСТ 8.338-2002.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции между цепью чувствительного элемента (ЧЭ) ТП и металлической частью защитной арматурой ТП (кроме исполнений с неизолированным горячим спаем и бескорпусных модификаций ТХА/ТХК/ТНН-0292) проводят с помощью мегаомметра с испытательным напряжением 100 В. Перед проверкой необходимо закоротить выводы ТП; зажимы мегаомметра необходимо подключить к закороченным выводам ТП и металлической части защитной арматуры.

Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее:

- а) 100 МОм – для проволочных ТП;
- б) 500 МОм – для кабельных ТП.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение ТЭДС чувствительного элемента ТП при заданных значениях температуры

Определение ТЭДС проводится при значениях температуры, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Тип ТП (буквенное обозначение НСХ)	Диаметр термоэлектродов, мм	Рабочий диапазон температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
ТХК (L)	от 3,2 до 1,2	От 0 до +600	300, 400, 600
	от 0,7 до 0,1		100, 300, 500
ТЖК (J)	от 3,2 до 1,2	От 0 до +750	300, 400, 600
	от 0,7 до 0,1		300, 400, 500
ТХА (K)	от 3,2 до 1,2	От 0 до +1200	300, 700, 1000
	от 0,7 до 0,5		300, 500, 700
	от 0,3 до 0,1		300, 400, 500
ТНН (N)	от 3,2 до 1,2	От 0 до +1250	300, 700, 1000
	от 0,7 до 0,5		300, 500, 700
	от 0,3 до 0,1		300, 400, 600

В более узком диапазоне температуры, указанном заказчиком, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при трех значениях температуры, равномерно распределенных в границах рабочего диапазона.

При первичной поверке ТП неразборных конструкций определение ТЭДС осуществляется на трёх ЧЭ (начало, середина и конец бухты термоэлектродного материала).

Нагревают термостат или горизонтальную трубчатую печь до заданного значения температуры с допускаемыми отклонениями, не превышающими для термостата: $\pm 0,5$ °С; для печи: ± 10 °С. Определение ТЭДС для ТП с длиной погружаемой части менее 250 мм осуществляется с помощью термостата с флюидизированной средой в точках в соответствии с таблицей 3.

Температуру термостата или печи контролируют эталоном. При проведении измерений ТЭДС ТП температурный ход не должен превышать: для термостата: 0,1 °С/мин; для печи: 0,4 °С/мин.

Цикл измерений осуществляют непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного ТП до отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного ТП) и т.д. до получения четырех отсчетов показаний эталонного термометра и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП.

Интервалы времени между отсчетами показаний средств измерений во всем измерительном цикле должны быть одинаковыми.

При поверке в качестве компенсационных проводов использовать провода с градуировочной характеристикой, соответствующей проверяемой. Значения ТЭДС термопар определяют при температуре свободных концов 0°С. При отсутствии компенсационных проводов по показаниям термометра с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С определяют и вносят в протокол поверки значения температуры свободных концов $t_{с.к.}$ ЧЭ поверяемых ТП и эталонного ТП, помещенных в термостат для свободных концов. Погрешность измерений температуры свободных концов ЧЭ ТП не должна превышать $\pm 0,1$ °С.

Результаты измерений температуры термостата (или при использовании печи – ТЭДС ЧЭ эталонного ТП) и ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП вносят в протокол поверки.

Операции, перечисленные выше, выполняют при всех заданных значениях температуры (таблица 3).

По результатам измерений вычисляют среднеарифметическое значение температуры в термостате по показаниям эталона и среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП, а также при поверке ТП в печи - среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного ТП и ЧЭ каждого из поверяемых ТП.

Среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного ТП и ЧЭ каждого из поверяемых ТП приводят к значениям ТЭДС ЧЭ ТП $E_{пов}^{пр}$ (приведенное значение ТЭДС поверяемого ТП, мВ) и $E_{эт}^{пр}$ (приведенное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ) при температуре свободных концов, равной 0 °С, внося поправку на температуру свободных концов ЧЭ $E(t_{с.к.})$. Поправку определяют в каждом случае по соответствующей НСХ. Значение поправки имеет знак "плюс" и равно табличному значению ТЭДС ЧЭ ТП при такой температуре, какую при поверке имели свободные концы. Приведенные значения ТЭДС $E_{пов}^{пр}$ и $E_{эт}^{пр}$ вносят в протокол поверки.

При использовании в измерении автоматизированной системы поверки (АСПТ) осуществляется автоматическая компенсация свободных концов, определение поправок не проводят.

В среднеарифметическое значение показаний эталона вносят поправки, значения которых указаны в протоколе поверки эталона, и действительное значение температуры $t_{эт}^{пр}$ вносят в протокол поверки ТП.

По приведенному значению ТЭДС эталонного ТП определяют температуру t , °С, рабочих концов ЧЭ поверяемых ТП по формуле (1):

$$t = t_{прот} + \frac{E_{эт}^{пр} - E_{эт}^{прот}}{(\Delta E / \Delta t)_t} \quad (1)$$

где $t_{прот}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{эт}^{прот}$, °С;

$E_{эт}^{пр}$ – приведенное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ;

$E_{эт}^{прот}$ – значение ТЭДС ТП, взятое из протокола поверки на эталонный ТП, ближайшее

к $E_{эт}^{пр}$, мВ;

$(\Delta E / \Delta t)_t$ – чувствительность эталонного ТП типа ППО на единицу температуры, мВ/°С

(см. таблицу 4).

Таблица 4

Тип ТП	$(\Delta E / \Delta t)_t \cdot 10^3$, мВ/°С при значениях температуры $t_{прот}$, °С									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
ТПП10	9,1	9,6	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1

По НСХ для ЧЭ поверяемых ТП находят нормированное значение ТЭДС ЧЭ ТП $E_{нсх}$, соответствующее показаниям эталона $t_{эт}^{пр}$ или температуре t , вычисленной по формуле (1), по показаниям эталона.

Для ЧЭ каждого поверяемого ТП определяют разность Δ , °С, между приведенным $E_{пов}^{пр}$ и нормированным $E_{нсх}$ значениями ТЭДС в температурном эквиваленте при каждом значении температуры t , вычисленной по формуле (2):

$$\Delta = E_{пов}^{пр} - E_{нсх} \quad (2)$$

9.2 Результат поверки ТП считается положительным, если полученные значения метрологических характеристик не превышают значений, приведенных в приложении А.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки заносят в протокол.

10.2 При положительных результатах поверки ТП признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки.

10.3 При отрицательных результатах поверки ТП признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Метрологические характеристики ТП

Таблица А.1

Условное обозначение НСХ ТП по ГОСТ Р 8.585-2001:	
ТХА, КТХА	К
ТХК, КТХК	L
ТНН, КТНН	N
ТЖК, КТЖК	J
Класс допуска: - ТХА, КТХА, ТНН, КТНН, ТЖК, КТЖК - ТХК, КТХК	1, 2 2
Диапазон измеряемых температур, °С:	
ТХА, КТХА ТХК, КТХК ТНН, КТНН ТЖК, КТЖК	от минус 40 до 1200 от минус 40 до 600 от минус 40 до 1300 от минус 40 до 750
Пределы допускаемых отклонений от НСХ ГОСТ Р 8.585-2001 в зависимости от исполнения ТП и класса допуска, °С:	
а) для ТХА, КТХА класс допуска 1: - в диапазоне температур от минус 40 °С до 375 °С - при температуре св. 375 °С до 1100 °С класс допуска 2: - в диапазоне температур от минус 40 °С до 333 °С - при температуре св. 333 °С до 1200 °С	± 1,5; ± 0,004t; ± 2,5; ± 0,0075t;
б) для ТХК, КТХК класс допуска 2: - в диапазоне температур от минус 40 °С до 360 °С - при температуре св. 360 °С до 600 °С	± 2,5; ± (0,7+0,005t);
в) для ТНН, КТНН класс допуска 1: - в диапазоне температур от минус 40 °С до 375 °С - при температуре св. 375 °С до 1250 °С класс допуска 2: - в диапазоне температур от минус 40 °С до 333 °С - при температуре св. 333 °С до 1300 °С	± 1,5; ± 0,004t; ± 2,5; ± 0,0075t;
г) для ТЖК, КТЖК класс допуска 1: - в диапазоне температур от минус 40 °С до 375 °С - при температуре св. 375 °С до 750 °С класс допуска 2: - в диапазоне температур от минус 0 °С до 333 °С - при температуре св. 333 °С до 750 °С	± 1,5; ± 0,004t; ± 2,5; ± 0,0075t