

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

  
Р.В. Павлов

\_\_\_\_\_ 2019 г.



Датчики температуры  
КТХА, КТХК, КТНН, КТЖК, КТМК, КТХА Ех,  
КТХК Ех, КТНН Ех, КТЖК Ех, КТМК Ех

Методика поверки

435-159-2019МП

г. Санкт-Петербург  
2019 г.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

**РАЗРАБОТАНА:** Общество с ограниченной ответственностью «Производственная компания «ТЕСЕЙ» (ООО «ПК «ТЕСЕЙ»).

**ИСПОЛНИТЕЛИ:** Бачурин С.А., Горчаков К.А., Каржавин В.А., Митюхин В.С., Хаустов М.В.

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и/или распространена без разрешения ООО «ПК «ТЕСЕЙ»

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения .....	4
2	Нормативные ссылки .....	5
3	Термины и определения, обозначения и сокращения .....	6
3.1	Термины и определения .....	6
3.2	Сокращения .....	6
3.3	Обозначения .....	7
4	Операции поверки .....	8
5	Средства поверки .....	8
6	Требования безопасности .....	10
7	Условия поверки.....	10
8	Подготовка к поверке.....	11
8.1	Подготовка основных и вспомогательных средств поверки .....	11
8.2	Подготовка датчиков температуры.....	11
8.3	Подготовка ИДТ .....	12
8.4	Подготовка датчиков температуры – образцов-свидетелей .....	12
8.5	Подготовка датчиков температуры с дополнительным каналом.....	12
9	Проведение поверки.....	13
9.1	Внешний осмотр .....	13
9.2	Проверка электрического сопротивления изоляции .....	14
9.3	Проверка электрической прочности изоляции .....	14
9.4	Определение ТЭДС при заданных значениях температуры .....	14
9.5	Определение основной абсолютной погрешности ИП (раздельная поверка) .....	17
9.6	Определение основной абсолютной погрешности ИП (комплектная поверка) .....	18
9.7	Настройка ИП.....	18
10	Обработка результатов измерений .....	18
10.1	Обработка результатов измерений ТЭДС датчиков температуры методом прямых измерений .....	18
10.2	Обработка результатов определения основной абсолютной погрешности ИДТ ...	20
11	Оформление результатов поверки.....	23
	Приложение А .....	24
	Приложение Б.....	25

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на датчики температуры КТХА, КТХК, КТНН, КТЖК, КТМК, КТХА Ех, КТХК Ех, КТНН Ех, КТЖК Ех, КТМК Ех (далее – датчики температуры) с металлическими термоэлектрическими преобразователями в качестве чувствительных элементов (далее – ЧЭ) по ГОСТ 6616-94, с номинальными статическими характеристиками (далее – НСХ) по ГОСТ Р 8.585-2001, выпускаемые ООО «ПК «ТЕСЕЙ», и устанавливает методику и последовательность проведения первичной и периодической поверок.

Таблица 1 - Интервал между поверками

Группа условий эксплуатации	Интервал между поверками (ИМП)
I	5 лет
II	2 года
III	1 год
IV	Только первичная поверка

Многозонный датчик температуры подвергают только первичной поверке.

Температура применения и группы условий эксплуатации для датчиков температуры:

- с длиной погружаемой части более 250 мм в соответствии с таблицей 2;
- с длиной погружаемой части до 250 мм (включительно), (указанной в таблице 3), в соответствии с таблицей 4.

Таблица 2

Тип датчика температуры	Температура применения, °С		Группа условий эксплуатации
	от	до	
КТХА, КТХА Ех	-40	+600	I
	-200	-40	II
	+600	+900	
	+900	+1100	III
	+1100	+1300	IV
КТНН, КТНН Ех	-40	+800	I
	-200	-40	II
	+800	+1100	
	+1100	+1200	III
	+1200	+1300	IV
КТХК, КТХК Ех	-40	+600	I
	+600	+800	II
	-100	-40	
КТЖК, КТЖК Ех	-40	+760	II
КТМК, КТМК Ех	-40	+200	II
	-200	-40	III
	+200	+370	

Таблица 3

Диаметр погружаемой части, мм	Длина погружаемой части, мм
1.0	20
1.5	25
2.0	25
3.0	30
4.0	40
4.5	40
5.0	50
6.0	60
8.0	90
10.0	110

Таблица 4

Тип датчика температуры	Температура применения, °С		Группа условий эксплуатации
	от	до	
КТХА, КТХА Ех	-40	+600	I
	+600	+800	II
КТНН, КТНН Ех	-40	+800	I
КТХК, КТХК Ех	-40	+600	I
	+600	+800	II
КТЖК, КТЖК Ех	-40	+760	II
КТМК, КТМК Ех	-40	+200	II
	+200	+370	III

Модификации и схема обозначения датчика температуры в соответствии с приложением А.

Датчик температуры состоит из одного или нескольких конструктивно связанных, первичных преобразователей температуры (далее ПП), защитного корпуса с монтажными элементами или без них и коммутационных устройств в виде клеммной головки, коробки, разъема или удлиняющих проводов. ПП датчика температуры выполнен в виде кабельного или проволочного ЧЭ.

В клеммную головку или коробку могут устанавливаться измерительные преобразователи (далее ИП). ИП преобразуют сигнал от ПП в унифицированный выходной сигнал постоянного тока по ГОСТ 26.011-80 и (или) цифровой сигнал по протоколам HART, PROFIBUS-PA, FOUNDATION Fieldbus, Wireless HART.

Настоящая методика предусматривает поверку датчика температуры (датчика температуры с измерительным преобразователем (далее ИДТ)) как комплектную, так и отдельную (отдельно ПП и ИП).

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей рекомендации приведены ссылки на следующие нормативные документы:  
ГОСТ Р 8.585-2001 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термомары. Номинальные статические характеристики преобразования;

ГОСТ Р 52314-2005 Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые и платинородий-платинородиевые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Общие технические требования;

ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;

ГОСТ 1790-2016 «Проволока из сплавов хромель Т, алюмель, копель и константан для термоэлектродов термоэлектрических преобразователей. Технические условия»;

ГОСТ 1791-2014 «Проволока из никелевого и медно-никелевых сплавов для удлиняющих проводов к термоэлектрическим преобразователям. Технические условия»;

ГОСТ 12.2.007.9-93 (МЭК 519-1-84) Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования;

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;

ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия;

ГОСТ 26.011-80 Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные;

МЭК 60584-3 (2007) Термомары. Часть 3. Удлинительные и компенсационные провода – допустимые отклонения и система обозначения.

### 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

#### 3.1 Термины и определения

В настоящей рекомендации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**длина погружаемой части датчика температуры при поверке:** расстояние, отсчитываемое от погружаемого конца защитного корпуса поверяемого датчика температуры при помещении его в рабочее пространство печи (или термостата) до места пересечения корпуса датчика температуры плоскостью поверхности рабочей среды печи (термостата);

**удлиняющие провода:** термоэлектродные провода, в паре имеющие в заданном диапазоне температуры НСХ основной термопары;

**адаптер:** соединительный элемент с разнотипными разъемами на концах удлиняющего провода, позволяющий подключать термопары к измерительной линии или прибору.

Остальные термины — по ГОСТ 6616-94.

#### 3.2 Сокращения

В настоящей рекомендации применяют следующие сокращения:

ГОСТ	–	государственный стандарт;
ГСИ	–	государственная система обеспечения единства измерений;
ИДТ	–	датчик температуры с измерительным преобразователем;
ИМП	–	интервал между поверками;
ИП	–	измерительный преобразователь;
ИСХ	–	индивидуальная статическая характеристика;
МП	–	методика поверки;
МЭК	–	международная электротехническая комиссия;
НД	–	нормативный документ;
НСХ	–	номинальная статическая характеристика;
ПП	–	первичный преобразователь;
СИ	–	средство измерения;
ССБТ	–	система стандартов безопасности труда;
ТППО	–	термоэлектрический преобразователь платиновый образцовый;
ТЭДС	–	термоэлектродвижущая сила, возникающая из-за разности температур между двумя соединениями различных металлов или сплавов, образующих часть одной и той же цепи;
ЧЭ	–	чувствительный элемент.

### 3.3 Обозначения

В настоящей рекомендации применяют следующие обозначения:

- $\Delta_{ДТ}$  – пределы допускаемых отклонений от НСХ датчика температуры, °С;
- $E_{пов}^{пр}$  – приведенное значение ТЭДС поверяемого датчика температуры, мВ;
- $E(t_{с.к.})$  – поправка на температуру свободных концов датчика температуры, мВ;
- $t_{эт}^{пр}$  – действительное значение температуры, °С;
- $t_{пов}^{пр}$  – температура поверяемого датчика температуры, °С;
- $\Delta t$  – разность между приведенным и нормированным значениями ТЭДС, выраженных в единицах температуры при каждом значении температуры (отклонение ИСХ от НСХ), °С
- $\Delta_{ИП}$  – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ИП, °С;
- $t_i$  – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу  $I_{вых}^i$ ;
- $t_c$  – расчетное значение температуры, соответствующее выходному аналоговому сигналу в точках 0, 50, 100 % диапазона преобразования;
- $t_{эт}$  – температура эталонного СИ, °С;
- $\Delta_{ИЗМ}$  – средняя разница между показаниями ЧЭ поверяемого датчика температуры с дополнительным каналом и показаниями эталонного датчика температуры, °С;
- $t_{пов}$  – измеренное значение температуры ЧЭ поверяемого датчика температуры с дополнительным каналом, °С;
- $\Delta_{пов}$  – отклонение показаний ЧЭ поверяемого датчика температуры с дополнительным каналом от НСХ, °С;
- $t_{иэ}$  – измеренное значение температуры эталонного датчика температуры, °С;
- $\Delta_{эт}$  – значение индивидуальной поправки к показаниям эталонного датчика температуры, °С;
- $\Delta_{доп}$  – пределы допускаемых отклонений значений ТЭДС ЧЭ датчика температуры с дополнительным каналом от НСХ, °С;

#### 4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 5.

Таблица 5

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при поверке				
		Датчик температуры		ИДТ		
		Первичная	Периодическая	Первичная (раздельная)	Периодическая	
		раздельная	комплектная			
1 Внешний осмотр	9.1	да	да	да	да	да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции	9.2	да	да	да <sup>1</sup>	да <sup>1</sup>	да
3 Проверка электрической прочности изоляции	9.3	да	нет	да <sup>1</sup>	нет	нет
4 Определение ТЭДС при заданных значениях температуры	9.4	да	да <sup>4</sup>	да	да	да <sup>2</sup>
5 Определение основной абсолютной погрешности ИП	9.5	-	-	да	да	нет
6 Определение основной абсолютной погрешности ИДТ	9.6	-	-	-	-	да
7 Настройка ИП <sup>3</sup>	9.7	-	-	да	нет	нет

Примечание:

1. Только для первичного преобразователя;
2. Определяется значение выходного унифицированного электрического сигнала постоянного тока, являющегося результатом преобразования ТЭДС первичного преобразователя измерительным преобразователем;
3. Настройку ИП необходимо проводить только для ИДТ с условным обозначением точности N25, P25, F25;
4. Для датчиков температуры с дополнительным каналом определение отклонения показаний ЧЭ от НСХ проводится при рабочем значении температуры.

#### 5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 6, а также вспомогательные средства, в соответствии с таблицей 7.

Таблица 6

Наименование средств измерений	Характеристики
1	2
1 Эталонные термометры сопротивления	1, 2 и 3 разряд с погрешностью по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры от -200 до +660 °С
2 Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО	1, 2 и 3 разряд с погрешностью по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры от 300 до 1200 °С
3 Преобразователь термоэлектрический кабельный эталонный КЭТНН	3 разряд с погрешностью по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры от 200 до 1100 °С
4 Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8.10	Предел допускаемой абсолютной погрешности: $\Delta t = \pm 0.15$ °С
5 Калибратор многофункциональный МСХ-II-R	Диапазон измерения тока $\Delta I = \pm(0.010\%$ от показаний $+0.003\%$ от диапазона $+1$ ед. мл. разряда), диапазон воспроизведения напряжения от $-10$ до $100$ мВ $\Delta U = \pm(0.003\%$ от показаний $+0.004\%$ от диапазона $+1$ ед. мл. разряда)



## Продолжение таблицы 6

1	2
6 Мегаомметр ЭС0202/1-Г	Диапазон измерений от 0.05 до 1000 МОм, ПГ ±15 %
7 Установка для проверки электрической безопасности GPI - 735	Испытательное напряжение 0.1...5 кВ; дискретность установки 5 В; Погрешность установки ≤ (1,0 % + 5 ед. мл. разр.)
8 Двух- или многоканальные микропроцессорные измерители температуры с возможностью автоматической записи результатов измерений NH506RA	Пределы основной допустимой погрешности не более ± (0.05 % (от измеряемого значения) + 0.4)

Таблица 7

Наименование вспомогательных средств	Характеристики
1	2
1 Термостаты переливные прецизионные ТПП-1	Диапазон от -75 до +300 °С, нестабильность поддержания температуры не более ± 0.02 °С
2 Термостат с флюидизированной средой FB-08	Диапазон воспроизведения температуры от 50 до 700 °С, нестабильность поддержания температуры не более ± 0.08 °С
3 Калибратор температуры АТС-650В	Диапазон воспроизводимой температуры от 33 до 650 °С, Δ <sub>t</sub> = ± 0.35 °С, нестабильность поддержания температуры не более ± 0.02 °С
4 Калибратор температуры СТС-1200А	Диапазон воспроизводимой температуры от 300 до 1205 °С, Δ <sub>t</sub> = ± 2 °С, нестабильность поддержания температуры не более ± 0.1 °С
5 Малоинерционная трубчатая печь МТП-1200-4	Диапазон воспроизведения температуры от 100 до 1200 °С, нестабильность поддержания температуры не более ± 0.1 °С
6 Горизонтальная трубчатая печь МТП-2М	Диапазон воспроизведения температуры от 300 до 1200 °С, нестабильность поддержания температуры не более ± 0.1 °С
7 Сосуд Дьюара с жидким азотом	Неравномерность температуры в рабочем объеме не более ± 0.01 °С
8 USB-модем /коммуникатор	Комплекс для настройки параметров ИП
9 Источник питания постоянного тока	Диапазон напряжений от 0 до 30 В
10 Термостат нулевой	Неравномерность температуры в рабочем объеме не более ± 0.01 °С
11 Стекланные пробирки	Длина 150±10 мм
12 Удлиняющие провода по ГОСТ 1790-2016, 1791-2014 к преобразователю термоэлектрическому с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 тип - L, K, J, N, T.	Значение ТЭДС индивидуально подобранной пары скомплектованных удлиняющих проводов при температуре рабочего и свободных концов пары, соответственно равной 100 °С и 0 °С, не должно отклоняться от значений соответствующей типу датчика температуры НСХ более, чем на ± 0.2 Δ <sub>дт</sub> , выраженного в милливольтгах. Максимальное отклонение индивидуальной статической характеристики удлинительных проводов от НСХ равно: для преобразователей типа (L) — 0.036 мВ, типа (J) — 0.016 мВ, типа (K) — 0.012 мВ, типа (N) — 0.009 мВ, типа (T) — 0.004 мВ

Продолжение таблицы 7

1	2
13 Адаптеры термопарные	<p>Значение ТЭДС при температуре рабочего и свободного концов адаптера, соответственно равной 100 °С и 0 °С, не должно отклоняться от значений НСХ более, чем на <math>\pm 0.2 \Delta_{\text{доп}}</math>, где <math>\Delta_{\text{доп}}</math> – максимально допустимое отклонение от НСХ проводов 1 класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001.</p> <p>Термопарные разъемы, входящие в состав адаптеров, соответствуют стандартам [1] и [2], вносят погрешность не более 1.1 °С при разнице температур на разьеме в 40 °С. Значение вносимой погрешности уменьшается пропорционально уменьшению разницы температур</p>

Примечания:

1 Все применяемые средства измерений должны быть поверены службами юридических лиц, аккредитованных в установленном порядке, и иметь действующие клейма или свидетельства установленных форм.

2 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие требованиям настоящей методики.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены:

– требования эксплуатационных документов на термостаты и печи, ГОСТ 12.2.007.9-93, ГОСТ 12.3.019-80, утвержденных в установленном порядке, а также Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений;

– указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации поверяемого СИ;

– требования правил техники безопасности при работе на действующем оборудовании, установленные на предприятии.

Поверочная установка и вспомогательное оборудование должны быть подключены к контуру заземления. Сопротивление заземления должно быть не более 4.0 Ом.

Корпуса печей, наружные стенки которых нагреваются при работе до температуры свыше 70 °С, должны быть ограждены (например, жесткой сеткой из проволоки).

Вблизи печей не должны находиться горючие материалы.

Стеклянные сосуды Дьюара должны иметь охранные кожухи из жести или пластмассы.

К выполнению измерений допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации поверяемого СИ и прошедшие инструктаж по технике безопасности, а также имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже III при работе с установками напряжением до 1000 В.

## 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

– температура, относительная влажность и барометрическое давление воздуха в помещении должны соответствовать нормам, установленным требованиями к поверочной лаборатории и/или НД по эксплуатации измерительного прибора;

– в помещении, в котором проводят поверку, не должно быть пыли, дыма, газов и средства поверки должны быть защищены от вибрации и ударов;

– датчик температуры разборной конструкции необходимо вынуть из защитной арматуры. К поверке может быть допущен датчик температуры неразборной конструкции, длиной, не менее указанной в таблице 3, а также датчик температуры разборной конструкции в защитной арматуре (чехле), если при поверке погрешность из-за теплоотвода по арматуре не превышает  $0.3 \Delta_{\text{дт}}$ . Соответствующие требования должны быть указаны в НД на датчик температуры конкретного типа;

– электроизмерительная часть поверочной установки должна быть удалена не менее чем на 1 м от окон, дверей, радиаторов отопления и других устройств, выделяющих тепло, а также защищена от прямых солнечных лучей;

– должна быть проверена ТЭДС помех в измерительной линии поверочной установки, которая не должна превышать 2 мкВ;

– изменение температуры воздуха в помещении во время работы поверочной установки не должно быть более  $\pm 0.5$  °С в течение 1 ч.;

– питание печей должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение которого не должно превышать 1%.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

### **8.1 Подготовка основных и вспомогательных средств поверки**

8.1.1 Средства поверки, входящие в состав поверочной установки, готовят к работе в соответствии с НД.

8.1.2 Эталонные 1, 2 или 3-го разрядов термоэлектрические преобразователи типа ТППО (далее ТППО), используемые при поверке датчика температуры, помещают в защитные пробирки из кварцевого стекла или окиси алюминия. Рабочий конец ТППО должен касаться дна пробирки.

8.1.3 Термостат нулевой для термостатирования свободных концов ЧЭ датчика температуры и ТППО при 0 °С заполняют льдодводяной смесью. В термостат помещают эталонный термометр сопротивления и стеклянные пробирки. Глубина погружения пробирок должна быть не менее 120 мм, расстояние между пробирками - не менее 10 мм.

### **8.2 Подготовка датчиков температуры**

8.2.1 Из датчиков температуры разборной конструкции извлекают ЧЭ и, при необходимости, очищают поверхность от окалины, отслоений и т.п. После очистки поверхность оболочки ЧЭ протирают растворителем. Датчики температуры неразборной конструкции очищаются аналогично.

8.2.2 При поверке в термостатах датчики температуры неразборной конструкции или ЧЭ датчиков температуры разборной конструкции устанавливают в рабочее пространство термостата на глубину:

– для датчиков температуры с длиной погружаемой части более 250 мм, не менее 250 мм;

– для датчиков температуры, с длиной погружаемой части до 250 мм (включительно) в соответствии с таблицей 3.

Эталонные термометры сопротивления или ТППО помещаются в центральную зону рабочего пространства термостата на глубину, определяемую их техническими характеристиками.

8.2.3 Свободные концы (или концы удлиняющих проводов) поверяемых датчиков температуры и ТППО гальванически соединяют с медными нелужеными проводами и термо-

статируют в термостате нулевом по п. 8.1.3 настоящей методики. Концы медных проводов подсоединяют к соответствующим клеммам измерительного прибора.

8.2.4 \*При поверке в печах не более четырех датчиков температуры неразборной конструкции или ЧЭ датчиков температуры разборной конструкции складывают в общий пучок с пробиркой из кварцевого стекла или окиси алюминия, в которой помещен ТППО, и обвязывают в двух-трех местах отрезками хромелевой или алюмелевой проволоки диаметром 0.5 мм.

Пучок поверяемых датчиков температуры с ТППО (вместе с пробиркой) вводят в рабочее пространство трубчатой горизонтальной печи и центрируют по ее оси.

\* - для датчиков температуры с длиной погружаемой части более 250 мм

8.2.5 Выполняют операции по п. 8.2.3 для поверяемых датчиков температуры и ТППО.

### **8.3 Подготовка ИДТ**

8.3.1 При отдельной поверке для ИДТ неразборной конструкции или ЧЭ ИДТ разборной конструкции отключают измерительный преобразователь от первичного преобразователя и выполняют операции по п. 8.2.

8.3.2 При комплектной поверке ИДТ неразборной конструкции или ЧЭ ИДТ разборной конструкции выполнить операции по пп. 8.2.1, 8.2.2, 8.2.4, а также подключить в соответствии с НД.

### **8.4 Подготовка датчиков температуры – образцов-свидетелей**

8.4.1 Из разных концов каждой бухты термоэлектродного материала изготавливают образцы-свидетели длиной не менее 700 мм. Образцы-свидетели, изготовленные из термоэлектродного материала без защитной оболочки, армируют цельными двухканальными электроизоляционными трубками, соломкой, бусами и т.п. При армировании термоэлектродов образцов-свидетелей должны быть приняты меры, исключающие возможность их деформации (особенно на участке, погружаемом в печь или термостат при поверке).

8.4.2 При поверке в термостатах образцы-свидетели устанавливают в рабочую область термостата на глубину не менее 250 мм.

Эталонные термометры сопротивления или ТППО помещаются в центральную зону рабочей области термостата на глубину, определяемую их техническими характеристиками.

8.4.3 Свободные концы (или концы удлиняющих проводов) поверяемых образцов-свидетелей и ТППО гальванически соединяют с медными нелужеными проводами и термостатируют в термостате нулевом по п. 8.1.3 настоящей методики. Концы медных проводов подсоединяют к соответствующим клеммам измерительного прибора.

8.4.4 При поверке в печах отбирают от одного до шести образцов-свидетелей (максимальное количество поверяемых образцов – шесть штук). Количество образцов-свидетелей зависит от диаметра защитной оболочки или армирующего материала:

- 3 мм – 6 шт.; 4.5 и 5 мм – 5 шт.; 6 мм – 3 шт., более 6 мм – 1 шт.

Образцы-свидетели складывают в общий пучок с пробиркой из кварцевого стекла или окиси алюминия, в которой помещен ТППО, и обвязывают в двух местах хромелевой, никелевой или алюмелевой проволокой вдоль пробирки, а также на длине 350 мм от рабочих концов.

Пучок поверяемых образцов-свидетелей с ТППО (вместе с пробиркой) вводят в рабочее пространство трубчатой горизонтальной печи и центрируют по ее оси.

8.4.5 Выполняют операции по п. 8.4.3 для поверяемых образцов-свидетелей и ТППО.

### **8.5 Подготовка датчиков температуры с дополнительным каналом**

8.5.1 Открыть клеммную головку поверяемого датчика температуры.

8.5.2 Подключить удлиняющий провод или адаптер, соответствующий п. 5, к ЧЭ поверяемого датчика температуры и к измерительному прибору.

8.5.3 Подключить преобразователь термоэлектрический кабельный эталонный КЭТНН (далее КЭТНН) к измерительному прибору.

8.5.4 Вставить КЭТНН в дополнительный канал поверяемого датчика температуры таким образом, чтобы рабочий торец КЭТНН гарантировано упирался в дно защитного чехла поверяемого датчика температуры.

## 9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 9.1 Внешний осмотр

9.1.1 При внешнем осмотре поверяемых датчиков температуры неразборной конструкции должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

– защитная арматура датчиков температуры не должна иметь повреждений поверхности, должны отсутствовать нарушения крепления;

– на каждом поверяемом датчике температуры должно быть проверено наличие маркировки с указанием номера датчика температуры, типа НСХ, года выпуска, рабочего диапазона измерений и класса.

9.1.2 При внешнем осмотре поверяемых датчиков температуры разборной конструкции должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

– ЧЭ датчиков температуры должны быть без защитной арматуры;

– термоэлектроды должны иметь чистую электрическую изоляцию;

– ЧЭ с термоэлектродами диаметром 0.5 мм и более должны иметь клеммные колодки, закрепленные на термоэлектродах, для подключения удлиняющих проводов;

– термоэлектроды ЧЭ должны иметь ровную поверхность без трещин, раковин, расслоений, загрязнений, видимых невооруженным глазом, а также отслаивающейся окалины;

– место сварки концов термоэлектродов не должно быть пористым или ошлакованным;

– на каждом ЧЭ, поступившем на поверку, должна быть бирка с указанием номера, обозначения НСХ, года выпуска, рабочего диапазона измерений и класса.

9.1.3 При внешнем осмотре поверяемых датчиков температуры с дополнительным каналом должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

– наружная часть (вне термометрируемого объекта) защитной арматуры датчика температуры не должна иметь повреждений поверхности, должны отсутствовать нарушения крепления арматуры и клеммной головки, целостности клеммной головки, должно быть соблюдено соответствие подключения термоэлектродов маркировке;

– на каждом поверяемом датчике температуры должна быть маркировка с указанием номера датчика температуры, типа НСХ, года выпуска, рабочего диапазона измерений и класса.

Примечание.

1 Допускается номер, обозначение НСХ, год выпуска, рабочий диапазон измерений и класс указывать на клеммной колодке ЧЭ.

2 Внешний вид датчиков температуры разборных конструкций, поверяемых в защитной арматуре, и неразборных конструкций должен соответствовать НД на датчик температуры конкретного типа.

9.1.4 До начала поверки датчика температуры с измерительным преобразователем необходимо провести идентификацию программного обеспечения (ПО). Для этого необходимо выполнить подключение к ИП в соответствии с приложением руководства по эксплуатации «Идентификация программного обеспечения датчика температуры», с которым можно ознакомиться на официальном сайте предприятия-изготовителя. Версия ПО, содержащаяся в разделе «Информация об устройстве», должна быть не ниже указанной в описании типа.

9.1.5 Результаты внешнего осмотра поверяемых датчиков температуры и идентификации программного обеспечения датчика температуры вносят в протокол поверки (приложение Б).

Датчики температуры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей проверке не подлежат.

### **9.2 Проверка электрического сопротивления изоляции**

Электрическое сопротивление изоляции датчиков температуры в сборе проверяют перед проведением операций по пп. 8.2, 8.3 или после выполненных операций по 8.4.1 в случае датчиков температуры – образцов-свидетелей.

Проверку электрического сопротивления изоляции проводят следующим образом:

– прикладывают последовательно испытательное постоянное напряжение 500 В – для датчиков температуры взрывозащищенного (Ех) и общепромышленного исполнений, 100 В – для датчиков температуры общепромышленного исполнения, диаметр защитной оболочки которых менее 1 мм включительно, и определяют электрическое сопротивление изоляции между:

- контактами испытываемой электрической цепи и металлической оболочкой или экраном, броней или армирующим материалом;
- контактами испытываемых электрических цепей, изолированных друг от друга.

Показания, определяющие электрическое сопротивление изоляции, отсчитывают по истечении 1 мин после приложения напряжения или меньшего времени, за которое показания мегаомметра практически установятся.

Сопротивление изоляции электрических цепей датчиков температуры между собой и относительно изолирующей части не должно превышать значения, указанного в НД на датчик температуры конкретного типа.

Результаты проверки вносят в протокол поверки (приложение Б).

Датчики температуры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей проверке не подлежат.

Примечание:

Проверка электрического сопротивления изоляции датчиков температуры с дополнительным каналом проводится при рабочем значении температуры.

### **9.3 Проверка электрической прочности изоляции**

Электрическую прочность изоляции датчиков температуры в сборе проверяют перед проведением операций по п. 8.2, 8.3 или после выполненных операций по п. 8.4.1 в случае датчиков температуры – образцов-свидетелей.

9.3.1 Электрическая прочность изоляции датчиков температуры общего назначения с изолированным рабочим спаем должна выдерживать в течение 1 мин синусоидальное переменное напряжение частотой 50 Гц:

- для датчиков температуры с диаметром защитной оболочки менее 1 мм включительно - 100 В;
- для датчиков температуры с диаметром защитной оболочки более 1 мм - 500 В.

Максимальный ток утечки — 5 мА.

9.3.2 Электрическая прочность изоляции датчиков температуры взрывозащищенного (Ех) исполнения должна выдерживать в течение 1 мин синусоидальное переменное напряжение 500 В частотой 50 Гц.

Максимальный ток утечки — 5 мА.

Примечание: проверку электрической прочности изоляции ИДТ при отдельной проверке проводят для ПП по пп. 9.3.1 и 9.3.2;

Результаты проверки вносят в протокол поверки (приложение Б).

Датчик температуры считается выдержавшим испытание, если во время испытания не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

### **9.4 Определение ТЭДС при заданных значениях температуры**

#### **9.4.1 Датчики температуры, датчики температуры – образцы-свидетели.**

9.4.1.1 Градуировочные характеристики поверяемых датчиков температуры должны соответствовать НСХ соответствующего типа в пределах допускаемых отклонений ТЭДС.

9.4.1.2 При поверке ТЭДС датчика температуры должна быть определена не менее, чем при четырех значениях температуры его рабочего конца, указанных в таблице 8, и температуре свободных концов, равной 0 °С. Полученные результаты измерений сравнивают с данными НСХ соответствующего типа датчика температуры при тех же значениях температуры.

Таблица 8

Тип датчика температуры по ГОСТ Р 8.585-2001	Обозначение материала защитной оболочки*	Диаметр защитной оболочки/ термоэлектродов, мм	Температура при измерениях ТЭДС, °С	Диапазон измерений, °С
К (ХА)	Стали и сплавы типа С321; С316; Т310; Т446; Т600; Т601; Т740	От 0.5 до 1.0	100 (200); 250 (300); 600 (700); 900	-40 ...+1300
	б/о			
К (ХА)	Стали и сплавы типа С321; С316; Т310; Т446; Т600; Т601; Т740	Более 1.0	100 (200); 250 (300); 600 (900); 1100	-40 ...+1300
	б/о			
К (ХА), N (НН)	Высокотемпературное стекловолокно типа VH	От 0.5 и более	100 (200); 250 (300); 400 (500); 600	-40 ...+650
К (ХА), N (НН)	Керамическое волокно типа СА	От 0.5 и более	100 (200); 250 (300); 600 (900); 1100	-40 ...+1200
К (ХА), N (НН)	Кварцевое волокно типа QA	От 0.5 и более	100 (200); 250 (300); 600 (700); 900	-40 ...+1000
N (НН)	Стали и сплавы типа С321; С316; Т310; Т446; Т600; Т601; Т740	От 0.5 до 1.0	-200; 100 (200); 250 (300); 600 (700); 900	-200 ...+1300
	б/о			
N (НН)	Стали и сплавы типа С321; С316; Т310; Т446; Т600; Т601; Т740	Более 1.0	-200; 100 (200); 250 (300); 600 (900); 1100	-200 ...+1300
	б/о			
L (ХК)	Стали и сплавы типа С321	От 0.5 и более	-200; 100; 250 (300); 400 (500); 600 (700); 800	-100 ...+800
	б/о			
J (ЖК)	Стали и сплавы типа С321; С316	От 0.5 до 1.0	100; 250 (300); 400; 500 (600)	-40 ...+760
	б/о			
J (ЖК)	Стали и сплавы типа С321; С316	Более 1.0	100; 250 (300); 400; 600 (800)	-40 ...+760
	б/о			
T (МК)	Стали и сплавы типа С321; С316	От 0.5 до 1.0	-200; 100; 200; 300	-200 ...+400
	б/о			
T (МК)	Стали и сплавы типа С321; С316	Более 1.0	-200; 100; 200 (300); 400	-200 ...+400
	б/о			

\* расшифровка кода обозначения материала защитной оболочки указана в НД на датчики температуры.

Примечание:

1 Допускается не определять ТЭДС датчика температуры типа N, L и T в температурной точке минус 200 °С при этом нижнее значение диапазона температуры измерений составит минус 40 °С.

2 В обоснованных заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС датчика температуры при значениях температуры, указанных в таблице 8 в скобках.

3 При поверке ДТ с длиной погружаемой части до 250 мм (включительно) их ТЭДС должна быть определена не менее, чем при трех значениях температуры в пределах рабочего диапазона ДТ, лежащего внутри диапазона от 50 °С до 700 °С. Определение ТЭДС рекомендуется проводить при температурах 200 °С, 400 °С, 600 °С, (700 °С).

4 Для датчиков температуры специального назначения, применяемых в более узком диапазоне температуры, указанном заказчиком, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

5 Для датчиков температуры с диапазоном измерений, ограниченным минимальной и максимальной температурой эксплуатации материала защитной оболочки, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

6 Для датчиков температуры с диапазоном измерений менее 200 °С, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при двух значениях температуры.

7 Допускается определять ТЭДС датчиков температуры с другими типами материалов защитной оболочки при определенных значениях температуры, в зависимости от диапазона измерений и технических характеристик, в соответствии с таблицей 8.

8 Результаты определения ТЭДС при заданных значениях температуры для образцов-свидетелей, изготовленных из разных концов бухты термоэлектродного материала, распространяются на все датчики температуры, изготовленные из данной бухты.

9.4.1.3 ТЭДС датчиков температуры при заданных значениях температуры определяют в последовательности, указанной ниже:

- нагревают термостат или горизонтальную трубчатую печь до заданного значения температуры с допускаемыми отклонениями, не превышающими: для термостата –  $\pm 0.5$  °С, для печи –  $\pm 10$  °С;

- температуру термостата или печи контролируют эталонным СИ. При проведении измерений ТЭДС датчика температуры температурный ход не должен превышать: для термостата –  $0.1$  °С/мин; для печи –  $0.4$  °С/мин;

- цикл измерений осуществляется непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного СИ до отсчета показаний последнего поверяемого датчика температуры), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний последнего поверяемого датчика температуры до отсчета показаний эталонного СИ) и т. д. до получения десяти отсчетов показаний эталонного СИ и ТЭДС каждого поверяемого датчика температуры;

- усреднение производится по 10 отсчетам показаний средств измерений, интервалы времени между которыми равны;

- при измерении температуры эталонным термометром сопротивления отсчет проводят до  $0.01$  °С, отсчеты ТЭДС ТППО и поверяемых датчиков температуры проводят до  $10^{-3}$  мВ;

- результаты измерений температуры термостата (или при использовании печи - ТЭДС ТППО) и ТЭДС поверяемых датчиков температуры, а также значения температуры свободных концов, поверяемых датчиков температуры и эталона, помещенных в термостат для свободных концов определенных по показаниям эталонного термометра сопротивления, вносят в протокол поверки (приложение Б);

- операции, перечисленные выше, выполняют при всех заданных значениях температуры (таблица 8).



#### **9.4.2 ИДТ при отдельной поверке**

9.4.2.1 Для поверяемого первичного преобразователя (ПП) выполнить операции по п. 9.4.1

Примечание:

1. Для ИДТ с условным обозначением точности – Н25, F25, P25 дополнительно определяют ТЭДС при минимальной и максимальной температурах преобразования. При минимальной температуре диапазона преобразования меньше минус 70 °С проверяют отклонение от НСХ при минус 200 °С и минус 50 °С. Поверка для температуры минус 200 °С проводится в сосуде Дьюара с жидким азотом. Поверка для температуры минус 50 °С проводится в термостате переливном прецизионном.

2. Допускается, по согласованию с заказчиком, определять ТЭДС при значениях температуры, находящихся внутри диапазона преобразования ИП, но не менее чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

#### **9.4.3 Датчики температуры с дополнительным каналом**

9.4.3.1 В зависимости от режима работы объекта, на котором установлен поверяемый датчик температуры, поверку производят на одном или нескольких температурных уровнях  $t_{пов}^i$ .

9.4.3.2 Температуру объекта контролируют с помощью КЭТНН. При проведении измерений температурный ход не должен превышать 3 °С/мин.

Примечание:

1. При использовании прибора НН506РА его включают в режим, позволяющий отображать максимальное и минимальное измеренные значения. Проводят измерения в течение одной минуты. Разница максимального измеренного значения КЭТНН и минимального его значения не должна превышать 3 °С.

2. При проведении поверки в точках с интервалом 100 °С пределы диапазона поверки расширяются на 50 °С от наименьшего и наибольшего значений температуры в точках поверки.

9.4.3.3 Цикл контрольных измерений производят с использованием режима автоматической записи показаний КЭТНН и ЧЭ поверяемого датчика температуры. Интервалы времени между двумя последовательными записями показаний каждого датчика температуры во всем контрольном цикле должны быть одинаковыми и не превышать 3-х секунд. Запись показаний ведется до получения не менее 30 отсчетов показаний КЭТНН и ЧЭ поверяемого датчика температуры.

#### **9.5 Определение основной абсолютной погрешности ИП (отдельная поверка)**

9.5.1 Основную абсолютную погрешность ИП определяют методом сравнения измеренного и расчетного значений выходного сигнала в точках, соответствующих 0, 50, 100 % диапазона измерительного преобразователя в последовательности, указанной ниже:

– ИП подключить к калибратору сигналов согласно НД;  
– с помощью калибратора сигналов на вход ИП подать сигнал в мВ в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001 (сделав поправку на температуру окружающей среды, например, с помощью функции автоматической компенсации холодного спая, если таковая имеется), соответствующий расчетному сигналу 0, 50, 100 % диапазона преобразования ИП, одновременно измеряя и записывая выходной токовый сигнал.

9.5.2 ИП ИДТ с условным обозначением точности – Н25, F25, P25 необходимо настроить в соответствии с п. 9.7.

9.5.3 После настройки ИП, ИДТ проверяются в двух точках, соответствующих 20 и 80 % диапазона на соответствие заявленной точности.

## 9.6 Определение основной абсолютной погрешности ИДТ (комплектная поверка)

Поверка ИДТ выполняется в крайних и двух точках внутри диапазона преобразования. Допускается проводить поверку в крайних и одной точке внутри диапазона преобразования, если последний не превышает 400 °С.

Примечание:

1. При минимальной температуре диапазона преобразования меньше минус 70 °С, за исключением значения минус 200 °С, допускается проверять отклонение от НСХ при минус 70 °С.
2. Поверка для температуры минус 200 °С проводится в сосуде Дьюара с жидким азотом. Поверка для температуры минус 70 °С проводится в термостате переливном прецизионном.
3. Допускается, по согласованию с заказчиком, определять значения выходного сигнала при значениях температуры, находящихся внутри диапазона преобразования ИП, но не менее чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

## 9.7 Настройка ИП

9.7.1 Настройка ИП проводится в соответствии с НД.

# 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

## 10.1 Обработка результатов измерений ТЭДС датчиков температуры методом прямых измерений

10.1.1 Из результатов измерений, выполненных в соответствии с п. 9.4.1.3, вычисляют среднеарифметические значения температуры в термостате по показаниям эталонного СИ и среднеарифметические значения ТЭДС поверяемых датчиков температуры, а также при поверке датчиков температуры в печи – среднеарифметические значения ТЭДС эталонного СИ и каждого поверяемого датчика температуры.

10.1.2 Среднеарифметические значения ТЭДС эталонного СИ и каждого поверяемого датчика температуры приводят к значениям ТЭДС  $E_{пов}^{пр}$  и  $E_{эт}^{пр}$  при температуре свободных концов, равной 0 °С, внося поправку  $E(t_{с.к.})$  на температуру свободных концов датчика температуры. Поправку определяют в каждом случае по соответствующей НСХ для датчиков температуры. Значение поправки имеет знак «плюс» и равно табличному значению ТЭДС датчика температуры при такой температуре, какую при поверке имели свободные концы. Приведенные значения ТЭДС  $E_{пов}^{пр}$  и  $E_{эт}^{пр}$  вносят в протокол поверки (приложение Б).

В среднеарифметические значения показаний эталонного СИ вносят поправки, значения которых указаны в свидетельстве о поверке, и действительное значение температуры  $t_{эт}^{пр}$  вносят в протокол поверки (приложение Б).

10.1.3 По приведенному значению ТЭДС эталонного СИ (ТППО) определяют температуру (действительное значение температуры  $t_{эт}^{пр}$ ), °С рабочих концов поверяемых датчиков температуры по формуле:

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

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

$E_{эт}^{пр}$  — приведенное значение ТЭДС эталонного СИ, мВ;

$E_{эт}^{свид}$  — значение ТЭДС, взятое из свидетельства на эталонный СИ, ближайшее к  $E_{эт}^{пр}$ , мВ;

$(\Delta E / \Delta t)_t$  — чувствительность эталонного СИ типа ТППО на единицу температуры, мВ/°С указана в таблице 9.

Таблица 9

Тип эталонного СИ	$(\Delta E / \Delta t)_t \cdot 10^3$ , мВ/°С, при значениях температуры $t_{\text{свид}}$ , °С									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
ТППО (тип S – по ГОСТ Р 52314-2005)	9.1	9.6	9.9	10.2	10.5	10.9	11.2	11.5	11.8	12.1

10.1.4 По НСХ для поверяемых датчиков температуры находят нормированное значение ТЭДС, соответствующее показаниям эталонного термометра сопротивления или действительному значению температуры, вычисленному по формуле (1), по показаниям ТППО.

10.1.5 Для каждого поверяемого датчика температуры определяют разность между приведенным и нормированным значениями ТЭДС, выраженных в единицах температуры при каждом значении температуры, вычисленной по формуле (1).

$$\Delta t = t_{\text{пов}}^{\text{нр}} - t_{\text{эт}}^{\text{нр}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

Результаты поверки считаются положительными, если разность  $\Delta t$  указанных значений в каждой точке не превышает значений, указанных в таблицах 10 и 11, для датчиков температуры с длиной погружаемой части более 250 мм, до 250 мм (включительно), соответственно.

Таблица 10 - Метрологические характеристики датчика температуры

Тип датчика температуры	Диапазон измерений <sup>1</sup> , °С		Обозначение класса первичного преобразователя	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ, °С
	от	до		
КТХА, КТХА Ex	-40	+250	к0	$\pm (0.5 + 0.002 \cdot  t )$
	+250	+1100		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+275	к1	$\pm 1.1$
	+275	+1100		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-200	-110	к2	$\pm 0.02 \cdot  t $
	-110	+293		$\pm 2.2$
+293	+1300	$\pm 0.0075 \cdot  t $		
КТХК, КТХК Ex	-40	+375	к1	$\pm 1.5$
	+375	+600		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-100	+360	к2	$\pm 2.5$
	+360	+800		$\pm (0.7 + 0.005 \cdot  t )$
КТНН, КТНН Ex	-40	+250	к0	$\pm (0.5 + 0.002 \cdot  t )$
	+250	+1100		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+275	к1	$\pm 1.1$
	+275	+1250		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-200	-110	к2	$\pm 0.02 \cdot  t $
	-110	+293		$\pm 2.2$
+293	+1300	$\pm 0.0075 \cdot  t $		
КТЖК, КТЖК Ex	-40	+275	к1	$\pm 1.1$
	+275	+760		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+293	к2	$\pm 2.2$
	+293	+760		$\pm 0.0075 \cdot  t $
КТМК, КТМК Ex	-40	+125	к1	$\pm 0.5$
	+125	+370		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-200	-66	к2	$\pm 0.015 \cdot  t $
	-66	+135		$\pm 1.0$
	+135	+400		$\pm 0.0075 \cdot  t $

<sup>1</sup> – Указаны предельные значения. Конкретный диапазон, в зависимости от конструктивной модификации, указан в паспорте и в маркировке датчика температуры

Таблица 11 - Метрологические характеристики датчика температуры

Тип датчика температуры	Диапазон измерений <sup>1</sup> , °С		Обозначение класса первичного преобразователя	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ, °С
	от	до		
КТХА. КТХА Ex	-40	+250	к0	$\pm (0.5 + 0.002 \cdot  t )$
	+250	+800		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+275	к1	$\pm 1.1$
	+275	+800		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+293	к2	$\pm 2.2$
	+293	+800		$\pm 0.0075 \cdot  t $
КТХК, КТХК Ex	-40	+375	к1	$\pm 1.5$
	+375	+600		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+360	к2	$\pm 2.5$
	+360	+800		$\pm (0.7 + 0.005 \cdot  t )$
КТНН КТНН Ex	-40	+250	к0	$\pm (0.5 + 0.002 \cdot  t )$
	+250	+800		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+275	к1	$\pm 1.1$
	+275	+800		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+293	к2	$\pm 2.2$
	+293	+800		$\pm 0.0075 \cdot  t $
КТЖК КТЖК Ex	-40	+275	к1	$\pm 1.1$
	+275	+760		$\pm 0.004 \cdot  t $
	-40	+293	к2	$\pm 2.2$
	+293	+760		$\pm 0.0075 \cdot  t $
КТМК КТМК Ex	-40	+125	к1	$\pm 0,5$
	+125	+370		$\pm 0,004 \cdot  t $
	-40	+135	к2	$\pm 1,0$
	+135	+400		$\pm 0,0075 \cdot  t $

<sup>1</sup> – Указаны предельные значения. Конкретный диапазон, в зависимости от конструктивной модификации, указан в паспорте и в маркировке датчика температуры

Поверяемые датчики температуры, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть переведены в более низкий класс или указанные датчики температуры должны быть забракованы.

10.1.6 Изменение значения разности между приведенным и нормированным значениями ТЭДС датчиков температуры, выраженными в единицах температуры, вычисленное по формуле (2), за межповерочный интервал (дрейф метрологических характеристик) от соответствующего значения, полученного при предыдущей поверке в установленных температурных точках, должно быть не более указанного в НД на датчик температуры конкретного типа. Поверяемые датчики температуры, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть забракованы.

Примечание:

Допускается вычислять температуру эталонного СИ другими численными методами с использованием современной вычислительной техники.

## 10.2 Обработка результатов определения основной абсолютной погрешности ИДТ

### 10.2.1 ИДТ при раздельной поверке

#### Обработка результатов измерений ТЭДС ПП

10.2.1.1 После операций, выполненных в соответствии с п. 9.4, выполнить операции в соответствии с п. 10.1.

### Обработка результатов определения основной абсолютной погрешности ИП

10.2.1.2 После операций, выполненных в соответствии с п. 9.4, вычисляют значение температуры  $t_i$ , соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу  $I_{\text{вых}}^i$  по формуле 3:

$$t_i = \frac{I_{\text{вых}}^i - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) + t_{\text{min}}, \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

где  $I_{\text{вых}}^i$  – результат измерений тока, соответствующий измеряемой температуре, мА;

$I_{\text{min}}$ ;  $I_{\text{max}}$  – нижний и верхний пределы диапазона преобразования выходного тока, мА;

$t_{\text{min}}$ ;  $t_{\text{max}}$  – нижний и верхний пределы диапазона преобразования ИП,  $^\circ\text{C}$ .

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 4, в каждой точке не превышает значений, указанных в таблице 12.

$$\Delta_{\text{ИП}} = t_i - t_c, \quad ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Таблица 12 – Метрологические характеристики ИП в зависимости от вида выходного сигнала и условного обозначения точности датчиков температуры (при условии поверки с включенной автоматической компенсацией холодного спая)

Условное обозначение точности ИДТ согласно приложению А	Диапазон преобразования $t_n$ , $^\circ\text{C}$	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, $^\circ\text{C}$
T50, T40, T80	от 50 до 1500	$\pm 1.6$
H50, H80	от 50 до 1000 включ.	$\pm 1.3$
	св. 1000 до 1500	$\pm 0.125 \% \cdot t_n$
F50, P50, W50, F40, P40, W40, H40, F25, P25, H25	от 50 до 1000 включ.	$\pm 0.9$
	св. 1000 до 1500	$\pm 0.085 \% \cdot t_n$

#### 10.2.2 ИДТ при комплектной поверке

10.2.2.1 После операций, выполненных в соответствии с п. 9.6, вычисляют значение температуры  $t_i$ , соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу  $I_{\text{вых}}^i$  по формуле 3.

10.2.2.2 Вычислить погрешность измерений по формуле:

$$\Delta_{\text{ИДТ}} = t_i - t_{\text{эт}}, \quad ^\circ\text{C} \quad (5)$$

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 5, в каждой точке не превышает значений, указанных в таблице 13. При невыполнении этого условия допускается проводить настройку общего сдвига ИП, согласно указаний в НД. После настройки необходимо повторить выполнение операций поверки.

Таблица 13 – Метрологические характеристики ИДТ с выходным сигналом постоянного тока и (или) цифровым сигналом по протоколам типа HART, PROFIBUS-PA, FOUNDATION Fieldbus, Wireless HART

Тип датчика температуры	Вид выходного сигнала и условное обозначение точности ИДТ согласно приложению А	Диапазон преобразования $t_n$ , °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С
КТХА КТХА Ех, КТХК КТХК Ех, КТНН КТНН Ех, КТЖК КТЖК Ех, КТМК КТМК Ех	Н50, F50, P50, W50	от 50 до 350 включ.	± 1.7
		св. 350 до 1500	± 0.5 % · $t_n$
	Н40, F40, P40, W40	от 50 до 300 включ.	± 1.2
		св. 300 до 1500	± 0.4 % · $t_n$
	Н25, F25, P25	от 50 до 350 включ.	± 0.9
		св. 350 до 1500	± 0.25 % · $t_n$
	Н80	от 50 до 300 включ.	± 2.5
		св. 300 до 1500	± 0.8 % · $t_n$
	Т50	от 50 до 400 включ.	± 2.0
		св. 400 до 1500	± 0.5 % · $t_n$
	Т40	от 50 до 350 включ.	± 1.5
		св. 350 до 1500	± 0.4 % · $t_n$
Т80	от 50 до 300 включ.	± 2.5	
	св. 300 до 1500	± 0.8 % · $t_n$	

Примечание:

$$a) t_n = t_{\max} - t_{\min}, \text{ °С} \quad (6)$$

где  $t_{\max}$  и  $t_{\min}$  – верхний и нижний пределы диапазона преобразования (указан в паспорте и в маркировке датчика температуры);

б) Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности учитывают вклад погрешности, вызванной автоматической компенсацией температуры холодных спаев;

в) Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности датчиков температуры, приведенные в таблице 13, обеспечиваются при условии, если нижний предел диапазона преобразования  $t_{\min}$  находится в диапазоне температур от минус 200 до 0 °С

### 10.2.3 Датчик температуры с дополнительным каналом

10.2.3.1 По результатам измерений, выполненных в соответствии с 9.4.3, вычисляют разницу показаний ЧЭ поверяемого датчика температуры и показаний КЭТНН для каждого отсчета по формуле (7):

$$\Delta_{ИЗМ}^i = t_{ПОВ}^i - t_{ИЗ}^i, \text{ °С} \quad (7)$$

Затем вычисляют среднее арифметическое значение:

$$\Delta_{ИЗМ} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{ИЗМ}^i}{n}, \text{ °С} \quad (8)$$

где  $n$  – число отсчетов в цикле измерений.

Результат вычисления  $\Delta_{ИЗМ}$  заносят в протокол поверки (приложение Б)

10.2.3.2 Вычисляют среднее арифметическое значение показаний КЭТНН:

$$t_{ИЗ} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ИЗ}^i}{n}, \text{ °С} \quad (9)$$

Результат вычисления  $t_{ИЗ}$  заносят в протокол поверки (приложение Б).

10.2.3.3 Определяют поправку  $\Delta_{ЭТ}$ . Для этого используют приведенные в свидетельстве на поверку КЭТНН функцию отклонения от НСХ или таблицу поправок.

Среднее значение показаний КЭТНН  $t_{из}$  подставляют в функцию отклонения и вычисляют поправку  $\Delta_{ЭТ}$ . В случае использования таблицы поправок из свидетельства о поверке КЭТНН поправку вычисляют линейной интерполяцией между двумя ближайшими значениями температур.

Результат вычисления  $\Delta_{ЭТ}$  заносят в протокол поверки (приложение Б).

10.2.3.4 Вычисляют отклонение показаний ЧЭ поверяемого датчика температуры от НСХ:

$$\Delta_{пов} = \Delta_{изм} - \Delta_{ЭТ}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (10)$$

Результат вычислений  $\Delta_{пов}$  заносится в протокол поверки (приложение Б)

10.2.3.5 Для ЧЭ поверяемого датчика температуры определяют  $\Delta_{доп}$  по ГОСТ 6616-94.

Результат вычислений  $\Delta_{доп}$  заносится в протокол поверки (приложение Б).

10.2.3.6 Проверяют выполнение условия пригодности датчика температуры для дальнейшего применения:

$$\Delta_{пов} \leq \Delta_{доп} \quad (11)$$

10.2.3.7 Датчики температуры, ЧЭ которых не удовлетворяют требованию (11), должны быть переведены в более низкий класс точности или забракованы.

10.2.3.8 Результат поверки признается положительным при выполнении требований пункта 10.2.3.6 и следующего условия:

$$S_{изм} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_{изм}^i - \Delta_{изм})^2}{n-1}} \leq 0.3, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (12)$$

Средняя квадратичная погрешность единичных измерений разницы температур должна быть не более 0.3  $^\circ\text{C}$ .

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

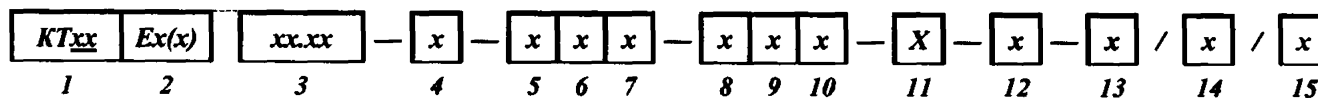
11.1 В процессе поверки поверитель должен вести протокол поверки, включающий в себя следующие данные: наименование, модификация и тип датчика температуры, заводской номер датчика температуры, рабочий диапазон температур датчика температуры, условное обозначение НСХ, наименование заказчика, данные измерений, заключение о годности, дату поверки, фамилию поверителя. Допускаются компьютерные записи и хранение протокола поверки.

11.2 Положительные результаты поверки датчика температуры удостоверяются знаком поверки и (или) свидетельством о поверке<sup>1</sup>. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке. Интервал до следующей поверки указывается в соответствии с требованиями таблиц 1, 2, 4 настоящей методики.

11.3 Если датчик температуры по результатам поверки признан непригодным к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> На территории Российской Федерации - по ПРИКАЗУ Минпромторга РФ от 02.07.2015 № 1815 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОРЯДКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАКУ ПОВЕРКИ И СОДЕРЖАНИЮ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОВЕРКЕ»

Модификации и схема обозначения датчиков температуры  
КТХА, КТХК, КТНН, КТЖК, КТМК, КТХА Ех, КТХК Ех, КТНН Ех, КТЖК Ех, КТМК Ех



№ поля	Описание поля	Код поля	Расшифровка
1	Тип датчика	<i>КТХА, КТХК, КТНН, КТЖК, КТМК</i>	Тип
2	Вид взрывозащиты	<i>Не заполнено</i>	Общепромышленное исполнение
		<i>Ех(х)</i>	Взрывозащищенное исполнение (согласно нормативной документации (НД))
3	Конструктивная модификация	Согласно НД	
4	Узел коммутации		
5	Обозначение класса первичного преобразователя	<i>к0, к1, к2</i>	Согласно таблице 10
6	Вид выходного сигнала	<i>Не заполняется</i>	Сигнал ТЭДС в соответствии с НСХ
		<i>T</i>	4 – 20 мА
		<i>H</i>	4 – 20 мА + HART
		<i>P</i>	Profibus
		<i>F</i>	Fieldbus
	<i>W</i>	Wireless HART	
7	Условное обозначение точности датчика температуры с ИП	<i>25 – 80</i>	Согласно таблице 13
8	Количество первичных преобразователей (ПП) в одном изделии	<i>Не заполнено</i>	Один первичный преобразователь
		<i>N</i>	N первичных преобразователей
9	Исполнение рабочего спая ПП	<i>И</i>	Изолированный
		<i>Н</i>	Неизолированный
		<i>О</i>	Открытый
10	Количество пар термоэлектродов в каждом ПП	<i>Не заполнено</i>	1 пара термоэлектродов
		<i>n</i>	n пар термоэлектродов
11	Материал наружной оболочки	Согласно НД	
12	Наружный диаметр рабочей части d, мм		
13	Монтажная длина датчика, мм		
14	Вспомогательный размер, мм		
15	Характерный геометрический параметр		



ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ/ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ №XXXX ОТ XX.XX.XXXX

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Кол-во, шт.	Заводской номер	Тип	НСХ	Диапазон измерений, °С

Заказ - Наряд № XXXX

Заказчик:

Адрес:

Датчик температуры поверен по:

Средства поверки:

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Метрологические характеристики	Заводской номер

Условия поверки:

Температура:

Влажность:

Атмосферное давление:

Операции поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Проверка электрического сопротивления изоляции:

Параметр	Значение $R_{из}$ , МОм, для датчика температуры
$R_{из}$	

3. Проверка электрической прочности изоляции:

Параметр	Значение параметра для датчика температуры
Электрическая прочность изоляции	

4. Определение ТЭДС датчика температуры при заданных значениях температуры:

	1	2	3	4	5
$E_{ЭТ}^{np}$ , мВ					
$t_{ЭТ}^{np}$ , °С					
$E_{пов}^{np}$ , мВ					
$t_{пов}^{np}$ , °С					
$\Delta t$ , °С					
$\Delta t_{доп}$ , °С					
$t_{с.к.}$ , °С					
$E_{ЭТ}^{np}$ – приведенное значение ТЭДС эталонного СИ, мВ; $E_{пов}^{np}$ – приведенное значение ТЭДС поверяемого датчика температуры, мВ; $t_{ЭТ}^{np}$ – температура эталонного СИ, °С.			$t_{пов}^{np}$ – температура поверяемого датчика температуры, °С; $\Delta t$ – отклонение ИСХ от НСХ, °С; $\Delta t_{доп}$ – допустимое отклонение ТЭДС от НСХ в соответствии с НД, °С.		

5. Заключение по результатам поверки

Заключение о пригодности датчика температуры и отметка о выдаче документа о поверке

Поверитель \_\_\_\_\_ Ххххх Х.Х.

Дата поверки \_\_\_\_\_ хх.хх.хххх г.

**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ/ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ (РАЗДЕЛЬНОЙ) ПОВЕРКИ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ №XXXX  
ОТ XX.XX.XXXX (В ЧАСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ)**

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Кол-во, шт.	Заводской номер	Тип	НСХ	Диапазон измерений, °С

Заказ - Наряд № XXXX

Заказчик:

Адрес:

Измерительный преобразователь поверен по:

Средства поверки:

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Метрологические характеристики	Заводской номер

Условия поверки:

Температура:

Влажность:

Атмосферное давление:

Операции поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Определение основной абсолютной погрешности измерительного преобразователя:

№ датчика температуры	Модель ИП	№ ИП	Контрольные точки		Расчетное значение выходного сигнала, мА	Измеренное значение выходного сигнала		Значение основной абсолютной погрешности, °С		Заключение о пригодности
			% от диапазона преобразования	Соответствующая температура		I, мА	T, °С	Допустимое	Измеренное	
			0							
			50							
			100							

Поверитель \_\_\_\_\_ Ххххх Х.Х.

Дата поверки \_\_\_\_\_ хх.хх.хххх г.

**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ/ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ (КОМПЛЕКТНОЙ) ПОВЕРКИ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ №XXXX ОТ XX.XX.XXXX**

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Кол-во, шт.	Заводской номер	Тип	НСХ	Диапазон измерений, °С

Заказ - Наряд № XXXX

Заказчик:

Адрес:

Датчик(и) температуры поверены по:

Средства поверки:

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Метрологические характеристики	Заводской номер

Условия поверки:

Температура:

Влажность:

Атмосферное давление:

Операции поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Проверка электрического сопротивления изоляции:

Параметр	Значение $R_{из}$ , МОм, для датчика температуры
$R_{из}$	

3. Проверка электрической прочности изоляции:

Параметр	Значение параметра для датчика температуры
Электрическая прочность изоляции	

4. Определение основной абсолютной погрешности ИДТ.

№ ИДТ	№ ИП	Модель ИП	Контрольные точки	Измеренная температура		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	$\Delta_{ИДТ}, ^\circ\text{С}$	Заключение о пригодности
			% от диапазона преобразования	$t_i, ^\circ\text{С}$	$t_{эт}, ^\circ\text{С}$			

Условные обозначения:

$t_i$  - температура поверяемого датчика температуры, °С;  $t_{эт}$  - температура эталонного датчика температуры, °С;

$\Delta_{ИДТ}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ИДТ, °С:  $\Delta_{ИДТ} = t_i - t_{эт}$ .

5. Заключение по результатам поверки

Заключение о пригодности датчика температуры и отметка о выдаче документа о поверке
---

Поверитель \_\_\_\_\_ Ххххх Х.Х.

Дата поверки \_\_\_\_\_ хх.хх.хххх г.

**ПРОТОКОЛ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ КАНАЛОМ №XXXX ОТ ХХ.ХХ.ХХХХ**

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Кол-во, шт.	Заводской номер	Тип	НСХ	Диапазон измерений, °С

Заказ - Наряд № XXXX

Заказчик:

Адрес:

Датчик температуры поверен по:

Средства поверки:

№ позиции	Наименование, тип, модификация	Метрологические характеристики	Заводской номер

Условия поверки:

Температура:

Влажность:

Атмосферное давление:

Операции поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Проверка электрического сопротивления изоляции:

Параметр	Значение $R_{из}$ , МОм, для датчика температуры
$R_{из}$	

3. Определение отклонения показаний датчика температуры от НСХ:

$t_{из}$	$\Delta_{изм}$	$\Delta_{эт}$	$\Delta_{доп}$	$\Delta_{пов}$

$t_{из}$  – измеренное значение температуры эталонного датчика температуры, °С;

$\Delta_{изм}$  – средняя разница между показаниями ЧЭ поверяемого датчика температуры с дополнительным каналом и показаниями эталонного датчика температуры, °С;

$\Delta_{эт}$  – значение индивидуальной поправки к показаниям эталонного датчика температуры, °С;

$\Delta_{доп}$  – пределы допускаемых отклонений значений ТЭДС ЧЭ датчика температуры с дополнительным каналом от НСХ, °С;

$\Delta_{пов}$  – отклонение показаний ЧЭ поверяемого датчика температуры с дополнительным каналом от НСХ, °С;

4. Заключение по результатам поверки

Заключение о пригодности датчика температуры и отметка о выдаче документа о поверке
---

Поверитель \_\_\_\_\_  
Дата поверки \_\_\_\_\_ г.

Ххххх Х.Х.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. ASTM E1684-00 Standard specification for Miniature Thermocouple Connectors. Типовые технические условия на малогабаритные соединительные устройства для термопар.
2. ASTM E1129/E1129M-98(2002) Standard specification for Thermocouple Connectors. Типовые технические условия на соединительные устройства для термопар.