

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Операции поверки.....	3
Средства поверки.....	4
Требования безопасности.....	5
Условия поверки.....	5
Подготовка к поверке.....	5
Проведение поверки.....	6
Оформление результатов поверки.....	8

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту - методика) распространяется на преобразователи термоэлектрические в мягкой изоляции (поверхностные) дТПКХХ1 и дТПЛХХ1 (далее – ТП) Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП), выпускаемых по ТУ 4211-010-46526536-03 и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал: 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Проверка стабильности	7.2	Да	Нет
3 Проверка отклонения ТЭДС чувствительного элемента ТП от НСХ.	7.3	Да	Да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки ТП должны применяться следующие средства:

- эталонные платинородий-платиновые термоэлектрические термометры 2-го разряда типа ППО, с диапазоном измерений от плюс 300 °С до плюс 1200 °С, погрешностью по ГОСТ Р 8.588;

- эталонный термометр сопротивления 3-го разряда типа ЭТС-100 с диапазоном измерений от минус 196 °С до плюс 660 °С, с погрешностью по ГОСТ Р 8.588;

- эталонный ртутный стеклянный термометр ТЛ-4 2-го разряда, с погрешностью по ГОСТ 8.588 в диапазоне температуры от 0 °С до плюс 50 °С;

- поверочная установка, включающая в себя двухрядный или однорядный потенциометр постоянного тока класса точности не ниже 0,01 по ГОСТ 9245 с верхним пределом измерений не ниже 100 мВ и ценой ступени низшей измерительной декады не более 10^{-6} В с бестермоточным переключателем типа ПБ-28В.

Примечание – допускается применять современные микропроцессорные средства измерений ТЭДС рабочих термопреобразователей, например автоматизированная система поверки ТП АСТП с пределами допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С и $\pm 0,4$ °С или многоканальный прецизионный измеритель температуры МИТ 8.10.

3.2 При поверке применяют следующие вспомогательные средства:

- криостат КР-40-2, диапазон воспроизводимых температур от минус 40 до плюс 40 °С, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,05 °С/м, минимальная глубина погружения не менее 300 мм;

- термостат паровой ТП-2 с перепадом температуры в рабочем пространстве по высоте на длине средней части 200 мм. не более 0,03 °С, с ванной глубиной не менее 300мм;

- масляный термостат ТР-1М с диапазоном температуры от 95 °С до 300 °С, градиентом температуры в рабочем пространстве не более 0,05 °С/см, с ванной глубиной не менее 300мм;

- горизонтальная трубчатая печь сопротивления МТП-2МР, с рабочим пространством длиной 500-600 мм, диаметром 40-50 мм и максимальной рабочей

температурой не менее 1200 °С. Градиент температуры по оси печи (в её средней части) при 1000 °С не должен превышать 0,8 °С/см на участке не менее 50 мм;

- никелевый толстостенный стакан длиной 80-100 мм, наружный диаметр которого выбирают в зависимости от рабочего пространства печи, толщина дна и стенки стакана не менее 5 мм. Допускается применять никелевый блок соответствующих размеров с гнездами соответствующего диаметра и глубиной 70-90 мм;

- аттестованные (метрологической службой, проводящей поверку) удлиняющие компенсационные провода. Значение ТЭДС скомплектованной пары проводов при температуре рабочего и свободных концов пары, соответственно равной 100 °С и 0 °С, не должно отклоняться от значений соответствующей типу НСХ более чем на:

для термопреобразователей дТПКХХ1 – 0,012 мВ

для термопреобразователей дТПЛХХ1 – 0,036 мВ;

- теплоизоляционный сосуд или другие теплоизоляционные средства, обеспечивающие заданную температуру в течение 1 часа с предельным отклонением $\pm 0,1$ °С для термостатирования свободных концов в льдо-водяной смеси.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При подготовке и проведении поверки соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, “Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей”.

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

4.3 Вблизи печей не должны находиться горючие материалы.

4.4 Стекланные сосуды Дьюара должны иметь охранные кожухи из жести или пластмассы.

4.5 При выполнении измерений должны быть соблюдены требования эксплуатационных документов на термостаты и печи, ГОСТ 12.2.007.9-93, ГОСТ 12.3.019-80.

4.6 К выполнению измерений должны допускаться лица, обученные обращению с термостатами, печами, электрооборудованием, изучивших настоящую методику, знающие принцип действия используемых при проведении измерений средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха $(30 \dots 80)$ %;
- атмосферное давление $(84,0 \dots 106,7)$ кПа
 $((630 \dots 800)$ мм рт. ст.);

- изменение температуры воздуха в помещении во время работы поверочной установки не должно быть более $\pm 0,5$ °С в течение 1 ч;

- вибрация в помещении не должна вызывать отклонений указателя наиболее чувствительного средства измерений более чем на $\pm 0,25$ цены наименьшего деления его шкалы;

- питание печей должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение которого не должно превышать 1%;

- 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.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Подготовка основных и вспомогательных средств поверки

6.1.1 Подготовить к работе образцовое оборудование, участвующее в поверке, в соответствии с его эксплуатационной документацией.

6.1.2 Эталонные термоэлектрические термометры поместить в защитные пробирки из кварцевого стекла, при этом рабочий конец эталонных термоэлектрических термометров должен касаться дна пробирки.

6.1.3 При поверке в криостате или в термостате эталонный термометр сопротивления и поверяемый(ые) ТП погружают в криостат (термостат) вместе с выравнивающим блоком на глубину не менее 250 мм. Поверяемые термопреобразователи предварительно помещают в стеклянные пробирки и засыпают пространство между термопреобразователем и внутренними стенками пробирки мелкодисперсным порошком окиси алюминия.

6.1.4 При поверке в печи, поверяемые ТП собирают в общий пучок в количестве не более восьми с пробиркой из кварцевого стекла, в которой помещен эталонный 2-го разряда термоэлектрический преобразователь ППО, и обвязывают в двух – трех местах отрезками хромелевой или алюмелевой проволоки диаметром 0,5 мм.

Пучок поверяемых ТП с эталонным ППО (вместе с пробиркой) вводят в рабочее пространство печи до упора поверяемых термопреобразователей и дна пробирки с эталонным термоэлектрическим преобразователем ППО в дно никелевого стакана и центрируют пучок по оси печи.

6.1.5 Свободные концы (или концы удлиняющих проводов) поверяемых ТП гальванически соединяют с медными нелужеными проводами скруткой. Места скруток термостатируют в теплоизолированном сосуде, заполненном льдо-водяной смесью. В сосуды помещают ртутный стеклянный термометр для введения поправки при температуре, отличающейся от 0 °С более чем на 0,1 °С. Концы медных проводов подсоединяют к соответствующим клеммам поверочной установки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра визуально проверить:

- отсутствие механических повреждений поверхности ТП,
- отсутствие механических повреждений соединений;
- соответствие комплектности ТП эксплуатационной документации;
- правильность маркировки;

7.1.2 При обнаружении видимых механических повреждений чувствительного элемента, несоответствии маркировки паспортным данным, поверка останавливается и ТП признаётся негодным к применению.

7.2 Проверка нестабильности

7.2.1 Проверку нестабильности проводят только при первичной поверке при максимальной температуре в последовательности, указанной ниже.

Нагревают термостат (водяной, масляный или паровой) или горизонтальную трубчатую печь до заданного значения температуры с допускаемыми отклонениями, не превышающими: для термостата - $\pm 0,5$ °С; для печи - ± 10 °С.

Температуру термостата контролируют эталонным ртутным стеклянным термометром, температуру печи – эталонным 2-го разряда ТП типа ППО.

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

Цикл измерений осуществляют непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного ТП до отсчета показаний ЧЭ

последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного ТП) и т.д. до получения четырех отсчетов показаний эталонного термометра и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП.

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

По показаниям ртутных стеклянных термометров определяют и вносят в протокол проверки значения температуры свободных концов $t_{с.к}$ ЧЭ поверяемых ТП и эталонного ТП, помещенных в термостат для свободных концов. Погрешность измерений температуры свободных концов ЧЭ ТП не должна превышать $\pm 0,1$ °С.

Показания эталонного ртутного стеклянного термометра считывают с погрешностью не более половины цены наименьшего деления. Отсчеты ТЭДС эталонного ТП проводят до 10^{-3} мВ, отсчеты ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП – до 10^{-2} мВ.

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

7.2.3 Нестабильность ТП Δ_n не должна превышать $\frac{1}{2}$ допускаемых отклонений ТЭДС ТП ЧЭ от НСХ по ГОСТ 6616-94.

7.3 Проверка отклонения ТЭДС чувствительного элемента ТП от НСХ

7.3.1 Проверку отклонения ТЭДС чувствительного элемента (ЧЭ) от НСХ проводят методом непосредственного сличения с эталонными термометрами в пяти точках поочередно в криостате, паровом термостате, масляном термостате и трубчатой печи.

7.3.3 Градуировочные характеристики ЧЭ поверяемых ТП должны соответствовать НСХ соответствующего типа в пределах допускаемых отклонений ТЭДС.

При проверке этого требования определяют ТЭДС ЧЭ ТП при нескольких значениях температуры его рабочего конца и температуре свободных концов, равной 0°С.

Точки, в которых производится проверка соответствия НСХ, указаны в таблице 2.

Таблица 2

Тип ТП	Диаметр термоэлектродов, мм.	Рабочий диапазон температуры, °С	Температура при измерении ТЭДС, °С
дТПКХХ1	От 3,2 до 1,2	От -40 до 1100	-40, 0, 100, 600, 1100
	От 0,7 до 0,5	От -40 до 800	-40, 0, 100, 600, 800
дТПЛХХ1	От 3,2 до 1,2	От -40 до 800	-40, 0, 100, 600, 800
	От 0,7 до 0,5	От -40 до 600	-40, 0, 100, 200, 600

Примечания:

1 При периодической проверке для ТП, применяемых в более узком диапазоне температуры допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

2 Допускается определение ТЭДС ЧЭ ТП, поступающих на первичную проверку и изготовленных из аттестованных бухт термоэлектродного материала при одном значении температуры.

7.3.4 В соответствии с эксплуатационной документацией подготовить криостат, нагреть термостат (паровой и масляный) и горизонтальную трубчатую печь до заданных значений температуры.

Температуру в криостате и термостатах контролируют эталонным термометром сопротивления 3-го разряда, а температуру в печи – эталонным 2-го разряда термоэлектрическим преобразователем ППО.

7.3.5 После установления теплового равновесия между эталонным термометром, поверяемым ТП и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и поверяемого термопреобразователя) снимают не менее четырех показаний эталонного термометра и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП. Цикл измерений осуществляют непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного термометра до отсчета показаний ЧЭ последнего

поверяемого термопреобразователя), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного термометра).

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

7.3.6 Из результатов выполненных измерений вычисляют:

- среднеарифметические значения сопротивления, а затем и температуры (в соответствии с индивидуальной статической характеристикой (ИСХ)) по показаниям эталонного термометра сопротивления и среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП (при поверке в криостате и термостатах);

- среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного термоэлектрического преобразователя ППО и ЧЭ каждого из поверяемых ТП (при поверке в печи).

7.3.7 Вычисленные среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного термоэлектрического преобразователя ППО и ЧЭ каждого из поверяемых термопреобразователей приводят к значениям ТЭДС ЧЭ при температуре свободных концов, равной 0°C, внося поправку на температуру свободных концов ЧЭ, измеренную эталонным ртутным стеклянным термометром ТЛ-4. Поправку определяют в каждом случае по соответствующей НСХ. Значение поправки имеет знак «плюс» и равно табличному значению ТЭДС ЧЭ термопреобразователя при такой температуре, какую при поверке имели свободные концы.

7.3.8 По приведенному значению ТЭДС эталонного термоэлектрического преобразователя определяют действительную температуру t , °C, рабочих концов ЧЭ поверяемых термопреобразователей по формуле 1:

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

где $t_{\text{свид}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{свид.эт}}$, °C;

$E_{\text{пр.эт}}$ – приведенное значение ТЭДС эталонного термоэлектрического преобразователя, мВ;

$E_{\text{свид.эт}}$ – значение ТЭДС эталонного термоэлектрического преобразователя, взятое из свидетельства, ближайшее к $E_{\text{пр.эт}}$, мВ;

$(\Delta E / \Delta t)_t$ – чувствительность эталонного термоэлектрического преобразователя на единицу температуры, мВ/°C, указана в ГОСТ 8.338-2002.

7.3.9 По приведенным значениям ТЭДС поверяемых ТП в соответствии с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 находят значения температуры.

7.3.10 В каждой поверяемой температурной точке рассчитывают отклонение ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП от НСХ Δ_i по формуле (2):

$$\Delta_i = \pm / \overline{t_{xi}} - \overline{t_{0i}} / \quad (2)$$

где $\overline{t_{xi}}$ – среднее арифметическое значение ТЭДС в температурном эквиваленте показаний поверяемого ТП в i -ой температурной точке, вычисленное в соответствии с НСХ), °C;

$\overline{t_{0i}}$ – среднее арифметическое значение показания эталонного термометра в i -ой температурной точке, °C.

7.3.11 Отклонения ТЭДС ЧЭ ТП от НСХ в каждой температурной точке не должны превышать пределов допускаемых отклонений ТЭДС ТП ЧЭ от НСХ по ГОСТ 6616-94.

ТП, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть забракованы или могут быть переведены в более низкий класс точности (если это возможно).

Примечание:

Необходимо учитывать, что из-за несоответствий реальной методики выполнения измерений и методики выполнения поверки (некорректная идеализация реального объекта измерений) в процессе работы ТП на объекте, возникает методическая погрешность, которая зависит от способа установки (крепления) ТП, коэффициента теплопроводности материала, температура поверхности которого измеряется, температуры окружающей среды, скорости потока окружающего воздуха.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, установленной метрологической службой, проводящей поверку.

8.2 Положительные результаты первичной поверки оформляют нанесением оттиска поверительного клейма в паспорт термопреобразователя.

8.3 Положительные результаты периодической и внеочередной поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

8.4 При отрицательных результатах поверки термопреобразователь к эксплуатации не допускают, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, и вносят запись в паспорт или выдают извещение о непригодности термопреобразователя с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.