

УТВЕРЖДАЮ
Директор Сергиево-Посадского филиала
ФГУ «Менделеевский ЦСМ»

Е.А. Павлюк
2010 г.

Комплект термопреобразователей сопротивления Pt 500

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4213-900-03215076-2010 ИС1

Настоящая методика поверки распространяется на комплекты термопреобразователей сопротивления Pt 500 (далее комплект ТС) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Рекомендуемый межповерочный интервал – четыре года.

1.1 Операции и средства поверки

При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1.1 и должны использоваться средства поверки, указанные в таблице 1.2

Таблица 1.1 – Операции поверки

№ п/п	Операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	1.5.1	+	+
2	Проверка электрического сопротивления изоляции	1.5.2	+	+
3	Определение метрологических характеристик	1.5.3		
3.1	Определение сопротивления термопреобразователей в двух точках измерения температуры и расчет коэффициентов индивидуальной статической характеристики	1.5.3.1	+	+
3.2	Определение погрешности термопреобразователей сопротивления из комплекта ТС при измерении температуры	1.5.3.2	+	+
3.3	Определение погрешности комплекта ТС при измерении разности температур	1.5.3.3	+	+

При несоответствии характеристик поверяемого комплекта термопреобразователей сопротивления Pt 500, установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1.1 его

к дальнейшей поверке не допускают и последующие операции не проводят, за исключением оформления результатов по п. 1.5.4.

Таблица 1.2 – Средства поверки

№ п/п методики поверки	Наименование средства поверки	Метрологические характеристики
1.5.2	Тераомметр Е6-13	Диапазон измерений R (10^6 - 10^{11}) Ом, класс точности 2,5-4, Uисп=100 В.
1.5.3.1	Термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М. Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ. Термостат нулевой. Термостат паровой ТП-1М.	Диапазон измерений T (0-420) °С, 2-й разряд. Диапазон измерений T (минус 200-500) °С, погрешность $\pm(0,004+10^{-5} \cdot t)$ °С, диапазон измерений R (0-1500) Ом, погрешность $\pm 3 \cdot 10^{-2}$ Ом, ток 0,2 мА. Неравномерность температуры в рабочем объеме не более $\pm 0,01$ °С. Воспроизводимая температура 100 °С, неравномерность температуры в рабочем объеме не более $\pm 0,05$ °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,03$ °С.

Примечания:

1. Допускается применять другие средства поверки, метрологические и технические характеристики которых не хуже приведенных в таблице 1.2.
2. Все средства измерений должны быть исправны и поверены, термостаты - аттестованы.

1.2 Требования к квалификации поверителей

К поверке комплекта ТС допускают лиц, аттестованных на право поверки средств температурных измерений.

Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже II.

1.3 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» и требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

1.4 Условия поверки и подготовка к ней

1.4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 15-25;
- относительная влажность воздуха, % 30-80;
- атмосферное давление, кПа 84-106,7.

1.4.2 Перед проведением поверки необходимо провести расчет ожидаемой расширенной неопределенности поверки по данным свидетельств о поверке средств измерений и протоколам аттестации используемых термостатов по методике, изложенной в разделе 11 ГОСТ Р 8.624-2006. Рассчитанная расширенная неопределенность поверки должна быть в два раза меньше требуемого допуска (класс В) по ГОСТ Р 8.625-2006.

1.4.3 Средства поверки готовят к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

1.4.4 Перед проведением поверки необходимо выдержать комплекты ТС в нормальных условиях не менее 1 часа.

1.5 Проведение поверки

1.5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют маркировку, выявляют отсутствие внешних неисправностей защитного корпуса и соединительного кабеля. Длина кабеля должна соответствовать паспорту и быть одинаковой у обоих термопреобразователей сопротивления (ТСП) комплекта ТС.

1.5.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверка электрического сопротивления изоляции ТСП производится с помощью термометра между соединенными вместе выводами термопреобразователя и защитным корпусом при напряжении постоянного тока 100 В. Измерение проводят при двух полярностях приложения напряжения. Регистрируют минимальное значение сопротивления изоляции через 10 с после приложения напряжения.

Изоляция считается удовлетворительной, если ее сопротивление не менее 100 МОм.

1.5.3 Определение метрологических характеристик.

1.5.3.1 Определение сопротивления термопреобразователей в двух точках измерения температуры и расчет коэффициентов индивидуальной статической характеристики.

Определение сопротивления термопреобразователей в двух точках измерения температуры и расчет коэффициентов индивидуальной статической характеристики (ИСХ) преобразования каждого ТСП производится с помощью термометра сопротивления платинового эталонного 2 разряда с использованием жидкостных термостатов.

Для каждого ТСП из комплекта при измерительном токе 0,2 мА определяются значения сопротивления при двух температурах диапазона измерений.

Температуры, при которых определяются значения сопротивления, выбираются из диапазона измерений в соответствии рекомендациями п. А5.5 ГОСТ Р 8.624:

- $t_1=0$ °С;
- $t_2=(90-103)$ °С.

Для задания температуры t_1 используют нулевой термостат или сосуд Дьюара, для t_2 - паровой или жидкостной термостат.

Измерение сопротивления ТСП в термостатах должно выполняться после установления состояния теплового равновесия между ТСП и термостатирующей средой термостата (сопротивление ТСП не изменяется более чем на 1/10 допуска за 5 мин). Испытываемые ТСП и эталонный термометр должны находиться на одинаковой глубине (не менее длины монтажной части ТСП). Температура эталонного термометра за все время измерений не должна измениться более чем на 1/5 допуска поверяемых ТСП. В каждой контрольной точке производят два цикла по пять измерений. Из результатов измерений сопротивления ТСП (R_i) должно быть вычтено значение сопротивления кабеля ТСП, определяемое по данным (длина и удельное сопротивление), указанным в паспорте комплекта ТС. За результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

Для двух точек ($t_1=t_0$ и $t_2=t_{кип}$) по полученным значениям сопротивления и температуры для каждого ТСП из комплекта рассчитывают индивидуальные значения R_0 и коэффициента А:

$$A = \frac{r_2 - r_1 + B \cdot (r_2 \cdot t_1^2 - r_1 \cdot t_2^2)}{t_2 \cdot r_1 - t_1 \cdot r_2} \quad (5)$$

$$R_0 = \frac{r_1}{1 + A \cdot t_1 + B \cdot t_1^2} \quad (6)$$

где r_2 – сопротивление (i-го) ТСП при температуре t_2 , Ом;

r_1 – сопротивление (i-го) ТСП при температуре t_1 , Ом

B – коэффициент ИСХ по ГОСТ Р 8.625-2006 ($B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$).

Из результатов измерений r_1 должно быть вычтено значение сопротивления кабеля ТСП, определяемое по данным (длина и удельное сопротивление), указанным в паспорте комплекта ТС.

Полученные значения R_{0i} , A_i и стандартное B (ГОСТ Р 8.625) используют для построения ИСХ ТСП по формуле:

$$R_{ИСХ} = R_{0i} \cdot (1 + A_i \cdot t + B \cdot t^2) \quad (3)$$

1.5.3.2 Определение погрешности ТСП из комплекта ТС при измерении температуры.

Определение погрешности ТСП комплекта ТС при измерении температуры выполняют, рассчитывая отклонения ИСХ в температурном эквиваленте от НСХ по ГОСТ Р 8.625 в начале (1 °С), середине (80 °С) и конце температурного диапазона измерения (160 °С).

Значения R_t для НСХ ТСП с $R_0=500$ Ом и допустимое отклонение Δt для класса В по ГОСТ Р 8.625 для выбранных величин температуры приведены в таблице

$t, ^\circ\text{C}$	1	80	160
R_t (НСХ) Ом	501,9539	654,4840	805,2720
Δt (кл. В), °С	$\pm 0,305$	$\pm 0,700$	$\pm 1,100$

Отклонение сопротивления ТСП от НСХ в температурном эквиваленте с учетом расширенной неопределенности измерений рассчитывается по формуле:

$$(R_t - R_{НСХ} \pm U_{пр}) / (dR/dt) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Значение расширенной неопределенности измерений $U_{пр}$ рассчитывается в соответствии с разделом 11 ГОСТ Р 8.624.

Основная абсолютная погрешность ТСП при измерении температуры в указанных точках не должна превышать для испытываемых ТСП значений класса допуска В по ГОСТ Р 8.625, вычисляемых по формуле:

$$\Delta t = \pm (0,3 + 0,005|t|) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5)$$

где t – выбранное значение температуры, °С.

1.5.3.3 Определение погрешности комплекта ТС при измерении разности температур.

Значения погрешности комплекта ТС при измерении разности температур $\delta(\Delta t)$ определяют для следующих разностей температур: 1, 3, 5, 10, 20, 50, 80, 140 °С по формуле:

$$\delta(\Delta t) = \frac{(t_{и1} - t_{и2}) - (t_{д1} - t_{д2})}{(t_{д1} - t_{д2})} \cdot 100 \quad (6)$$

где: $t_{д1}$ и $t_{д2}$ – заданные для расчета действительные значения температур для «горячего» и «холодного» ТСП в соответствии с таблицей

$t_{д1}, ^\circ\text{C}$	10	30	45	80	90	130	160	160	
$t_{д2}, ^\circ\text{C}$	9	27	40	70	70	80	80	20	
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	1	3	5	10	20	50	80	140	
клас с 1	$\delta_{\text{доп}}, \%$	3,5	1,5	1,1	0,8	0,65	0,56	0,54	0,52
	$\Delta_{\text{доп}}, ^\circ\text{C}$	0,035	0,045	0,055	0,08	0,13	0,28	0,43	0,73
клас с 2	$\delta_{\text{доп}}, \%$	-	3,5	2,3	1,4	0,95	0,68	0,61	0,56
	$\Delta_{\text{доп}}, ^\circ\text{C}$	-	0,105	0,115	0,14	0,19	0,34	0,49	0,79

$t_{и1}$ и $t_{и2}$ – значения температур для «горячего» и «холодного» ТСП, рассчитанные по ИСХ по формуле:

$$t_{иi} = \frac{\sqrt{A^2 + 4B(R_{ИСХi} / R_0 - 1)} - A}{2B} \quad (7)$$

где R_0 – номинальное значение сопротивления ТСП при 0 °С ($R_0=500$ Ом);

A – значение коэффициента по ГОСТ Р 8.625 для номинальной статической характеристики платинового ТСП с $\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ($A=3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$);

B – значение коэффициента по ГОСТ Р 8.625 для номинальной статической характеристики платинового ТСП с $\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ($B=-5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$);

$R_{ИСХi}$ – сопротивление «горячего» и «холодного» ТСП, рассчитанное для температуры $t_{ди}$ по ИСХ:

$$R_{ИСХi} = R_{0i} \cdot (1 + A_i \cdot t_{ди} + B \cdot t_{ди}^2) \quad (8)$$

где R_{0i} – индивидуальное значение сопротивления ТСП при 0 °С по п. 1.5.3.1;

A_i – индивидуальное значение коэффициента А по п. 1.5.3.1;

B – значение коэффициента уравнения по ГОСТ Р 8.625 для номинальной статической характеристики платинового ТСП с $\alpha=0,00385\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ($B=-5,775\cdot 10^{-7}\text{ }^\circ\text{C}^{-2}$).

Значение относительной погрешности комплекта ТС при измерении разности температур для классов точности 1 и 2 не должны превышать значений, определяемых по формуле:

$$\delta_{\text{доп}} = \pm(0,5+3\cdot\Delta t_{\text{min}}/\Delta t) \% \quad (9)$$

где Δt – измеряемая разность температур, $^\circ\text{C}$;

Δt_{min} – минимальная измеряемая разность температур ($\Delta t_{\text{min}}=1\text{ }^\circ\text{C}$ для класса 1 и $\Delta t_{\text{min}}=3\text{ }^\circ\text{C}$ для класса 2).

1.5.4 Оформление результатов поверки.

1.5.4.1 В процессе поверки поверитель должен вести протокол поверки, включающий в себя следующие данные: наименование и тип комплекта ТС, заводской номер, условное обозначение НСХ, рабочий диапазон температур, класс допуска измерения разности температур/минимальная разность температур, наименование заказчика, данные измерений, заключение о годности, дату поверки, фамилию поверителя. Допускается компьютерные записи, формирование и хранение протокола поверки.

1.5.4.2 Комплект ТС признается годным, если результаты измерений по п.п. 1.5.2, 1.5.3.2 и 1.5.3.3 положительны.

На комплекты ТС, признанные годными, выдается свидетельство о поверке установленной формы, содержащее следующие данные.

- тип комплекта ТС, заводской номер, рабочий диапазон температур, класс допуска измерения разности температур/минимальная разность температур;
- таблицу значений сопротивления каждого термопреобразователя в двух точках температуры градуировки;
- расширенную неопределенность измерения сопротивления термопреобразователей в каждой градуировочной точке;
- определенные значения R_0 и коэффициента А каждого термопреобразователя;
- срок действия свидетельства.

1.5.4.3 На забракованные комплекты ТС оформляется извещение о непригодности.

Главный метролог

Сергиево-Посадского филиала ФГУ «Менделеевский ЦСМ»



Киселев С.В.

Начальник лаборатории

аттестации методик выполнения измерений

Сергиево-Посадского филиала ФГУ «Менделеевский ЦСМ»



Маслов В.А.