

УТВЕРЖДАЮ

Директор РУП «Витебский ЦСМС»

 П.Л. Яковлев

06 2015 г.



**Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь**

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ
СТ**

Методика поверки

МРБ МП. 2516 -2015

г. Витебск
2015



Генеральный директор

Масалов С.А.

КОПИЯ ВЕРНА

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры СТ (далее термопреобразователи), предназначенные для измерения температуры различных сред (газ, пар, вода, сыпучие материалы, химические реагенты), преобразования сигнала первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока измерительным преобразователем, который вмонтирован непосредственно в головке первичного преобразователя, а также отображения измеряемой температуры на цифровой индикации и передаче цифрового сигнала по протоколу HART.

Настоящая методика разработана в соответствии с требованиями ТКП 8.003 (03220) и предназначена для проведения первичной и периодической поверки термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА и/или отображением температуры, °С и термопреобразователей с преобразователями термоэлектрическими по ГОСТ 6616 с номинальной статической характеристикой (далее НСХ) по СТБ ГОСТ Р 8.585: J, K, S, T, N, L (далее ТП) с длиной погружаемой части менее 250 мм.

Первичная и периодическая поверка термопреобразователей исполнения KZ, без монтажной головки проводится для:

- термопреобразователей модификации STR – по ГОСТ 8.461;
- термопреобразователей модификации STU с длиной погружаемой части более 250 мм – по ГОСТ 8.338.

Межповерочный интервал 24 месяца.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства измерений с характеристиками, указанными в таблице 1.

1.2 Применяемые средства измерений должны быть поверены в соответствии с требованиями ТКП 8.003 (03220).

При отсутствии средств измерений и вспомогательного оборудования, указанных в таблице 1, допускается применение средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых термопреобразователей с требуемой точностью.

1.3 Все средства измерений должны иметь действующие документы об их поверке или аттестации или калибровке.

1.4 При получении отрицательных результатов при проведении любой операции, приведенной в таблице 1, поверка должна быть прекращена.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	–	да	да
Опробование	6.2	См. 6.5.1	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
Проверка электрического сопротивления изоляции	6.3	Мегаомметр Ф4101, выходное напряжение 100 В кл.2,5 Секундомер электронный С-01, 9 ч 59 мин 59,99 с, $\pm(9,6 \times 10^{-6} \times (T_x) + 0,01)$ с	да	да
Проверка электрической прочности изоляции	6.4	Установка пробойная универсальная УПУ-10. Пределы установки выходного напряжения: 0 – 10 кВ, выходная мощность 1,0 кВ·А, основная погрешность $\pm 4\%$. Секундомер электронный С-01, 9 ч 59 мин 59,99 с, $\pm(9,6 \times 10^{-6} \times (T_x) + 0,01)$ с	да	нет
Определение основной приведенной погрешности термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА	6.5.1	Магазин сопротивления Р4831, класс точности 0,02/2 10^{-6} , диапазон показаний (0,021 – 11111,1) Ом; Мультиметр Keithley Model 2000 Пределы измерения напряжения постоянного тока: 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В, 1000 В, погрешность $\pm(50 \cdot 10^{-6} \cdot U_{изм} + 35 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ В, $\pm(30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{изм} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ В, $\pm(30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{изм} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ В, $\pm(45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{изм} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ В, $\pm(45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{изм} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ В; пределы измерения силы постоянного тока: 10 мА, 100 мА, 1 А, 3 А, погрешность $\pm(500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{изм} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ А, $\pm(500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{изм} + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ А, $\pm(800 \cdot 10^{-6} \cdot I_{изм} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ А, $\pm(1200 \cdot 10^{-6} \cdot I_{изм} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пр})$ А; диапазон измерения напряжения переменного тока: (0,1-750) В, погрешность $\pm(0,0006 \cdot U_{изм} + 0,0003 \cdot U_{пр})$ В; пределы измерения силы переменного тока: 1А, 3А, погрешность $\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,0004 \cdot I_{пр})$ А, $\pm(0,0015 \cdot I_{изм} + 0,0006 \cdot I_{пр})$ А; пределы измерения сопротивления: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, погрешность $\pm(100 \cdot 10^{-5} \cdot R_{изм} + 40 \cdot 10^{-5} \cdot R_{пр})$ Ом, $\pm(100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{изм} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{пр})$ Ом, $\pm(100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{изм} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{пр})$ Ом, $\pm(100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{изм} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{пр})$ Ом, $\pm(100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{изм} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{пр})$ Ом, $\pm(400 \cdot 10^{-6} \cdot R_{изм} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{пр})$ Ом, $\pm(1500 \cdot 10^{-6} \cdot R_{изм} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot R_{пр})$ Ом; диапазон измерения частоты напряжения	да	да



Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
		<p>переменного тока: (50-10000) Гц, погрешность $\pm(0,0001 \cdot f_{изм})$ Гц;</p> <p>Катушка сопротивлений эталонная Р331, пределы измерений 100 Ом, класс точности 0,01; 3 разряд;</p> <p>Комплекс измерительно-вычислительный ИСТ-М16, ТС модуль, ТП модуль, диапазоны измерений, °С, и пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С:</p> <p>Pt 100; Pt 500 – от минус 200 до плюс 800, $\pm(0,029+0,000123 \cdot t^*)$;</p> <p>50 М – от минус 50 до плюс 200, $\pm(0,024+0,0001 \cdot t^*)$;</p> <p>100 Н – от минус 60 до плюс 180, $\pm 0,027$;</p> <p>J – от минус 210 до плюс 1200, $\pm(0,055+0,00006 \cdot t^*)$;</p> <p>L – от минус 200 до плюс 800, $\pm(0,045+0,00005 \cdot t^*)$;</p> <p>T – от минус 200 до плюс 400, $\pm 0,036$;</p> <p>K – от минус 200 до плюс 1372, $\pm(0,055+0,00008 \cdot t^*)$;</p> <p>N – от минус 200 до плюс 1300, $\pm(0,054+0,00006 \cdot t^*)$;</p> <p>S – от минус 50 до плюс 1678,1, $\pm(0,012+0,0001 \cdot t^*)$,</p> <p>где t^* – измеряемая температура, °С;</p> <p>Термостат низкотемпературный «Криостат», диапазон измерений от минус 40 °С до плюс 20 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С;</p> <p>Термостат низкотемпературный «Криостат», диапазон измерений от минус 80 °С до плюс 30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С;</p> <p>Устройство термостатирующее измерительное Термостат-А, диапазон измерений от плюс 15 °С до плюс 250 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,02$ °С;</p> <p>Калибратор температуры RTC-700 с внешним STS, диапазон воспроизводимых температур от 33 °С до 700 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру $\pm 0,29$ °С (в диапазоне температур от 33 °С до 660 °С).</p>		



Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
		<p>$\pm 1,4$ °С в диапазоне температур свыше 660 °С до 700 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерения температуры (TRUE) со штатным платиновым ТС углового типа $\pm 0,11$ °С в диапазоне температур от 33 °С до 660 °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,008$ °С в диапазоне температур от 33 °С до 100 °С, $\pm 0,015$ °С в диапазоне температур свыше 100 °С до 420 °С, $\pm 0,3$ °С в диапазоне температур свыше 420 °С до 700 °С, диапазон измерения сигналов преобразователей термоэлектрических от минус 78 мВ до плюс 78 мВ, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,005$ % от ИВ + 0,005 % от ВПИ), диапазон измерения сигналов термопреобразователей сопротивления от 0 Ом до 400 Ом, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,002$ % от ИВ + 0,002 % от ВПИ), диапазон измерения сигналов термопреобразователей сопротивления от 0 Ом до 4000 Ом, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,005$ % от ИВ + 0,005 % от ВПИ), диапазон измерения сигналов от эталонного термометра от 0 Ом до 400 Ом, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,0012$ % от ИВ + 0,0005 % от ВПИ), диапазон измерения сигналов напряжения постоянного тока от 0 до 12 В, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,005$ % от ИВ + 0,010 % от ВПИ), диапазон измерения сигналов постоянного тока от 0 мА до 24 мА, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,005$ % от ИВ + 0,010 % от ВПИ), ВПИ-верхний предел измеряемой величины, ИВ-значение измеряемой величины;</p> <p>Печь малоинерционная трубчатая с терморегулятором МТП-2МР, диапазон воспроизводимых температур от 100 °С до 1200 °С, нестабильность поддержания температурного режима 0,1 °С/мин;</p> <p>Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/2, диапазон измеряемых температур от минус 196 °С до плюс 419,527 °С.</p>		



Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
		3 разряд; Преобразователь термоэлектрический эталонный ППО, диапазон измерений от 300 °С до 1200 °С, 3 разряд; Лабораторный блок питания НУ5002, диапазон выходного напряжения от 0 до 50 В постоянного тока; диапазон выходного тока от 0 до 5 А постоянного тока; Калибратор многофункциональный портативный Метран-510-ПКМ-А, измерение силы постоянного тока $\pm(0 - 5)$ мА, $\pm(0 - 22)$ мА, погрешность (0,0075 % + 0,25 мкА), (0,0075 % + 1 мкА); воспроизведение силы постоянного тока (0 - 5) мА; (0 - 25) мА, погрешность (0,0075 % + 0,25 мкА), (0,0075 % + 1 мкА); измерение напряжения постоянного тока $\pm(0 - 100)$ мВ, $\pm(0,1 - 1)$ В, $\pm(1 - 11)$ В, погрешность 0,0075 % + 5 мкВ, 0,0075 % + 0,05 мВ, 0,0075 % + 0,55 мВ; воспроизведение напряжения постоянного тока (0 - 0,1) В, (0,1 - 1) В, (1 - 5) В, погрешность 0,0075 % + 5 мкВ, 0,0075 % + 0,05 мВ, 0,0075 % + 0,25 мВ; Шкаф сухо-тепловой ГП 40-3, диапазон температур от 0 °С до плюс 180 °С; Приспособление для проверки ТС (ТП)		
Определение основной абсолютной погрешности отображения температуры	6.5.2	См. 6.5.1	да	да
Определение нестабильности	6.6.1	См. 6.5.1	да	нет
Определение отклонения от НСХ	6.6.2	См. 6.5.1	да	да

2 Требования к квалификации поверителей

2.1 К проведению измерений при поверке допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию поверителя.

2.2 Поверку должен выполнять персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий необходимую подготовку для работы с термопреобразователями и используемыми эталонами.



3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные ТКП 181 и требования безопасности, оговоренные в технической документации на термопреобразователи и используемые эталоны.

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха – $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность – от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания – 24 В постоянного тока.

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

4.3 Термопреобразователи разборных конструкций необходимо вынуть из защитной арматуры. К поверке могут быть допущены термопреобразователи разборных конструкций в защитной арматуре и термопреобразователи неразборных конструкций с минимальной глубиной погружения – 20 мм.

4.4 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.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке (аттестации), оттисков поверительных клейм на средствах измерений;
- подготовить эталоны и вспомогательные средства поверки в соответствии с их технической документацией;
- из термопреобразователей разборной конструкции извлекают применяемый первичный элемент (ТС, ТП) при необходимости в зависимости от типа монтажного присоединения;
- выдержка термопреобразователей при температуре по 4.1 должна быть не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличных от нормальных;
- термопреобразователи с изоляцией из стекло-, кварцевого, керамического волокна предварительно выдержать при температуре от $60 ^\circ\text{C}$ до $100 ^\circ\text{C}$ не менее 2 ч;
- для определения основной погрешности термопреобразователей с оснащением монтажной головки GI-22, AT, ATX, LI-24G, LI-24GX, исполнений ALW, SN, LI24ALW, LI24ALW/SN собрать схему согласно приложения А;
- сопротивление нагрузки термопреобразователей с оснащением монтажной головки AT, ATX, GI-22 – 100 Ом; с оснащением монтажной головки LI-24G, LI-24GX; исполнений ALW, SN, LI24ALW, LI24ALW/SN – 250 Ом.



6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие термопреобразователей следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений;
- надписи и обозначения на термопреобразователях должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

6.2 Опробование

6.2.1 Опробование проводят для термопреобразователей с оснащением монтажной головки GI-22, AT, ATX, LI-24G, LI-24GX, исполнений ALW, SN, LI24ALW, LI24ALW/SN в следующей последовательности:

- измерить падение напряжения на катушке сопротивления эталонной $R_{эт}$ и рассчитать значение выходного токового сигнала поверяемого термопреобразователя I_i , мА, по формуле

$$I_i = U_i/R_o, \quad (1)$$

где U_i - падение напряжения катушке сопротивления эталонной, мВ

R_o - номинальное значение сопротивления катушки сопротивления эталонной, Ом.

Значение выходного токового сигнала термопреобразователя должно соответствовать значению токового сигнала при комнатной температуре.

Допускается совмещать опробование с операцией определения метрологических характеристик.

6.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

6.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции между цепями ТС (ТП) термопреобразователей и корпусом, между цепью ТС (ТП) термопреобразователей и измерительными цепями проводят в нормальных условиях.

Отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции, производят по истечении 1 мин после приложения напряжения постоянного тока 100 В к испытуемым цепям термопреобразователей или меньшего времени, за которое показания мегаомметра практически установятся.

Термопреобразователь считается годным, если сопротивление изоляции не менее 100 МОм.

6.4 Проверка электрической прочности изоляции

6.4.1 Электрическая изоляция между цепями ТС (ТП) термопреобразователей и корпусом, между цепью ТС (ТП) термопреобразователей и измерительными цепями должна выдерживать в течение 1 мин действие испытательного переменного напряжения 250 В синусоидальной формы частотой 50 Гц, исполнений ALW, SN, LI24ALW, LI24ALW/SN – (70±5) В синусоидальной формы частотой 50 Гц, исполнений Ех – 500 В синусоидальной формы частотой 50 Гц.

Термопреобразователь считается годным, если во время испытания отсутствовали пробой или перекрытие изоляции.



6.5 Определение основной погрешности термопреобразователей

6.5.1 Определение основной приведенной погрешности термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА

6.5.1.1 Основную погрешность следует определять не менее чем при пяти значениях входного сигнала, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерений.

6.5.1.2 Погрешность эталонных средств измерений не должна превышать 1/3 предела допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma_{вх}$.

6.5.1.3 Поместить термопреобразователь и эталонное средство измерения (СИ) на одинаковую глубину в рабочую зону соответствующего термостатирующего устройства, подключить комплекс ИСТ-М16 ТП.

Время выдержки эталонного СИ и поверяемых термопреобразователей должно быть достаточным для установления теплового равновесия, но не менее 15 мин.

6.5.1.4 Основную приведенную погрешность γ , %, определяют по формуле

$$\gamma = (I - I_p) / N \cdot 100, \quad (2)$$

где I – измеренное значение выходного сигнала, мА;

N – нормирующее значение, соответствующее диапазону измерений выходного сигнала, мА.

I_p – расчетное значение выходного сигнала, мА, определяемое по формуле (3);

$$I_p = I_{\min} + (I_{\max} - I_{\min}) \cdot (t - t_n) / (t_v - t_n), \quad (3)$$

где I_{\max} – верхнее значение выходного сигнала, равное 20 мА;

I_{\min} – нижнее значение выходного сигнала, равное 4 мА;

t_v, t_n – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона измерений, °С;

t – значение температуры, измеренное эталонным СИ °С.

6.5.1.5 Термопреобразователи считаются годными, если основная погрешность не превышает значений, приведенных в таблицах 4-5.

6.5.2 Определение основной абсолютной погрешности отображения температуры

6.5.2.1 Основную абсолютную погрешность отображения температуры термопреобразователей исполнений ALW, SN, LI24ALW, LI24ALW/SN определяют при пяти значениях измеряемой величины, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерений.

6.5.2.2 Погрешность эталонных средств измерений не должна превышать 1/3 предела допускаемой основной погрешности $\gamma_{вх}$.

6.5.2.3 Поместить термопреобразователь и эталонное средство измерения (СИ) на одинаковую глубину в рабочую зону соответствующего термостатирующего устройства, подключить комплекс ИСТ-М16 ТП.

Время выдержки эталонного СИ и поверяемых термопреобразователей должно быть достаточным для установления теплового равновесия, но не менее 15 мин.

6.5.2.4 Основную абсолютную погрешность отображения температуры, °С, определяют, как разность между измеренным термопреобразователем значением измеряемой величины и действительным значением измеряемой величины, измеренным эталонным СИ



$$\Delta = T_{и} - T_{з}, \quad (4)$$

где $T_{и}$ – измеренное термопреобразователем значение измеряемой температуры, °С;

$T_{з}$ – действительное значение измеряемой температуры в поверяемой точке, определяемое по эталонному СИ, °С.

6.5.2.5 Термопреобразователи считаются годными, если основная погрешность не превышает значений, приведенных в таблицах 4-5.

Таблица 2

Модификация и оснащение термопреобразователя	НСХ	Номинальное значение сопротивления при 0 °С, R_0 , Ом	Температурный коэффициент сопротивления, α , °С ⁻¹	Класс допуска и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, $\Delta_{тс}$, °С	Диапазон измерений*, °С					
CTR, KZ, без монтажной головки	Pt 100	100	0,003 85	А – $\pm(0,15+0,002 t)$ для диапазона измерений от -70 °С до +450 °С; В – $\pm(0,3+0,005 t)$ для диапазона измерений от -70 °С до +600 °С С – $\pm(0,6+0,01 t)$ для диапазона измерений от -70 °С до +600 °С	от -70 до +600					
	Pt 500	500								
	Pt 1000	1000								
CTR, KZ, без монтажной головки	50 М	50	0,004 28	А – $\pm(0,15+0,002 t)$ для диапазона измерений от -50 °С до +120 °С; В – $\pm(0,3+0,005 t)$ для диапазона измерений от -50 °С до +200 °С С – $\pm(0,6+0,01 t)$ для диапазона измерений от -70 °С до +200 °С	от -70 до +200					
						100 Н	100	0,006 17	С – $\pm(0,6+0,01 t)$	от -60 до +180
						CTR, монтажная головка PD, PM	Pt 100	100	0,003 85	В $\pm(0,3+0,005 t)$
Pt 500	500									
Pt 1000	1000									
CTR, монтажная головка ZG с KZ	Pt 100	100	0,003 85	А – $\pm(0,15+0,002 t)$ для диапазона измерений от -40 °С до +80 °С; В – $\pm(0,3+0,005 t)$ для диапазона измерений от -40 °С до +80 °С	от -40 до +80					
	Pt 500	500								
	Pt 1000	1000								

* – Предельные значения диапазонов измерений в соответствии с типом термосопротивлений, по требованию заказчика возможно изготовление термопреобразователей с диапазонами измерений, находящимися внутри указанных диапазонов.

Примечание – $|t|$ – абсолютное значение измеряемой температуры, °С



Таблица 3

Модификация термопреобразователя	Оснащение	НСХ	Диапазон измерений*, °С	Класс допуска	Диапазон измерений, °С, для классов	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, $\Delta_{\text{пр}}$, °С
СТУ	KZ, без монтажной головки	J	От -40 до +750	1	от -40 до +375 вкл.	$\pm 1,5$
				2	св. +375 до +750 вкл. от -40 до +333 вкл. св. +333 до +750 вкл.	$\pm 0,004 \cdot t $ $\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
		L	От -70 до +600	2	от -40 до +300 вкл.	$\pm 2,5$
				3	св. +300 до +600 вкл. от -70 до +100 вкл.	$\pm 0,0075 \cdot t $ $\pm 2,5$
		T	От -70 до +350	1	от -40 до +125 вкл.	$\pm 0,5$
				2	св. +125 до +350 вкл. от -40 до +133 вкл.	$\pm 0,004 \cdot t $ $\pm 1,0$
				3	св. +133 до +350 вкл. от -70 до +40 вкл.	$\pm 0,0075 \cdot t $ $\pm 1,0$
		K	От -70 до +1200	1	от -40 до +375 вкл.	$\pm 1,5$
				2	св. 375 до 1000 вкл. от -40 до +333 вкл.	$\pm 0,004 \cdot t $ $\pm 2,5$
		N	От -70 до +1200	2	св. +333 до +1200 вкл.	$\pm 0,0075 \cdot t $
				3	от -70 до +40 вкл.	$\pm 2,5$
		S	От 0 до +1200	1	от 0 до +1100 вкл.	$\pm 1,0$
2	св. 0 до +600 вкл. св. +600 до +1200 вкл.			$\pm 1,5$ $\pm 0,0025 \cdot t $		

* – Предельные значения диапазонов измерений в соответствии с типом термосопротивлений, по требованию заказчика возможно изготовление термопреобразователей с диапазонами измерений, находящимися внутри указанных диапазонов.

Примечание – $|t|$ – абсолютное значение измеряемой температуры, °С



Таблица 4

Модификация термопреобразователя	Оснащение	НСХ	Диапазон измерений*, °С	Выходной сигнал	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ_0 от диапазона изменения выходного сигнала, %				
CTR	АТ, АТХ	Pt 100	-40 – +600	от 4 до 20 мА постоянного тока	от $\pm 0,20$ до $\pm 2,00^{**}$				
		Pt 500	-40 – +200		от $\pm 0,20$ до $\pm 2,00^{**}$				
	GI-22	Pt 1000	-40 – +250	от 4 до 20 мА постоянного тока	от $\pm 0,20$ до $\pm 2,00^{**}$				
		100 Н	-40 – +180						
J		-40 – +750							
L		-40 – +600							
T		-40 – +350							
K		-40 – +1200							
CTU		N	-40 – +1200		от $\pm 0,20$ до $\pm 2,00^{**}$				
		S	0 – +1200						
		CTR	LI-24G, LI-24GX			Pt 100, Pt 500	-40 – +600	от 4 до 20 мА постоянного тока; HART-протокол	от $\pm 0,10$ до $\pm 1,00^{**}$
						Pt 1000	-40 – +266		
50 М	-40 – +180								
100 Н	-40 – +180								
CTU		J	-40 – +750						
		L	-40 – +600						
		T	-40 – +350						
		K	-40 – +1200						
		N	-40 – +1200						
		S	0 – +1200						

* – Предельные значения диапазонов измерений термопреобразователей, по требованию заказчика возможно изготовление термопреобразователей с диапазонами измерений, находящимися внутри указанных диапазонов.

** Пределы допускаемой основной погрешности (%) из ряда: $\pm 0,10$; $\pm 0,20$; $\pm 0,25$; $\pm 0,50$; $\pm 1,00$; $\pm 1,50$; $\pm 2,00$.

Примечания:

1) Типы НСХ для CTR – по таблице 2, для CTU – по таблице 3;

2) Величина минимального поддиапазона – 10 °С, кроме термопреобразователей CTU с оснащением GI-22 – 50 °С



Таблица 5

Модификация термопреобразователя	Исполнение	НСХ	Класс допуска	Диапазон измерений*, °С	Выходной сигнал	Пределы допускаемой основной погрешности	
						приведенной γ_0 от диапазона изменения выходного сигнала, %	абсолютной Δ отображения температуры, °С
CTR	ALW, SN	Pt 100	A, B, C	-40 – +550	от 4 до 20 мА постоянно-го тока; HART-протокол	от $\pm 0,10$ до $\pm 1,00^{**}$	$\pm(0,25+0,002 \cdot t)$
CTU		K	1, 2, 3	-40 – +550			$\pm 1,50$ при $t \leq 375$ °С $\pm(0,004 \cdot t)$ при $t > 375$ °С
CTR	LI24ALW, LI24ALW/S N	Pt 100, Pt 500, Pt 1000	A, B, C	-40 – +600			$\pm(0,25+0,002 \cdot t)$
CTU	LI24ALW, LI24ALW/S N	J	1, 2	-40 – +750			$\pm 1,50$ при $t \leq 375$ °С $\pm(0,004 \cdot t)$ при $t > 375$ °С
		L	2, 3	-40 – +600			
		T		-40 – +350			
		K	1, 2, 3	-40 – +1200			
		N		-40 – +1200			
		S	1, 2	0 – +1200			

* – Предельные значения диапазонов измерений термопреобразователей, по требованию заказчика возможно изготовление термопреобразователей с диапазонами измерений, находящимися внутри указанных диапазонов.

** Пределы допускаемой основной погрешности (%) из ряда: $\pm 0,10$; $\pm 0,20$; $\pm 0,25$; $\pm 0,50$; $\pm 1,00$.

Примечания:

1) Типы НСХ для CTR – по таблице 2, для CTU – по таблице 3;

2) $|t|$ – абсолютное значение измеряемой температуры, °С;

t – значение измеряемой температуры, °С;

3) Величина минимального поддиапазона – 10 °С

6.6 Определение нестабильности, отклонения от НСХ преобразователей температуры CTU с длиной погружаемой части менее 250 мм

6.6.1 Определение нестабильности

6.6.1.1 При поверке в печах не более четырех термопреобразователей сложить в общий пучок с эталонным преобразователем термоэлектрическим ППО (ППО), обвязать в двух-трех местах отрезками хромелевой или алюмелевой проволоки диаметром 0,5 мм.

Пучок поверяемых термопреобразователей с ППО разместить в рабочем пространстве в печи в соответствии с технической документацией на печь.

6.6.1.2 Свободные концы поверяемых термопреобразователей гальванически соединить с медными нелужеными проводами скруткой либо обмоткой медной проволокой (медь – марки не ниже М1 по ГОСТ 859) диаметром 0,3 мм.

6.6.1.3 Концы медных проводов подсоединить к соответствующим клеммам поверочной установки.

6.6.1.4 При проверке в жидкостном термостате установить через отверстия в крышке проверяемые термопреобразователи, в центре установить эталонный термопреобразователь сопротивления.

Выполнить операции по 6.6.1.2, 6.6.1.3.

На регуляторе жидкостного термостата установить требуемое значение температуры. Время выхода на режим не менее 1 ч.

После достижения режима стабилизации провести измерения с помощью комплекса измерительно-вычислительного ИСТ-М16 ТП (комплекс ИСТ-М16 ТП)

6.6.1.5 Компенсация температуры свободных концов обеспечивается комплексом ИСТ-М16 ТП.

6.6.1.6 Проверку нестабильности термопреобразователей проводят при значении температуры, соответствующей верхнему рабочему значению диапазона измерений, путем определения ТЭДС термопреобразователей при этой температуре до и после двухчасового отжига в печи или нахождения в жидкостном термостате комплекса ИСТ-М16 ТП.

6.6.1.7 Термопреобразователь считается годным, если изменения НСХ термопреобразователей после воздействия этой температуры не более 0,5 допускаемых отклонений, указанных в таблице 3.

6.6.2 Определение отклонения от НСХ

6.6.2.1 ТЭДС термопреобразователей определять не менее, чем при четырех значениях температуры, указанных в таблице 6.

В обоснованных заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС при значениях температуры, указанных в таблице 6 в скобках.

Таблица 6

Тип ТП	Диаметр термоэлектродов, мм	Диапазон измерений термопреобразователя, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
J	от 3,2 до 1,2	от -40 до +750	300, 400, 500, 600, (750)
	от 0,7 до 0,1		100, (200), 300, 400, 500, (600)
L	от 3,2 до 1,2	от -70 до +600	300, 400, 500, 600
	от 0,7 до 0,1		100, (200), 300, 400, 500, (600)
T	от 3,2 до 1,2	от -70 до +350	50, 100, 200, 300
	от 0,7 до 0,1		
K N	от 3,2 до 1,2	от -70 до +1200	300, 500, 700, 900 (1000)
	от 0,7 до 0,5		100, (200), 300, 500, 700, 800, (900)
	от 0,3 до 0,1	от -70 до +800	100, (200), 300, 400, 500, 600, (700)
S	от 0,5 и более	от 0 до +1200	300, 600, 900, 1200

Для термопреобразователей, 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.

Допускается определение ТЭДС термопреобразователей, поступивших в первичную поверку и изготовленных из аттестованных бухт термоэлектродного материала, при одном значении температуры, соответствующем верхнему пределу применение термопреобразователя.

6.6.2.2 Выполнить 6.6.1.1 – 6.6.1.5.

6.4.3 Обработка результатов измерений по ГОСТ 8.338.

Отклонения от НСХ должны соответствовать требованиям таблицы 3.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки термопреобразователя оформляются протоколом, приведенным в приложении Б.

7.2 При положительных результатах первичной поверки в паспорте на термопреобразователь производится запись о годности к применению, наносится оттиск поверительного клейма, указывается дата поверки и ставится подпись лица, выполнившего поверку. На монтажную головку термопреобразователя наклеивается клеймо наклейка.

При положительных результатах периодической поверки оформляется свидетельство о поверке и на монтажную головку термопреобразователя наклеивается клеймо-наклейка.

7.3 При отрицательных результатах поверки термопреобразователь бракуют и запрещают к дальнейшему применению. На термопреобразователь выдается заключение о непригодности с указанием причин брака.

РАЗРАБОТАНО

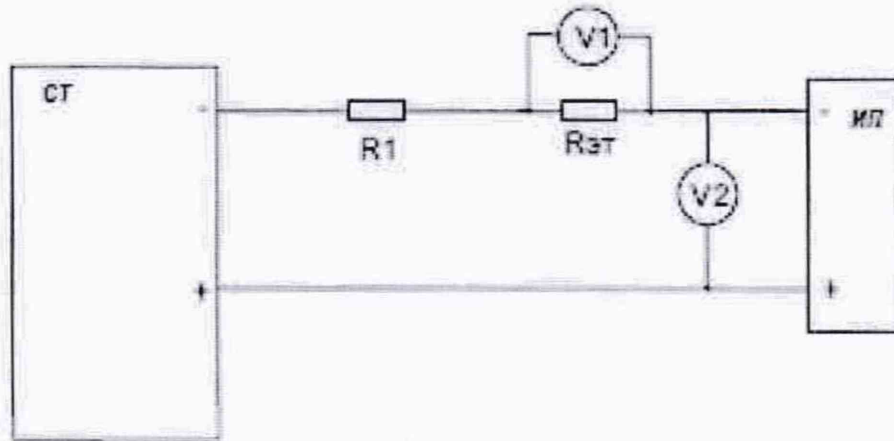
Ведущий специалист по сертификации
СООО «АПЛИСЕНС»

Г.И. Граховская



Приложение А
(обязательное)

Схема подключения приборов при определении основной погрешности



- СТ – термопреобразователь;
- ИП – источник питания;
- V1, V2 – Мультиметр Keithley Model 2000;
- R₁ – магазин сопротивления P4831;
- R_{эт} – катушка сопротивления эталонная P331 100 Ом

Рисунок А.1 – Схема подключения приборов при поверке термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА, отображением температуры, °С

Приложение Б
(рекомендуемое)
Протоколы поверки

Б.1 Протокол поверки термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА, отображением температуры, °С

Преобразователи температуры СТ _____

Дата поверки: « ____ » _____ 20 г. Заводской номер _____

Изготовитель: СООО «АПЛИСЕНС», г. Витебск, Республика Беларусь
Поверка проводится по МРБ МП.2516-2015

Используемые средства поверки:

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха °С;
- относительная влажность окружающего воздуха %;
- атмосферное давление кПа;
- напряжение питания В

Результаты поверки

Таблица Б.1

Номер пункта методики поверки	Наименование проверяемого требования	Результаты испытания
6.1	Внешний осмотр	
6.2	Опробование	
6.3	Проверка электрического сопротивления изоляции	
6.4	Проверка электрической прочности изоляции	
6.5.1	Определение основной приведенной погрешности термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА	
6.5.2	Определение основной абсолютной погрешности отображения температуры	

6.5.1 Определение основной приведенной погрешности термопреобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА

Заданное значение температуры, °С	Значение температуры, измеренное эталонным СИ, °С	Расчетное значение выходного сигнала, мА	Измеренное значение выходного сигнала, мА	Основная приведенная погрешность, γ, %	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ, %



6.5.2 Определение основной абсолютной погрешности отображения температуры

Заданное значение температуры, °C	Действительное значение измеряемой температуры, измеренное эталонным СИ, T_2 , °C	Значение температуры, измеренное термопреобразователем, T_1 , °C	Основная абсолютная погрешность, Δ , °C	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Δ , °C

Результат поверки:

Подпись поверителя _____



Б.2 Протокол поверки преобразователей температуры СТU с длиной погружаемой части менее 250 мм

Преобразователи температуры СТU _____

Дата поверки: « ____ » _____ 20 г. Заводской номер _____

Изготовитель: СООО «АПЛИСЕНС», г. Витебск, Республика Беларусь

Используемые средства поверки:

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха °С;
- относительная влажность окружающего воздуха %;
- атмосферное давление кПа;
- напряжение питания В

Результаты поверки

Таблица Б.2

Номер пункта методики поверки	Наименование проверяемого требования	Результаты испытания
6.1	Внешний осмотр	
6.3	Проверка электрического сопротивления изоляции	
6.4	Проверка электрической прочности изоляции	
6.6.1	Определение нестабильности	
6.6.2	Определение отклонения от НСХ	

6.6.1 Определение нестабильности

Заданное значение температуры, °С	Значение температуры, измеренное эталонным СИ, °С	Показания термопреобразователя, °С		Абсолютная погрешность, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, %
		начальное	после 2 ч		

6.6.2 Определение отклонения от НСХ

Заданное значение температуры, °С	Значение температуры, измеренное эталонным СИ, °С	Показания термопреобразователя, °С	Абсолютная погрешность, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, %

Результат поверки:

Подпись поверителя _____

