

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

ФБУ «Челябинский ЦСМ»

Для _____ О. Ю. Матанцева

М.п. «15» _____ 05 2020 г.



**Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом
Метран-2700**

Методика поверки
МИ 4211-018-2013
с изменением № 1

Содержание

1	Операции поверки	4
2	Средства поверки.....	4
3	Требования безопасности	7
4	Условия поверки и подготовка к ней	7
5	Проведение поверки.....	8
6	Оформление результатов поверки.....	11
	Приложение А.....	12
	Приложение Б	14

Приложения В, Г исключены

(Измененная редакция, Изм. № 1)

Настоящая методика распространяется на термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом Метран-2700 (далее – ТП), изготавливаемые АО «ПГ «Метран».

ТП предназначены для измерений температуры различных сред, поверхностей и малогабаритных подшипников.

Методика устанавливает методы и средства первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической поверок ТП, выпущенных из производства, а также находящихся в эксплуатации.

Допускается проводить поверку ТП в соответствии с заявлением владельца средства измерений (далее - СИ) на перенастроенный диапазоне измерений, лежащий внутри максимального диапазона измерений и превышающий минимальный диапазон измерений для данной модели, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и (или) паспорте информации об объеме проведенной поверки.

Интервал между поверками:

- 5 лет для ТП с НСХ типа 50М, 100М, 100П, Pt100;
- 4 года для ТП с НСХ типа К, N;
- 1 год для ТП с НСХ типа S, В.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

1 Операции поверки

1.1 Операции поверки ТП должны проводиться в объеме и последовательности, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	+	+
2 Проверка электрической прочности изоляции	5.2	+	-
3 Проверка электрического сопротивления изоляции	5.3	+	+
4 Опробование	5.4	-	+
5 Определение основной погрешности	5.5	+	+

(Измененная редакция, Изм. № 1)

2 Средства поверки

2.1. Основные и вспомогательные средства поверки ТП приведены в таблице 2, испытательное и вспомогательное оборудование в таблице 3.

Таблица 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Наименование СИ	Основные характеристики
Преобразователь термоэлектрический платиновый-платиновый эталонный ППО	Диапазон измерения температуры от +300 °С до +1200 °С, 1-го разряда;
Преобразователь термоэлектрический платиновый-родиевый эталонный ПРО	Диапазон измеряемых температур от +600 °С до +1800 °С, 1-го разряда
Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	Диапазон измерения температуры от -196 °С до +0,01 °С, 3-го разряда
Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	Диапазон измерения температуры от +0,01 °С до +660,323 °С, 3-го разряда
Преобразователи сигналов ТС и ПТ прецизионные ТЕРКОН	Диапазон измерений сопротивления от 0,01 до 1000 Ом, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(0,0002+1 \cdot 10^{-5} \cdot R)$ Ом Диапазон измерений напряжения от -1000 до +1000 мВ, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(0,0005+5 \cdot 10^{-5} \cdot U)$ мВ

Продолжение таблицы 2

Наименование СИ	Основные характеристики
Мультиметр многоканальный прецизионный Метран-514 ММП	Диапазон измерений температуры с использованием термопар от +200 °С до +1600 °С, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm 0,2$ °С Диапазон измерений температуры с использованием термопреобразователей сопротивления Pt100 от -195 °С до +845 °С, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(0,015+0,000025 \cdot t)$ °С Диапазон измерений сопротивления постоянному току: от 0 до 400 Ом, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(25 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ИВ} + 0,0035)$ Ом; от 400 до 2000 Ом, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(25 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ИВ} + 0,02)$ Ом Диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(65 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ИВ} + 0,25)$ мкА Диапазон измерений напряжения постоянного тока: от 0 до 200 мВ, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(50 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ИВ} + 2)$ мкВ; от 0 до 1,1 В, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(50 \cdot 10^{-6} \cdot \text{ИВ} + 10)$ мкВ
Калибратор давления Метран-520	Диапазон измерений напряжения от 0 до 5 В Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности $\pm(0,02\% \text{ ИВ} + 0,0001)$ В
Мера электрического сопротивления однозначная МС-3007	Сопротивление 10 Ом, 100 Ом или 250 Ом; класс точности 0,002
Мегаомметр ЭС 0202/1М-Г	Диапазон измерений от 0 до 1000 МОм Основная относительная погрешность ± 15 %
Прибор комбинированный Testo 622	Диапазон измерений абсолютного давления от 30 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа.; диапазон измерения температуры от +15 °С до +45 °С, погрешность измерения температуры $\pm 0,5$ °С

Таблица 3 – Испытательное и вспомогательное оборудование

Наименование СИ	Основные характеристики
Гигрометр психометрический ВИТ-2	Диапазон измерений относительной влажности от 20 % до 90 %, погрешность измерения влажности ± 6 %.
Высоковольтная пробойная установка GPT-715A	Испытательное напряжение 250, 500 В. Мощность на стороне высокого напряжения 0,25 кВ·А. Ток короткого замыкания $I_{кз} = 0,5$ мА
Криостат К-80	Диапазон температур от -50 °С до $+80$ °С. Неравномерность температуры в рабочем объеме не более $0,03$ °С
Горизонтальная трубчатая печь МТП-2М	Диапазон температур от $+100$ °С до $+1200$ °С. Температурный градиент в средней части $0,8$ °С/см
Высокотемпературная печь Saturn 877	Диапазон температур от $+100$ °С до $+1200$ °С (при кратковременном применении до $+1300$ °С)
Термостат сухоблочный ТС-500	Диапазон температур от $+50$ °С до $+500$ °С Нестабильность поддержания температуры за 15 мин: $0,2$ °С – при температуре от $+50$ °С до $+200$ °С; $0,5$ °С – при температуре от $+200$ °С до $+500$ °С; Перепад температур в рабочем пространстве канала по вертикали (на глубине 160 - 200 мм) при температуре $+500$ °С не более $0,2$ °С/см
Термостат сухоблочный ТС-1000	Диапазон температур от $+300$ °С до $+1000$ °С. Неоднородность температурного поля в рабочем пространстве $0,5$ °С/см
Калибратор температур эталонный КТ-500	Диапазон температур от $+50$ °С до $+500$ °С. Разность воспроизводимых температур в каналах с одинаковыми диаметрами $\pm(0,02+0,05 \cdot t/100)$ °С
Высокотемпературная печь ВТП-1600	Диапазон температур от $+300$ °С до $+1600$ °С Температурный градиент по длине печи в ее средней части (± 25 мм от центра рабочего пространства) не более 1 °С/см
Термостат нулевой ТН-1М	Неравномерность температуры в рабочем объеме термостата не более $0,01$ °С
Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-100	Диапазон температур от -30 °С до $+100$ °С Неоднородность температурного поля в рабочем объеме не более $\pm 0,01$ °С
Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-300	Диапазон температур от $+100$ °С до $+300$ °С Неоднородность температурного поля в рабочем объеме не более $\pm 0,01$ °С
Блок питания БЗ-715.4	Напряжение постоянного тока от 0 до 50 В
Магазин сопротивлений Р4834	Диапазон от 0,021 до 111111,11 Ом

(Измененная редакция, Изм. № 1

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Допускается применение аналогичного вспомогательного оборудования при условии обеспечения им условий поверки.

2.3. Эталоны единиц величин должны иметь действующие положительные результаты аттестации или поверки. Средства измерения, применяемые при поверке, должны иметь действующие положительные результаты поверки.

2.2, 2.3 (Введен дополнительно, Изм. № 1)

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться ПОТ Р М-016-2001 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также требования, установленные ГОСТ 12.2.007-75 и ГОСТ 12.3.019-80.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

3.2 К работе на поверочном оборудовании допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и изучившие технические описания, и инструкции по эксплуатации на средства поверки и оборудование.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

(Измененная редакция, Изм. № 1)

4.2 (Исключен. Изм. № 1)

4.3 Средства поверки, оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4.4, 4.5 (Исключены. Изм. № 1)

4.6 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемыми ТП, должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

4.7, 4.8 (Исключены. Изм. № 1)

4.9 Для уменьшения погрешности при измерениях вследствие теплопередачи из зоны нагрева по защитной арматуре рекомендуется выступающую из калибратора часть ТП-теплоизолировать.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

4.10 (Исключен. Изм. № 1)

4.11 Допускается проводить операции по 5.4 и 5.5 при снятой защитной арматуре ТП.

4.11 (Введен дополнительно, Изм. № 1)

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При внешнем осмотре проверяют отсутствие повреждений защитной арматуры, штуцера, корпуса и крышки соединительной головки.

Результат считают положительным, если отсутствуют механические повреждения, дефекты и коррозия, которые могут повлиять на работу ТП и качество поверки.

При отрицательном результате ТП считается непригодным к применению, к эксплуатации не допускается, дальнейшую поверку не проводят.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5.2 Проверка электрической прочности изоляции

5.2.1 Проверку электрической прочности изоляции ТП проводят на высоковольтной установке переменного тока мощностью 0,25 кВ·А:

а) между корпусом и объединенными входными клеммами 1, 2, 3, 4 клеммных колодок XS1 и XS2 измерительного преобразователя (далее – ИП) (рисунок А.3 приложения А);

б) между корпусом и объединенными клеммами питания (+) и (-) клеммной колодки XS3 ИП (рисунок А.3 приложения А);

в) между объединенными входными клеммами 1, 2, 3, 4 клеммных колодок XS1 и XS2 и объединенными клеммами питания (+) и (-) клеммной колодки XS3 ИП (рисунок А.3 приложения А).

Подают испытательное напряжение переменного тока 500 В, скорость подъема (снижения) испытательного напряжения не более 50 В/с.

ТП выдерживают под напряжением в течение 1 мин.

Термопреобразователь считают выдержавшим испытание, если во время испытания не произошло пробоя изоляции или поверхностного разряда.

(Измененная редакция, Изм. №1)

5.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

5.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции между цепями и корпусом ТП (5.2.1 перечисления а), б,) в)) проводят с помощью мегаомметра с испытательным напряжением 100 В.

Показания следует отсчитывать по истечении 1 мин после приложения напряжения или меньшего времени, за которое показания мегаомметра практически установятся.

ТП считают выдержавшим испытания, если электрическое сопротивление изоляции не менее 40 МОм.

(Измененная редакция, Изм. №1)

5.4 Опробование

Опробование ТП проводят в следующей последовательности:

- 1) устанавливают в криостате (термостате, калибраторе или печи) температуру, соответствующую одной из поверяемых точек диапазона измерений;
- 2) подключают поверяемый ТП к источнику питания постоянного тока согласно схеме приложения Б;
- 3) помещают монтажную часть поверяемого ТП в криостат (термостат, калибратор или печь).
- 4) измеряют выходной токовый сигнал ТП.

Измеренное значение должно находиться в диапазоне значений выходного аналогового сигнала (4-20 мА или 20-4 мА).

Допускается операцию опробования совмещать с операцией поверки по 5.5.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5.5 Определение основной погрешности

5.5.1 Определение основной погрешности ТП проводят при четырех значениях температуры, соответствующих (0 – 5) %, (35 ± 5) %, (65 ± 5) % и (95 – 100) % диапазона измерений. Допускается в случае, если в диапазон измерения ТП входит температура 0 °С, то вместо точки, ближайшей к значению температуры 0 °С, проверку ТП проводить при значении температуры 0 °С, причем

температурные точки, соответствующие нижнему и верхнему пределам измерений ТП, обязательны.

Определение основной погрешности ТП проводят методом сличения с эталонным термометром сопротивления или эталонным термоэлектрическим преобразователем. Схема соединений ТП при определении основной погрешности приведена в приложении Б.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5.5.2 Выбор оборудования и средств поверки производят согласно таблицам 2 и 3.

При поверке ТП с разборной конструкцией допускается помещать в термостатирующее оборудование чувствительный элемент ТП без защитной арматуры.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5.5.3, 5.5.4, 5.5.5 (Исключены. Изм. № 1)

5.5.6 Количество отсчетов при каждом значении температуры не менее четырех. Значения температуры рассчитывают, как среднее арифметическое из всех отсчетов (в протокол заносится среднее значение).

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5.5.7 Значения температуры t_i , соответствующие измеренному аналоговому выходному сигналу (4-20 мА), рассчитывают по формуле:

$$t_i = \frac{I_{\text{вых.}i} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \times (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) + t_{\text{min}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{вых.}i}$ – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;

I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока (соответственно 4 и 20 мА), мА;

t_{min} , t_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений, °С.

Расчётные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока $I_{\text{вых.}i}$ определяют по формуле:

$$I_{\text{вых.}i} = U_{\text{вых.}i} / R_0 \quad (2)$$

где $U_{\text{вых.}i}$ – значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, В;

R_0 – значение эталонного сопротивления, Ом.

Для ТП с инверсным аналоговым выходным сигналом (20-4 мА) значения температуры t_i определяют по формуле:

$$t_i = \frac{I_{\text{вых.и}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \times (t_{\text{min}} - t_{\text{max}}) + t_{\text{min}}, \quad (3)$$

Основную абсолютную погрешность ТП по аналоговому сигналу вычисляют по формуле:

$$\Delta_0 = t_{i \text{ средн}} - t_{d \text{ средн}} \quad (4)$$

где $t_{i \text{ средн}}$ – среднее значение температуры, измеряемой поверяемым ТП, °С;

$t_{d \text{ средн}}$ – среднее действительное значение температуры, измеряемой эталонным средством, °С;

Основную приведенную погрешность ТП по аналоговому сигналу вычисляют по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{\Delta_0}{D} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где Δ_0 – то же, что и в формуле (4);

D – диапазон измерений температуры, °С.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5.5.8 ТП считается выдержавшим поверку по 5.5.7, если значения основной приведенной погрешности или основной абсолютной погрешности при каждом значении измеряемой температуры не превышает значений, указанных в описании типа средства измерений.

(Введен дополнительно, Изм. № 1)

6 Оформление результатов поверки

6.1 При положительных результатах поверки на средство измерений выдают свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга от 02.07.2015 № 1815 или делают соответствующую запись и ставят знак поверки в паспорт.

6.2 Отрицательные результаты поверки средств измерений удостоверяются извещением о непригодности к применению.

6.3 Протокол поверки оформляется в произвольной форме.

(Введен дополнительно, Изм. № 1)

Приложение А
(справочное)
Схемы внутренних соединений ТП

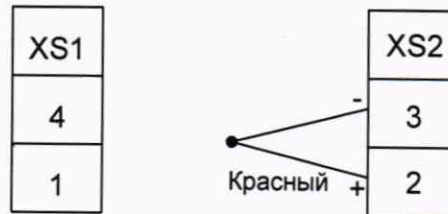


Рисунок А.1 – Схема внутренних соединений ТП с НСХ типа К, N, S, В

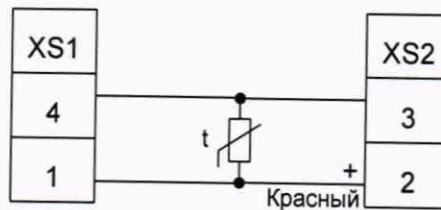


Рисунок А.2 – Схема внутренних соединений ТП с НСХ типа Pt100, 100П, 50М, 100М (четырёхпроводная)

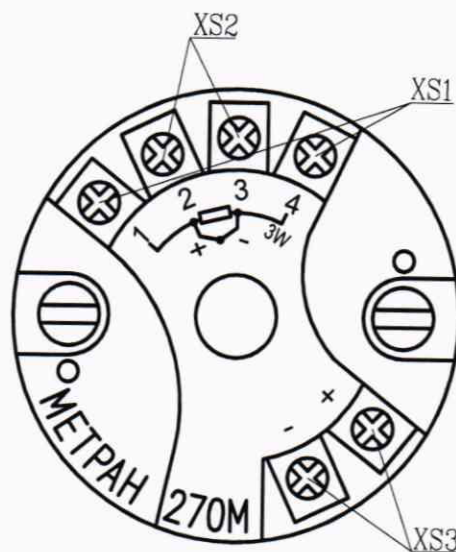


Рисунок А.3 – Размещение клемм соединений ТП

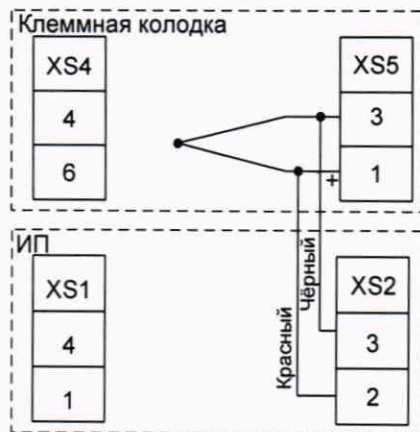


Рисунок А.4 – Схема внутренних соединений ТП с НСХ типа К, N, В, S через клеммную колодку (для ТП с соединительной головкой и выносным монтажом ИП на рейке DIN)

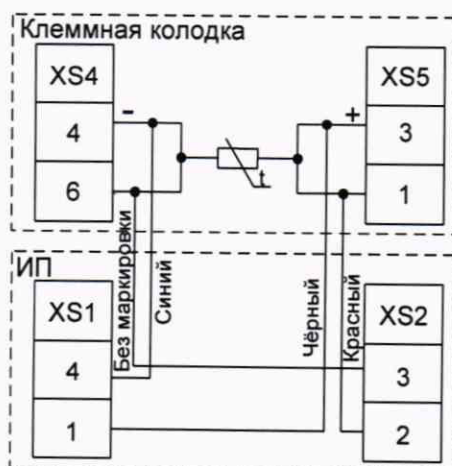


Рисунок А.5 – Схема внутренних соединений (четырёхпроводная) ТП с НСХ типа Pt100, 100П, 50М, 100М через клеммную колодку (для ТП с соединительной головкой и выносным монтажом ИП на рейке DIN)

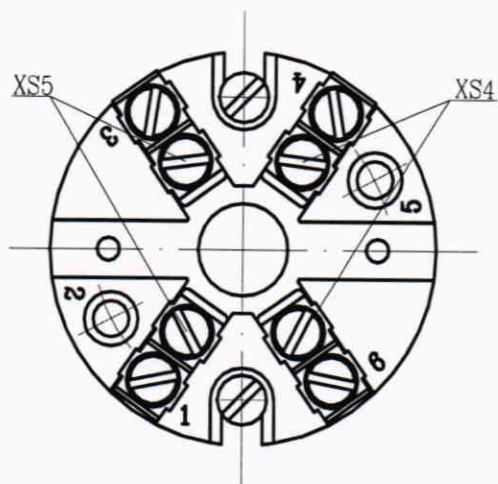
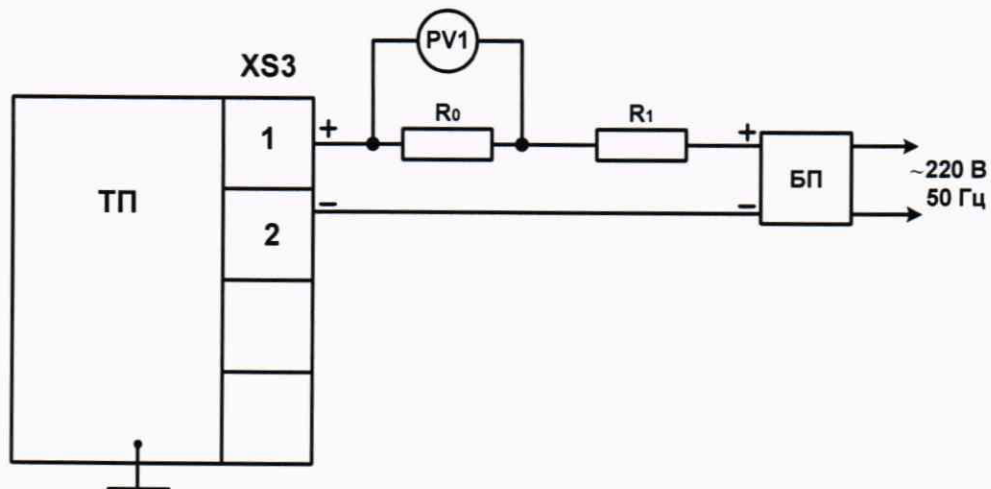


Рисунок А.6 – Размещение контактов клеммной колодки ТП с соединительной головкой и выносным монтажом ИП на рейке DIN

Приложение А - Измененная редакция, Изм. № 1

Приложение Б
(справочное)
Схема соединений ТП при поверке



ТП – поверяемый ТП;

R_0 – мера электрического сопротивления однозначная; значение сопротивления – 10 Ом, 100 Ом или 250 Ом;

R_1 – магазин сопротивления; значение сопротивления – 250 Ом;

PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока;

G – источник питания;

Рисунок Б.1 – Схема соединения ТП при поверке

Приложение Б (Измененная редакция, Изм. № 1)

Приложения В и Г (Исключены, Изм. № 1)