



ОКП 421140
ТНВЭД 902590009

ООО «НПП «ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИКА»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

ООО «НПП «Промышленная Автоматика»

Свидетельство № _____

_____ И.В. Телешев

Дата выдачи _____

« _____ » _____ 2016 г.

**Термопреобразователи сопротивления платиновые
«ТСП» и «ТСП-К»**

Руководство по эксплуатации

В407.240.000.000 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	3
1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ	5
1.1 Назначение изделия	5
1.2 Технические характеристики (свойства)	7
1.3 Комплектность	13
1.4 Устройство и работа	13
1.5 Средства измерения, инструмент для техобслуживания и эксплуатации.	15
1.6 Маркировка, упаковка	15
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	16
2.1 Подготовка изделия к использованию	16
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	16
3.1 Общие указания	16
3.2 Меры безопасности	17
3.3 Указания по поверке	17
4 ХРАНЕНИЕ	17
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	17
6 УТИЛИЗАЦИЯ	17
7 Приложение 1. Методика поверки В 407.240.000.000 МП	18

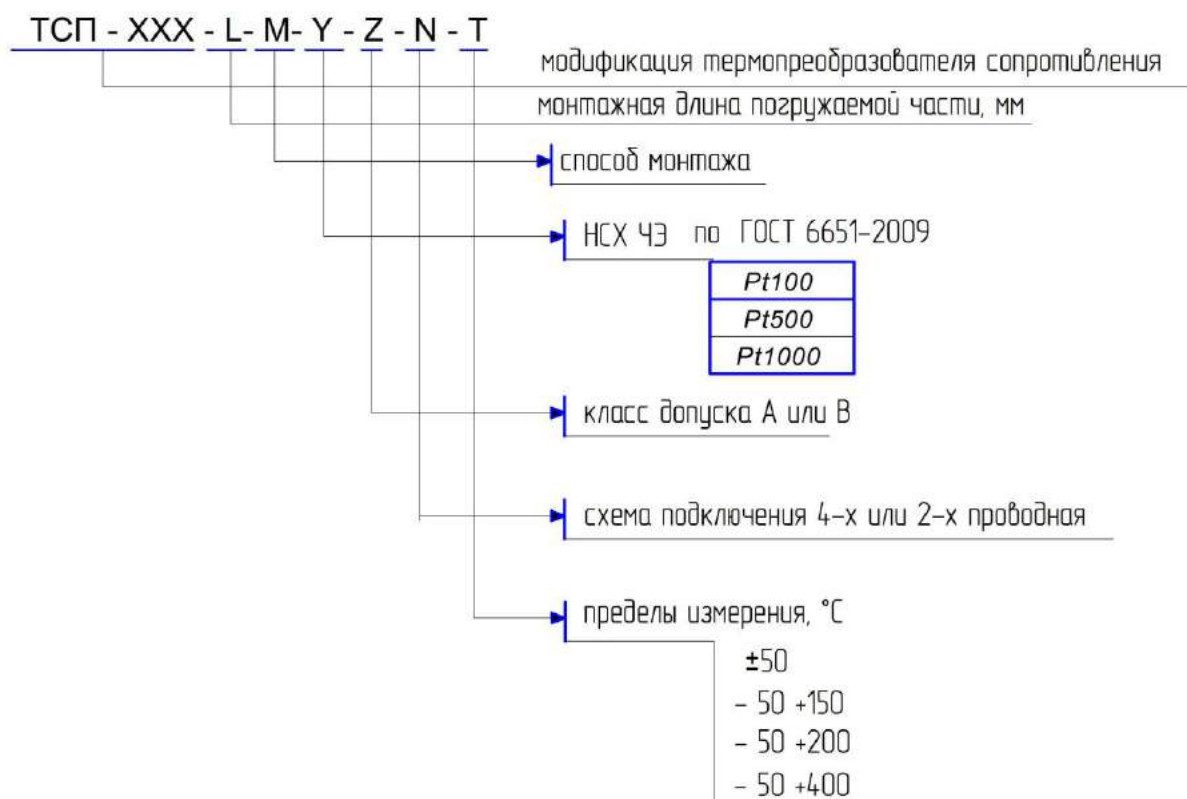
ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП и ТСП-К.

Термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП (далее – ТСП или термопреобразователи) предназначены для измерения температуры жидких, газообразных и сыпучих веществ.

Подобранные комплекты (пары) термопреобразователей сопротивления платиновые разности температур ТСП-К (далее ТСП-К) предназначены для измерения температуры и разности температур в трубопроводах систем теплоснабжения в составе теплосчетчиков и измерительных систем учета количества тепла.

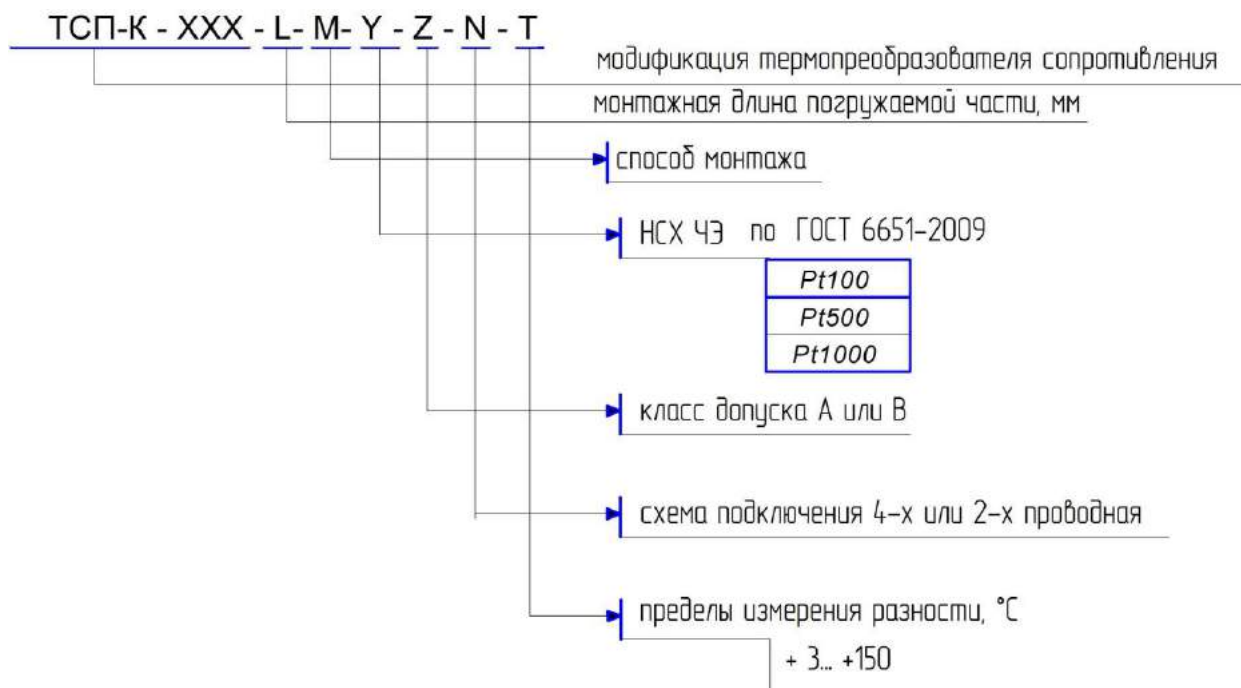
Условные обозначения термопреобразователей температуры ТСП:



Примеры записи ТСП при их заказе и в документации другой продукции:

- термопреобразователь сопротивления модификации 101, с длиной погружаемой части длиной 120 мм, с монтажной гайкой М20х1,5; НСХ ЧЭ – Pt100, с диапазоном измерения от минус 50 до плюс 200 °С: ТСП-101-120-М20-Pt100/А/4(-50+200) ТУ 4211-033-87875767-2016;
- термопреобразователь сопротивления модификации 102, НСХ ЧЭ - Pt1000, длиной погружаемой части длиной 70 мм, с диапазоном измерения температур от минус 50 до плюс 50 °С: ТСП-102-70-Pt1000/А/4(-50+50) ТУ 4211-033-87875767-2016.

Условные обозначения комплектов термопреобразователей платиновых температуры и разности температур ТСП-К:



Примеры записи ТСП-К при их заказе и в документации другой продукции:

- комплектные термопреобразователи сопротивления разности температур модификации 101, с длиной погружаемой части 120 мм, с монтажной гайкой М20х1,5; НСХ ЧЭ – Pt100, с диапазоном измерения разности температур от +3 до +150 °С: ТСП-К-101-100-М20-Pt100/А/4(+3---+150) ТУ 4211-033-87875767-2016;

- комплектные термопреобразователи сопротивления разности температур модификации 101 с длиной погружаемой части длиной 120 мм, НСХ ЧЭ - Pt1000, монтажной длиной 70 мм, с диапазоном измерения разности температур от +3 до +150 °С: ТСП-К-101-70-Pt1000/А/4(+3...+150) ТУ 4211-033-87875767-2016.

Примечание. 1. По заказу могут изготавливаться термопреобразователи сопротивления ТСП-К без клеммной головки с отличительной маркировкой ТСП-КП с длиной проводов до 5 м.

Маркировка проводов в соответствии с ГОСТ 6651-2009.

2. Для двухпроводной схемы подключения в паспорте указать сопротивление проводов или сопротивление проводов на погонный метр.

3. Монтажная гайка по заказу М20х1,5; М12х1,5; М10х1; G 1/2 “.

Настоящее руководство содержит сведения об устройстве, принципе действия, а также указания необходимые для правильной эксплуатации и полного использования технических возможностей термопреобразователей сопротивления ТСП и ТСП-К.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение изделия.

1.1.1. Термопреобразователи **ТСП** (далее ТСП или **термопреобразователи**) предназначены для измерения температуры жидких, газообразных и сыпучих веществ.

1.1.2. Термопреобразователи **ТСП** могут использоваться в устройствах контроля, регулирования и управления технологическими процессами в системах отопления, вентиляции, кондиционирования и других отраслях.

1.1.3. Подобранные пары термопреобразователей сопротивления платиновые разности температур **ТСП-К** (далее ТСП-К) предназначены для измерения температуры и разности температур в трубопроводах систем теплоснабжения в составе теплосчетчиков и измерительных систем учета количества тепла.

1.1.4. Типы и пределы измерений приведены в таблице 1

Таблица 1

Условное обозначение НСХ ЧЭ	Диапазон измерений, °С				
	Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-2009				
	ТСП-101		ТСП-К	ТСП-102	ТСП-103
Pt 100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до 200	от -50 до 400	от 0 до 160	от -50 до 50	от -50 до 150
Pt 500 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до 200	от -50 до 400	от 0 до 160	от -50 до 50	от -50 до 150
Pt 1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до 200	от -50 до 400	от 0 до 160	от -50 до 50	от -50 до 150

1.1.1.5 Внешний вид ТСП (ТСП-К) приведен на рисунках 1-5.

1.1.1.6 ТСП (ТСП-К) работоспособны при давлении 0,01 МПа (для диаметра монтажной части 4 или 5 мм) или 1,6 МПа (для диаметра монтажной части 6 или 8 мм), в зависимости от конструкции защитного корпуса чувствительного элемента.

ТСП (ТСП-К) герметичны по отношению к окружающей среде, пропуск среды в соединениях не допускается.

ТСП (ТСП-К) выдерживают испытание на прочность и герметичность пробным давлением 0,02 МПа для диаметра монтажной части 4 или 5 мм и 2,0 МПа для диаметра монтажной части 6 или 8 мм в течение 1 минуты.

1.1.7. Номинальное значение климатических факторов – по группе УХЛ 3.1 ГОСТ 15150-69. При этом значения температуры и влажности окружающего воздуха должны устанавливаться равными (в зоне коммутационной головки):

- верхнее значение предельной рабочей температуры +70 °С;
- нижнее значение предельной рабочей температуры минус 50 °С;
- рабочее значение относительной влажности, не более 95% при +35 °С

1.1.8. Термопреобразователи выдерживают при эксплуатации воздействие на них механических факторов внешней среды, соответствующее группе исполнения N2 по ГОСТ Р 52931-2008- синусоидальные вибрации высокой частоты (10-55) Гц с амплитудой смещения до 0,35 мм.

1.1.9. Степень защиты термопреобразователей по ГОСТ 14254-96 от попадания внешних твердых предметов и воды соответствует исполнению IP65 для моделей - ТСП-101, ТСП-К-101 и IP54 - для моделей ТСП-102, ТСП-103.

1.1.10. Термопреобразователи в упаковке для транспортирования должны выдерживать воздействие механико-динамических нагрузок со значением пикового ударного ускорения 98 м/с^2 длительностью ударного импульса 16 мс, число ударов 1000 ± 10 .

1.2 Технические характеристики (свойства)

1.2.1. Термопреобразователи сопротивления ТСП, ТСП-К выполняют функцию преобразования измеряемой температуры в электрический сигнал. Принцип действия термопреобразователя основан на преобразовании измеряемой температуры в электрический сигнал в виде изменения сопротивления пленочного платинового чувствительного элемента.

Измерительные преобразователи температуры и контроллеры подключается проводами к клеммной колодке, которая расположена внутри корпуса, под крышкой.

1.2.2. Основные характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики	Значение
Тип чувствительного элемента	Платиновый (Pt)
Номинальная статическая характеристика (НСХ)	Pt 100, Pt 500, Pt 1000
Температурный коэффициент α , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	0,00385
Максимальный измерительный ток, мА, при сопротивлении: 100 Ом 500 Ом 1000 Ом	1,0 0,7 0,3
Класс допуска по ГОСТ 6651-2009	A (F0.15) или B (F 0.3)
Допуск по ГОСТ 6651-2009, $^{\circ}\text{C}$: - для F 0.15 - для F 0.3	$\pm (0,15 + 0,002 t)$ $\pm (0,3 + 0,005 t)$
Предел допускаемой относительной погрешности измерения разности температур Δt в диапазоне от $\Delta t_{\min}$ до 150 $^{\circ}\text{C}$ (только для модели ТСП-К)	$\pm (0,5 + 3\Delta t_{\min} / \Delta t)$
Рабочий диапазон измеряемых температур, $^{\circ}\text{C}$: - для ТСП-101 - для ТСП-102 - для ТСП-103 - для ТСП-К	от -50 до +200 от -50 до +400 от -50 до +50 от -50 до +150 от 0 до +160
Минимальная измеряемая разность температуры для модели ТСП-К, $\Delta t_{\min}$, $^{\circ}\text{C}$	3
Электрическое сопротивление изоляции при температуре $(25 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности (45- 80)%, МОм, не менее	100
Ток утечки, мА, не более	5
Время термической реакции, не более, с	60
Схема соединения чувствительного элемента	2-х проводная, 4-х проводная
Степень защиты	IP65 или IP54
Рабочее давление, МПа, не более	0,01 или 1,6
Средний срок службы лет, не менее	10

Длина монтажной части, L, не более, м	60,70, 80, 100, 120, 160, 250
Диаметр монтажной части, D, не более, мм	4, 5, 6, 8
Габаритные размеры коммутационной головки, не более, мм: модель ТСП-102, ТСП-103 модели ТСП и ТСП-К-101 с монтажной гайкой модели ТСП и ТСП-К-101 без монтажной гайки	85x60x36 80x58x125 80x58x64
Масса, кг, не более	0,6
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, при 35 °С и ниже	от -50 до +70 80 %

1.2.3. Внешний вид и габаритные размеры ТСП и ТСП-К приведены на рис. 1...5.

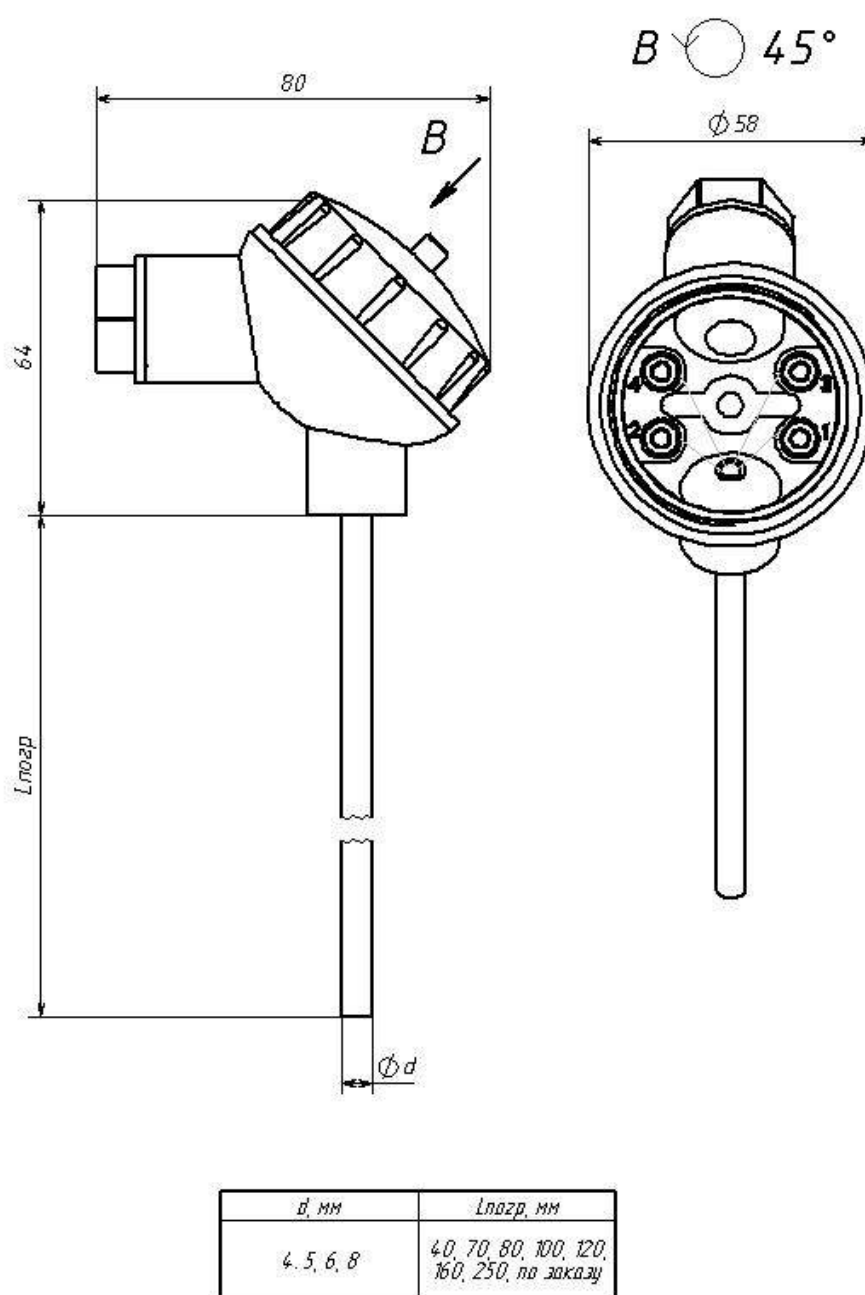
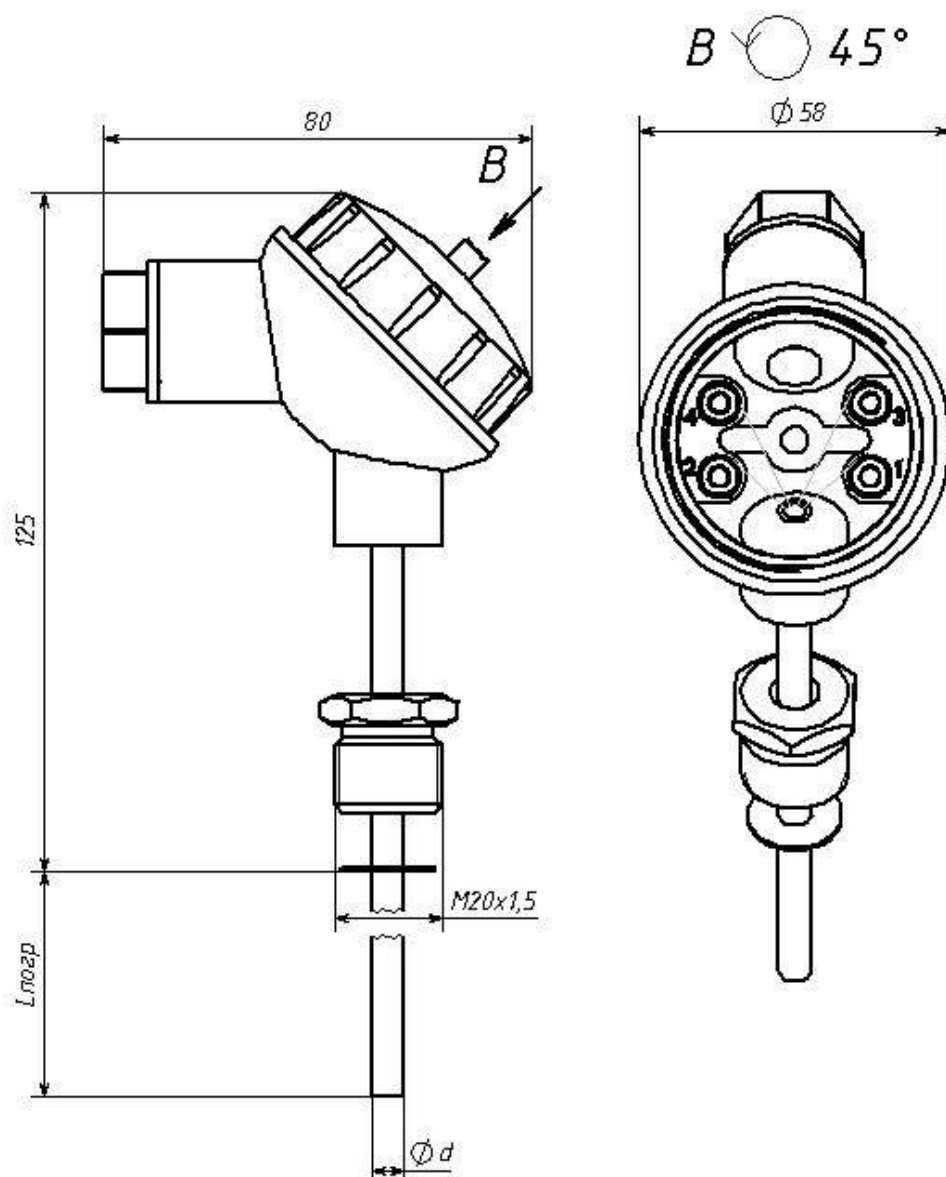
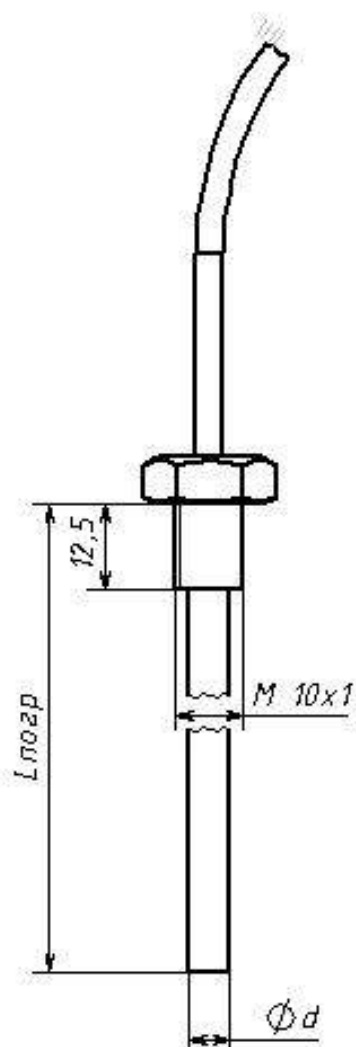


Рис. 1. Внешний вид моделей термопреобразователей ТСП-101 и ТСП-К-101.



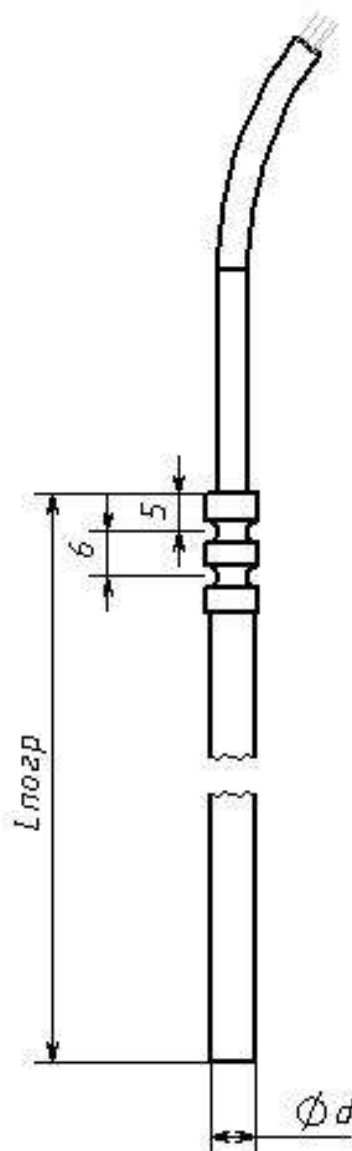
<i>d, мм</i>	<i>Lпогр, мм</i>
4, 5, 6, 8	40, 70, 80, 100, 120, 160, 250, по заказу

Рис. 2. Внешний вид моделей термопреобразователей ТСП-101-M20x1,5 и ТСП-К-101-M20x1,5 с подвижной монтажной гайкой.



$\phi d, \text{ мм}$	$L_{\text{позр}}, \text{ мм}$
4, 5, 6	40, 60, 80, 100, 120

Рис. 3. Внешний вид моделей термопреобразователей ТСП-101П-М10х1 и ТСП-К-101П-М10х1 с монтажной гайкой и кабельным подключением.



$\Phi d, \text{ мм}$	$L_{погр}, \text{ мм}$
4, 5, 6	40, 60, 80, 100, 120

Рис. 4. Внешний вид моделей термопреобразователей **ТСП-101П** и **ТСП-К-101П** с кабельным подключением.

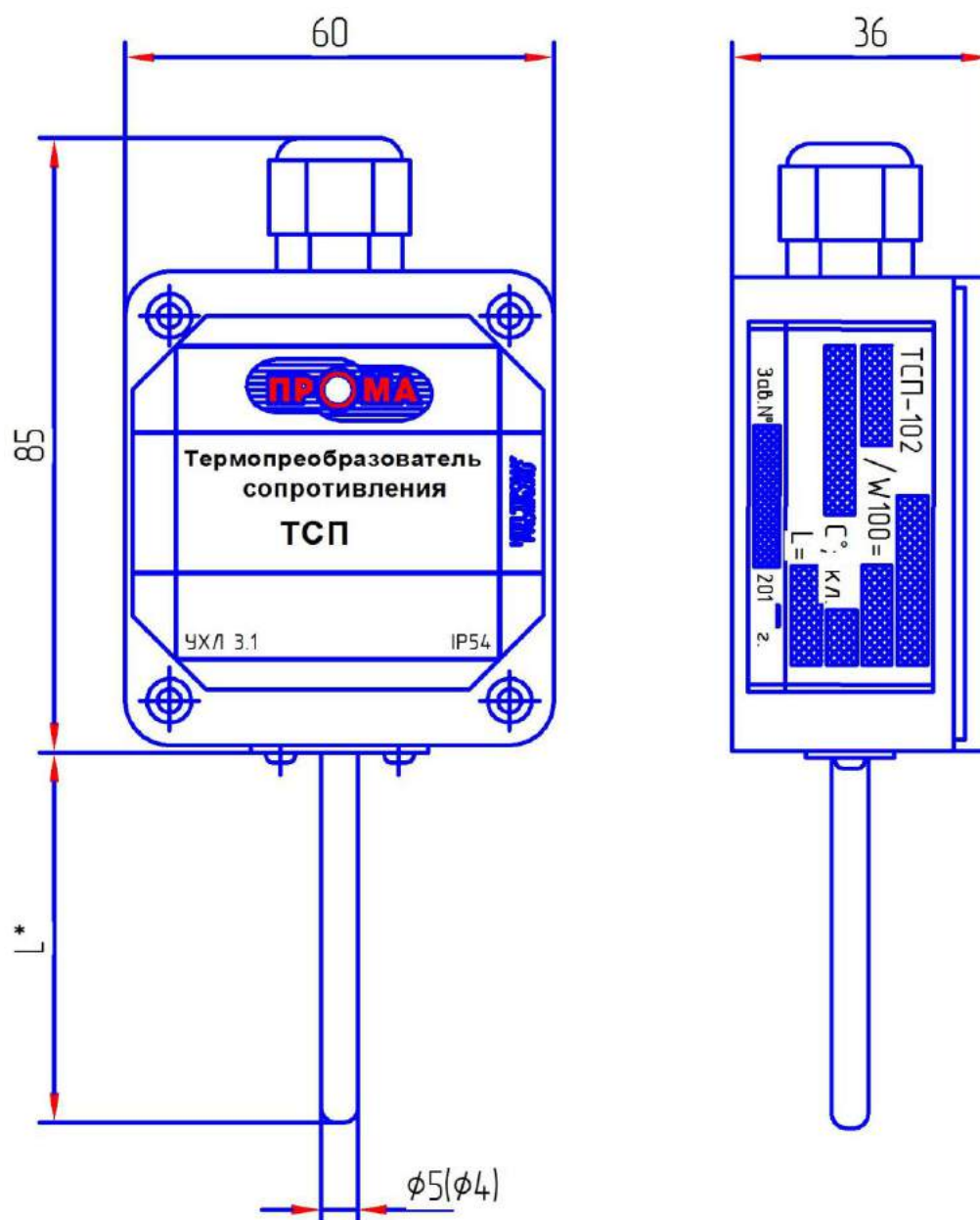


Рис. 5. Внешний вид моделей термопреобразователей ТСП-102 и ТСП-103.

1.2.4. Термопреобразователи работоспособны при давлении 0,01 МПа (для диаметра монтажной части 5 мм) или 1,6 МПа (для диаметра монтажной части 6 или 8 мм), в зависимости от конструкции защитного корпуса монтажной части.

Монтажные части ТСП герметичны по отношению к окружающей среде, пропуск среды в соединениях не допускается.

Монтажные части ТСП выдерживают давление рабочей среды 0,01 МПа для диаметра монтажной части 5 мм и 1,6 МПа для диаметра монтажной части 6 или 8 мм.

1.2.5. В термопреобразователи входят:

- защитный корпус;
- чувствительный элемент;
- клемма электрическая или кабель;
- материал корпуса – сплав алюминия или пластик;
- материал чувствительного элемента – платина.

1.3 Комплектность

1.3.1 Комплект поставки ТСП и ТСА-К должен соответствовать таблице 3.

Таблица 3

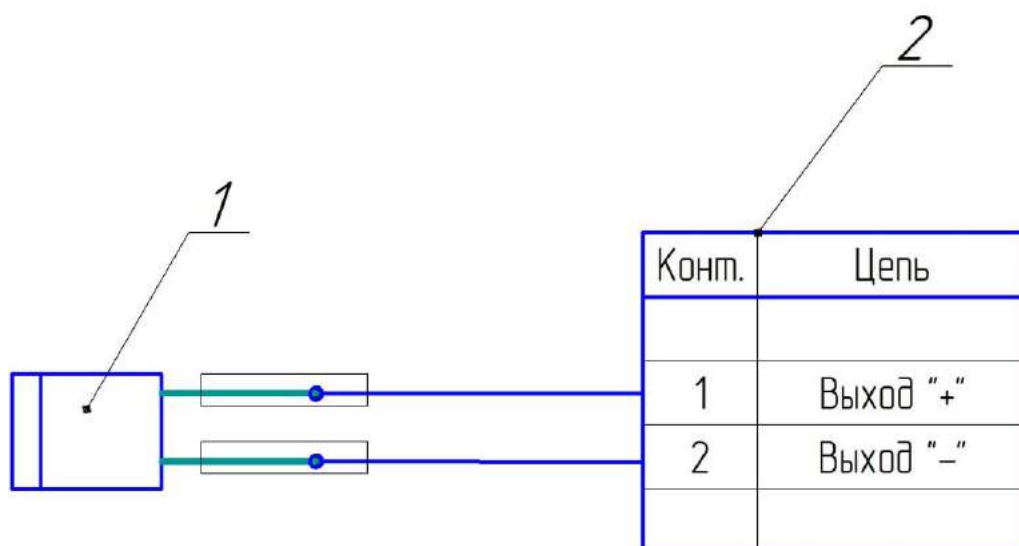
Обозначение документа	Наименование	Количество
В407.240.000.000	Термопреобразователь ТСП-(К)	
	- ТСП	_____ к-т.
	- ТСП-К	_____ к.т.
В407.240.000.000 ПС	Паспорт	1 экз.
В407.240.000.000 РЭ	Руководство по эксплуатации	1 экз. на 10-25 шт.
В407.240.000.000 МП	Методика поверки.	1 экз.

1.4 Устройство и работа

1.4.1. Схемы внутренних соединений термопреобразователей (двухпроводная и четырехпроводная) приведены на рис.6 и 7.

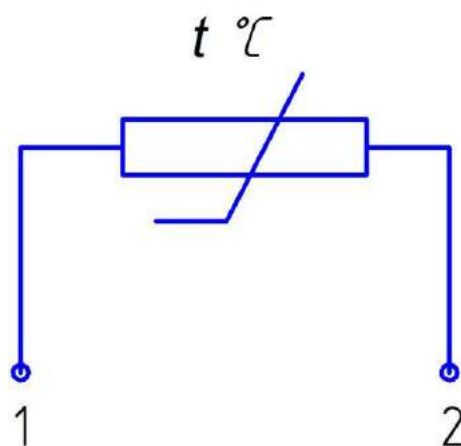
1.4.2. Принцип действия термопреобразователя основан на преобразовании измеряемой температуры в электрический сигнал в виде изменения сопротивления платинового чувствительного элемента.

Преобразователи температуры и контроллеры подключается проводами к клеммной колодке, которая расположена внутри корпуса, под крышкой.



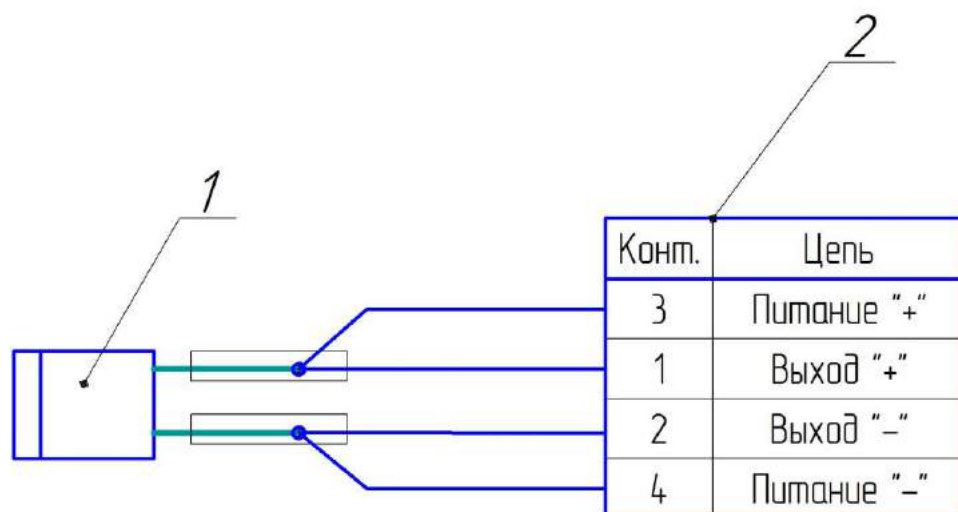
1. Чувствительный элемент Pt100 (Pt500, Pt1000).

2. Клемма DG25-2P или аналогичные клеммы или блоки клемм.



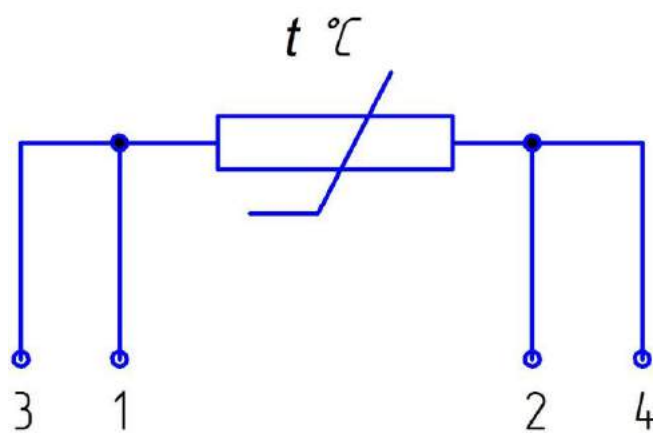
Условное обозначение схемы соединений внутренних проводников по ГОСТ 6651-2009

Рис. 6. Двухпроводная схема распайки чувствительного элемента.



1. Чувствительный элемент Pt100 (Pt500, Pt1000).

2. Клемма DG25-4P или аналогичные клеммы или блоки клемм.



Условное обозначение схемы соединений внутренних проводников по ГОСТ 6651-2009

Рис. 7. Четырехпроводная схема распайки чувствительного элемента.

1.5 Средства измерения, инструмент для техобслуживания и эксплуатации.

1.5.1 Средства измерения, инструмент должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4

Наименование и тип	Технические характеристики	Назначение и операции
Омметр цифровой Щ 306-1 или многофункциональный калибратор ЭЛМЕТРО-ВОЛЬТА	Пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,1 \%$, диапазон измерений (0-2000) Ом	Измерение сопротивления термопреобразователя
Отвертка SZF 0-0,4x2,5	Лезвие 0,4x2,5x75 мм	Для зажима проводов в клеммах

Примечание. Допускается применение приборов с аналогичными метрологическими характеристиками.

1.6 Маркировка, упаковка, пломбировка.

1.6.1 На корпус ТСП (ТСП-К) или на прикрепленную к нему бирку должна быть нанесена маркировка, включающая в себя следующие данные:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение термопреобразователя;
- условное обозначение НСХ;
- класс допуска А или В;
- рабочий диапазон температур;
- диапазон измерения разностей температур (только для ТСП-К);
- ТСП-К маркируются «1» или «Г» -горячий и «2» или «Х»-холодный;
- серийный номер;
- год выпуска.

1.6.2 Транспортная маркировка должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192-96.

На транспортной таре должны быть нанесены манипуляционные знаки: «Осторожно, хрупкое», «Боится сырости».

1.6.3 Термопреобразователи должны быть упакованы вместе с паспортом и руководством по эксплуатации в картонные коробки.

1.6.4 На боковую стенку коробки наклеить этикетку по ГОСТ 2.601-2006.

1.6.5. Термопреобразователи ТСП и ТСП-К, используемые в системах коммерческого учета тепла, подлежат пломбированию после монтажа на трубопроводе.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Подготовка термопреобразователя к использованию

2.1.1. При выборе места установки термопреобразователя необходимо соблюдать следующие условия:

- в окружающем воздухе не должно быть агрессивных газов и паров, действующих разрушающе на детали термопреобразователя, а также влаги, вызывающей его коррозию;
- температура и относительная влажность окружающего воздуха должны соответствовать значениям, указанным в разделе 1 п.1.1.4;
- параметры вибрации не должны превышать значений, приведенных в п. 1.1.5.

2.1.2. Механическое крепление и монтаж термопреобразователей на трубопроводах производится согласно проекта.

2.1.3. Для механического крепления использовать гильзы и кронштейны.

2.1.4. Подключение термопреобразователей осуществляется согласно схемам, приведенным на рисунках 5 и 6 в соответствии с проектной документацией на установку.

Монтаж линий питания к термопреобразователям вести медными проводами с сечением (0,35-1,5) мм², при наличии источников помех использовать экранированные провода и кабели.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание термопреобразователей включает в себя проверку технического состояния и поверку.

Проверку исправности цепей термопреобразователя производят путем проверки измерительной цепи на обрыв и короткое замыкание. Показания омметра должны быть больше номинального сопротивления при 0 °С, но не более 2000 Ом.

3.1.2 Монтаж термопреобразователей должны производить лица, имеющие специальную подготовку, допуск к эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

3.1.3 Работы по монтажу и демонтажу термопреобразователей проводить при полностью отключенном напряжении питания. На щите управления укрепить табличку с надписью «**Не включать – работают люди!**».

Демонтаж термопреобразователей на трубопроводах при полном отсутствии избыточного давления в трубе.

Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование и внешнее проявление дефекта	Вероятная причина	Способ устранения
1. Вторичный прибор не реагирует на изменение температуры	1. Нарушение электрической связи с термопреобразователем	1. Проверить линии и места соединения.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Источником опасности при монтаже и эксплуатации термопреобразователей являются электрический ток, нагретые источники тепла.

3.2.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током термопреобразователи относятся к классу 0 по ГОСТ 12.2.007.0.-75.

3.2.3 Устранение дефектов термопреобразователей и замена их производится при отключенном электрическом питании и отсутствии давления в трубопроводе.

3.2.4 При эксплуатации термопреобразователей необходимо соблюдать требования межотраслевых правил по электробезопасности ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00).

3.2.5 При проведении поверки извлечение охлажденных ТСП из сосудов Дьюара или нагретых из термостатов необходимо пользоваться хлопчатобумажными перчатками.

3.2.6 При работе со стеклянными сосудами Дьюара необходимо пользоваться защитными очками. Не допускается уплотнять лед в стеклянных сосудах металлическими и остроконечными предметами.

3.3 Указания по поверке

3.3.1. Термопреобразователи ТСП и ТСП-К подлежат как первичной поверке при выпуске из производства, так и периодической в процессе эксплуатации. Поверка осуществляется в соответствии с методикой поверки «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП и ТСП-К. Методика поверки» В407.240.000.000 МП, приведенной в приложении 1.

4 ХРАНЕНИЕ

4.1 Термопреобразователи могут храниться как в транспортной таре, так и во внутренней упаковке, а также без нее. Условия хранения по ГОСТ 15150 без упаковки – 1, в транспортной таре и во внутренней упаковке – 2. Срок хранения 2 года со дня изготовления.

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

5.1 Термопреобразователи в упаковке транспортируются всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами и нормами, действующими на каждом виде транспорта.

Допускается транспортировка в гермоотсеках самолетов. Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования должна исключаться возможность механического повреждения упаковки и приборов.

6 УТИЛИЗАЦИЯ

6.1 Термопреобразователи не содержат экологически вредных материалов и комплектующих. Утилизацию должна проводить эксплуатирующая организация.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Утверждаю

Заместитель директора

ФБУ «ЦСМ Татарстан»

_____ Г.М. Аблатыпов

«_____» _____ 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Термопреобразователи сопротивления платиновые
ТСП и ТСП-К**

Методика поверки

В 407.240.000.000 МП

Содержание

7.1	Операции и средства поверки
7.2	Требования к квалификации поверителей и требования безопасности
7.3	Условия проведения поверки
7.4	Подготовка к поверке
7.5	Проведение поверки
7.6	Оформление результатов поверки
7.7	Нормативные ссылки

7.1. Операции и средства поверки

Настоящая инструкция распространяется на **Термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП и ТСП-К** и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал термопреобразователей сопротивления платиновых ТСП и ТСП-К – 4 года.

7.1 Операции и средства поверки

7.1.1 При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- определение предела допускаемой основной погрешности измерения температуры термопреобразователем ТСП и относительной погрешности измерения разности температур комплектом ТСП-К.

Перечень средств измерений и контрольно-поверочного оборудования используемых при поверке термопреобразователей ТСП и ТСП-К приведен в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Проверка термопреобразователей на электрическую прочность и сопротивление изоляции при нормальных условиях.	Установка для проверки электрической безопасности GPI-735A, 0,1...5 кВ, пг ± 1 % пг ± 5 % (1-500) МОм, пг ± 10 % (501-2000) МОм, пг ± 20 % (2001-9900) МОм; Секундомер механический СОСпр, интервал времени (0-60) мин, ПГ±1,8 с;
Проверка отклонения сопротивления термопреобразователя от НСХ. Проверка допускаемой относительной погрешности измерения разности температур комплектом ТСП-К	Калибратор температуры QUARTZ, предел измерений [(-30)-150] °С, ПГ ± 0,15 °С; Калибратор температуры модели АТС-650 В, предел измерений [(-45) - 650] °С, КТ 3; Калибратор многофункциональный МС 1200, предел измерений от 0 Ом до 4000 Ом, ПГ ± (0,025%+0,1Ом);

Примечание. Допускается применение аналогичного оборудования, соответствующего требованиям ГОСТ 8.461-2009, ГОСТ 6651-2009.

7.1.2. Проверку основной погрешности термопреобразователя ТСП и комплекта ТСП-К осуществляют по ГОСТ 8.461-2009. Операции поверки указаны в таблице 7. 2.

Таблица 7.2

Наименование операции	Раздел, подраздел ГОСТ 6651 (требования)	Подраздел ГОСТ 8.461-2009 (методика)
Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности	9, 10	10.1
Проверка электрического сопротивления изоляции ТСП(ТСП-К) при температуре (20 ±5) °С	6.3	10.2
Проверка отклонения сопротивления ТСП(ТСП-К) от НСХ при температуре от - 5 °С до +30 °С	5.5, 5.6	10.3

Проверка отклонения сопротивления ТСП(ТСП-К) от НСХ при температуре от 90 °С до 103 °С	5.5, 5.6	10.4
--	-------------	----------------------

7.1.3. Для комплектации пар термопреобразователей ТСП-К из числа прошедших первичную поверку термопреобразователи ТСП при первичной поверке сортируются по специальному алгоритму по отклонению сопротивления при 0 °С и 100 °С с целью подбора пар, исключения систематической погрешности и снижения погрешности измерения разности температур до значений требуемых ГОСТ Р ЕН 1434-1 п.9.2.2.2 в соответствии с требованиями ГОСТ Р ЕН 1434-5 раздел 5.3.

Допускается сортировка чувствительных элементов с технологической маркировкой и подбором пар до установки в защитные гильзы по технологии изготовителя. Также возможно использование заказных чувствительных элементов по контракту с изготовителем чувствительных элементов с протоколом сортировки при 0 °С и 100 °С с проверкой 10% от партии.

Данные сортировки с условными номерами должны храниться в электронной базе для дальнейшего расчета относительной погрешности измерения разности температур.

Допуски термопреобразователей по температуре и сопротивлению, входящих в комплект ТСП-К приведены в таблицах 7.3. и 7.4.

В таблице 7.5. приведены допуски по температуре Едоп. и рассчитанные Ерас. по сопротивлению подобранных пар термопреобразователей, входящих в комплект ТСП-К при первичной и периодической поверке.

При этом обеспечивается относительная погрешность измерения разности температур, допустимая по ГОСТ Р ЕН 1434-1 на всем диапазоне измерения разности температур от 3 °С до 150 °С.

$$Едоп.= \pm (0,5+3\Delta t_{min} / \Delta t), \%$$

Таблица 7.3

Допуски по температуре и сопротивлению ТСП, входящих в комплект ТСП-К при 0 °С

НСХ по ГОСТ 6651, $\alpha=0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $W_{100} = 1,385$	Допуск по температуре по ГОСТ 6651, $dt(0), \text{ }^{\circ}\text{C}$		Допуск по сопротивлению, по ГОСТ 6651 $dR(0)=dt (dR/dt), \text{ Ом}$	
	Класс А	Класс В	Класс А	Класс В
Pt100	$\pm 0,15$	$\pm 0,30$	$\pm 0,06$	$\pm 0,12$
Pt500	$\pm 0,15$	$\pm 0,30$	$\pm 0,29$	$\pm 0,59$
Pt1000	$\pm 0,15$	$\pm 0,30$	$\pm 0,59$	$\pm 1,17$

Таблица 7.4

Допуски по температуре и сопротивлению ТСП, входящих в комплект ТСП-К при 100 °С

НСХ по ГОСТ 6651, $\alpha=0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $W_{100} = 1,385$	Допуск по температуре, по ГОСТ 6651, $dt(100), \text{ }^{\circ}\text{C}$		Допуск по сопротивлению, по ГОСТ 6651, $dR(100)=dt (dR/dt), \text{ Ом}$	
	Класс А	Класс В	Класс А	Класс В
Pt100	$\pm 0,35$	$\pm 0,80$	$\pm 0,14$	$\pm 0,31$
Pt500	$\pm 0,35$	$\pm 0,80$	$\pm 0,67$	$\pm 1,54$
Pt1000	$\pm 0,35$	$\pm 0,80$	$\pm 1,35$	$\pm 3,08$

Допуски по температуре и сопротивлению подобранных пар ТСП, входящих в комплект ТСП-К при первичной и периодической проверке приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5.

Допуски по температуре и сопротивлению комплекта ТСП-К

НСХ по ГОСТ 6651, $\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $W_{100} = 1,385$	Допуск по температуре, $\Delta_{\Delta t_{\min}},$ $^{\circ}\text{C}$	Суммарный допуск по сопро- тивлению на подобранный па- ру ТСП-К, $dR(\Delta t_{\min}) = \Delta_{\Delta t_{\min}} (dR/dt),$ Ом	Допуск по сопротивле- нию на каждый термо- преобразователь по- добранной пары ТСП-К $dR_{12} = dR(\Delta t_{\min}) / 2,$ Ом
1	2	3	4
Pt100	$\pm 0,105$	$\pm 0,04$	$\pm 0,02$
Pt500	$\pm 0,105$	$\pm 0,20$	$\pm 0,10$
Pt1000	$\pm 0,105$	$\pm 0,40$	$\pm 0,20$

7.1.4. При проверке комплектов ТСП-К должны быть выполнены операции, указанные в таблице 7.6.

Таблица 7.6

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Проведение при первичной проверке	Проведение при периодической проверке
1	Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности	7.1.1.	да	да
2	Проверка электрического со- противления изоляции ТСП-К при температуре $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$	7.1.2	да	да
3	Проверка отклонения сопро- тивления ТСП-К от НСХ при температуре от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$	7.1.2	да	да
	Проверка отклонения сопро- тивления ТСП-К от НСХ при температуре от $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $103\text{ }^{\circ}\text{C}$	7.1.2	да	да
4	Сортировка по сопротивлению при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $100\text{ }^{\circ}\text{C}$	7.5.3	да	нет
4	Определение сопротивлений ТСП-К комплекта в трех точках диапазона измерения температу- ры и расчет коэффициентов ИСХ	7.5.4	да	да
5	Определение отклонения ИСХ ТСП-К комплекта от НСХ.	7.5.4	да	да
6	Определение значений относи- тельной погрешности комплекта ТСП-К при измерении разности температур.	7.5.4	да	да

7.2. Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

7.2.1. К проведению поверки должны быть допущены лица, имеющие необходимую квалификацию и аттестованные в качестве поверителей.

7.2.2. Перед началом работ изучить руководства по эксплуатации на приборы и оборудование и соблюдать требования электробезопасности, оборудование заземлить.

7.2.3 При проведении поверки извлечение охлажденных ТСП из сосудов Дьюара или нагретых из термостатов необходимо пользоваться хлопчатобумажными перчатками.

7.2.4 При работе со стеклянными сосудами Дьюара необходимо пользоваться защитными очками. Не допускается уплотнять лед в стеклянных сосудах металлическими и остроконечными предметами.

7.3. Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, при этом в процессе поверки температура не должна меняться более чем на $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление в помещении, где проводят поверку должно быть $(84 \div 106,7)$ кПа;

7.4. Подготовка к поверке

Подготовить термостаты и вывести их в рабочий режим.

Промаркировать термопреобразователи условными номерами для проведения сортировки.

7.5. Проведение поверки

7.5.1. Внешний осмотр

Перед проведением поверки проверяют:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие повреждений наружных поверхностей и других дефектов корпуса;
- четкость изображений, надписей на маркировочной табличке;

7.5.2. Опробование

Омметром прозвонить термопреобразователи на отсутствие обрывов.

7.5.3. Измерить сопротивление партии термопреобразователей при 0°C и 100°C и занести в базу для дальнейшей сортировки с целью поиска и подбора пар ТСП-К.

7.5.4. Сортировка по отклонению сопротивления термопреобразователя.

Сгруппировать термопреобразователи по сопротивлению при 0°C по возрастанию величины сопротивления в группы с допуском согласно столбца 4 таблицы 7.5.

Далее в каждой группе подобрать пары с сопротивлением при 100°C согласно столбца 4 таблицы 7.5. Подобранные пары с номиналами сопротивлений при 0°C и при 100°C занести в базу для дальнейшего расчета относительной погрешности измерения разности температур.

7.5.5. Методика расчета относительной погрешности комплекта ТСП-К в соответствии ГОСТ Р ЕН 1434-4-2011.

Отклонение сопротивлений ТСП-К комплекта от НСХ по ГОСТ 6651-2009 и

погрешности измерения разности температур определяют, измеряя сопротивление каждого ТСП комплекта при трех температурах (t_1, t_2, t_3) в пределах температурного диапазона комплекта ТСП-К. Рекомендуемые температуры испытаний $t_1 = (5 \pm 5) ^\circ\text{C}$, $t_2 = (100 \pm 5) ^\circ\text{C}$, $t_3 = (130 \pm 5) ^\circ\text{C}$ или $(160 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Значения сопротивлений ТСП-К, полученные при измерениях, используются в системе трех уравнений для вычисления трех констант квадратичного уравнения, связывающего сопротивление и температуру при трех температурах t_1, t_2 и t_3 .

Аппроксимирующая функция Каллендара - Ван Дюзена в соответствии с Приложением А ГОСТ 8.461-2009 имеет вид:

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2) = R_0 + R_0 \cdot A \cdot t + R_0 \cdot B \cdot t^2$$

Для четырехпроводных ТСП $R_t = R_u$. Для ТСП с постоянно присоединенным двухпроводным кабелем $R_t = R_u - R_{пр}$, где R_u - значение сопротивления, полученное при измерении; $R_{пр}$ – сопротивление кабеля ТСП, взятое из паспорта или рассчитанное как $R_{пр} = L \cdot \rho$ по измеренной длине L и выводных проводников и погонному сопротивлению кабеля ρ , указанному паспорте ТСП.

Коэффициенты R_0, A и B рассчитывают по уравнениям:

$$R_0^* = \Delta R_0 / \Delta; A^* = \Delta R_A / \Delta R_0; B^* = \Delta R_B / \Delta R_0,$$

где $\Delta, \Delta R_0, \Delta R_A, \Delta R_B$ – определитель и соответствующие алгебраические дополнения системы трех уравнений для искомых коэффициентов:

$$\Delta = \det \begin{vmatrix} 1 & t_1 & t_1^2 \\ 1 & t_2 & t_2^2 \\ 1 & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} = (t_2 \cdot t_3^2 - t_2^2 \cdot t_3) - (t_1 \cdot t_3^2 - t_1^2 \cdot t_3) + (t_1 \cdot t_2^2 - t_1^2 \cdot t_2);$$

$$\Delta R_0 = \det \begin{vmatrix} R_1 & t_1 & t_1^2 \\ R_2 & t_2 & t_2^2 \\ R_3 & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} = R_1 (t_2 \cdot t_3^2 - t_2^2 \cdot t_3) - R_2 (t_1 \cdot t_3^2 - t_1^2 \cdot t_3) + R_3 (t_1 \cdot t_2^2 - t_1^2 \cdot t_2);$$

$$\Delta R_A = \det \begin{vmatrix} 1 & R_1 & t_1^2 \\ 1 & R_2 & t_2^2 \\ 1 & R_3 & t_3^2 \end{vmatrix} = (R_2 \cdot t_3^2 - R_3 \cdot t_2^2) - (R_1 \cdot t_3^2 - R_3 \cdot t_1^2) + (R_1 \cdot t_2^2 - R_2 \cdot t_1^2);$$

$$\Delta R_B = \det \begin{vmatrix} 1 & t_1 & R_1 \\ 1 & t_2 & R_2 \\ 1 & t_3 & R_3 \end{vmatrix} = (R_3 \cdot t_2 - R_2 \cdot t_3) - (R_3 \cdot t_1 - R_1 \cdot t_3) + (R_2 \cdot t_1 - R_1 \cdot t_2);$$

Подстрочные индексы 1, 2 и 3 относят к соответствующей точке измерения температуры.

R_t – сопротивление при температуре t (“действительной” температуры в данной

точке) рассчитывается для каждого ТСП по уравнению с использованием коэффициентов A_i^* и B_i^* индивидуальной статической характеристики (ИСХ), определенных выше и фактического сопротивления R_{0i}^* при 0 °С.

Сопротивление R_t рассчитывается по формуле:

$$R_{t1} = R_{01}^* (1 + A_1 \cdot t + B_1 \cdot t^2) \text{ - для 1-го ТСП}$$

$$R_{t2} = R_{02}^* (1 + A_2 \cdot t + B_2 \cdot t^2) \text{ - для 2-го ТСП}$$

При этом для ТСП с постоянно присоединенными двухпроводными кабелями к рассчитанному значению R_t прибавляют значение сопротивления кабеля.

Значения температуры t_u определяют по формуле Приложения Б ГОСТ 6651-2009:

$$t_u = \frac{-A + \sqrt{A^2 - 4B(1 - \frac{R_t}{R_0})}}{2B}$$

где, R_0 – номинальное сопротивление ТСП при 0 °С по ГОСТ 6651;

A и B – номинальные значения температурных коэффициентов сопротивления платинового ТСП по ГОСТ 6651 для градуировки $\alpha = 0,00385$ с НСХ Pt100, Pt500, Pt1000 ($A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; $B = -5,7750 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$).

Относительная погрешность измерения разности температур определяется по формуле:

$$E = (\Delta t_{\text{и}} - \Delta t) \cdot 100 \% / \Delta t ,$$

где, $\Delta t_{\text{и}}$ - разность температур, измеренная комплектом ТСП-К;

Δt - разность температур расчетная

Относительная погрешность вычисляется в достаточном количестве точек внутри диапазона области, определяемой диапазоном температур и диапазоном разности температур комплекта ТСП-К. Множество расчетных точек разности температур приведено в таблице 7.7.

Относительная погрешность не должна превышать значений, рассчитанных по формуле ГОСТ Р ЕН 1434-1:

$$E = \pm (0,5 + 3\Delta t_{\min} / \Delta t) \%$$

Таблица 7.7.

Множество расчетных точек разности температур пары ТСП-К.

	Температура на подающем трубопроводе	Температура на обратном трубопроводе	Разность температур	Относительная погрешность измерения разности температур, допустимая по ГОСТ Р ЕН 1434-1
№ расчета	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\Delta t = (t_1 - t_2),$ $^\circ\text{C}$	$E = \pm (0,5 + 3\Delta t_{\min} / \Delta t), \%$
1	$10 + \Delta t_{\min} = 13$	10	$\Delta t_{\min} = 3$	3,5
2	$30 + \Delta t_{\min} = 33$	30	$\Delta t_{\min} = 3$	3,5
3	70	65	5	2,3
4	70	60	10	1,4
5	115	70	45	0,7
6	115	90	25	0,86
7	130	70	60	0,65
8	130	100	30	0,80
9	160	130	30	0,80
9	160	140	20	0,95
10	160	150	10	1,4

7.6. Оформление результатов поверки

7.6.1. Положительные результаты поверки должны быть оформлены:

- при первичной поверки в паспорте термопреобразователя производится запись с указанием даты поверки, ставится подпись лица, выполнившего поверку с нанесением государственного поверительного клейма;

- при периодической поверке выдается свидетельство о поверке по форме, установленной Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

7.6.2. При отрицательных результатах поверки термопреобразователь запрещают к применению, поверительное клеймо гасят, свидетельство о поверке аннулируют, поверительные клейма, выполненные в виде наклеек, уничтожают.

7.7. Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

7.7.1. Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 «Об утверждении Порядка поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.7.2. ГОСТ 6651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗ ПЛАТИНЫ, МЕДИ И НИКЕЛЯ.

Общие технические требования и методы испытаний

7.7.3. ГОСТ 8.461-2009 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки

7.7.4. ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011 Теплосчетчики. Часть 1. Общие требования

7.7.5. ГОСТ Р ЕН 1434-4-2011 Теплосчетчики. Часть 4. Испытания в целях утверждения типа.

7.7.6. ГОСТ Р ЕН 1434-5-2011 Теплосчетчики. Часть 5. Первичная поверка.

Примечание - При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]