

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ГЦИ СИ ВНИИМС

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «ПОИНТ»



В.Н. Яншин

2005 г.



В.С. Гивойно

2005 г.

## Комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТС-Б

Методика поверки

СДФИ405111.005 МП

ср. 28478-04

2005

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
				Лист
				1

## Содержание

1 Область применения	3
2 Нормативные ссылки	3
3 Операции поверки	4
4 Средства поверки	4
5 Требования безопасности	5
6 Условия поверки	5
7 Проведение поверки	5
8 Оформление результатов	8
Приложение А Рекомендуемые эталоны и поверочное оборудование.	9
Приложение Б Решение системы трех линейных уравнений при определении коэффициента ИСХ для ТС комплекта.	10
Приложение В Рекомендуемые точки проверки погрешности комплекта	11
9 Лист регистрации изменений	12

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

СДФИ405111.005 МП				
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

Комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТС-Б  
Методика поверки

Лит.	Лист	Листов
	2	12

# 1 Область применения

1.1 Настоящая методика распространяется на комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых (в дальнейшем комплекты ТС), то есть подобранные пары или тройки платиновых термопреобразователей сопротивления по ТУ РБ 390184271.003-2003 , предназначенные для измерений температур и разности температур теплоносителя в составе теплосчетчиков, вычислительные блоки (тепловычислители) которых имеют по температурному каналу номинальную статическую характеристику преобразования сопротивления в температуру (НСХ), соответствующую одной из НСХ платиновых ТС по ГОСТ 6651.

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты и рекомендации по метрологии:

ГОСТ 6651-94 “Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний”.

ГОСТ 8. 461-82 “ ГСС. Термопреобразователи сопротивления. Методы и средства поверки.”

ТУ РБ 390184271.003-2003 Комплекты термопреобразователей сопротивления платиновых КТС-Б.

ГОСТ 12.2.007.0-75 “ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.”

Интв.№ подл	Подл. и дата	Взам. Интв №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

					СДФИ405111.005 МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		3

### 3 Операции поверки

3.1 При поверке комплектов ТС должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п.	Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Проведение при первичной поверке	Проведение при периодической поверке
1.	Внешний осмотр.	7.1.	да	да
2.	Определение сопротивления электрической изоляции.	7.2.	да	да
3.	Определение метрологических характеристик.	7.3.		
3.1.	Определение сопротивлений ТС комплекта в трех точках диапазона измерения температуры и расчет коэффициентов ИСХ.	7.3.1.	да	да
3.2.	Определение отклонения ИСХ ТС комплекта от НСХ.	7.3.2.	да	да
3.3.	Определение значений относительной погрешности комплекта ТС при измерении разности температур.	7.3.3.	да	да

### 4 Средства поверки

4.1 Средства поверки включают аппаратуру для создания требуемых температур (термостаты), эталонные термометры, электроизмерительную аппаратуру для определения сопротивления изоляции и сопротивлений термометров, дополнительные средства измерения и вспомогательное оборудование.

4.2 При поверке комплектов ТС должны быть использованы эталоны и оборудование с указанными ниже характеристиками:

а) погрешность эталонов температуры и термостатов должны быть не более  $\pm 0,02^\circ\text{C}$ , а средства измерения сопротивления должны иметь предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления не более  $\pm 0,005$ .

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. Инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата.

СДФИ405111.005 МП

Лист

4

Изм Лист № докум Подп. Дата

Допускается в качестве термостата для  $t_1$  применять термостат нулевой,  $t_1 \approx 0$  °С, а в качестве термостата для  $t_2$  – паровой термостат,  $t_2 \approx 100$  °С.

Рекомендуемые эталоны и поверочное оборудование указано в приложении А.

## 5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки комплектов ТС должны соблюдаться “Правила безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей” и требования ГОСТ 12.2.007.0.-.75.

## 6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны быть выдержаны следующие условия:

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

Должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу электроизмерительной аппаратуры.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплектов ТС требованиям эксплуатационных документов в части маркировки и пломбирования. Защитная арматура, контактные колодки, внешние кабели не должны иметь видимых повреждений.

Для комплектов, составленных из ТС, имеющих постоянно присоединенный двухпроводный внешний кабель, кабели должны иметь одинаковую длину и их длины должны соответствовать указанным в маркировке ТС или паспорте комплекта.

### 7.2 Определение сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции между выводами ТС и защитной арматурой определяют при нормальных условиях при двух направлениях приложенного испытательного напряжения 100 В.

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

СДФИ405111.005 МП

Лист

5

Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм.

### 7.3 Определение метрологических характеристик.

Значения отклонения индивидуальных статических характеристик (ИСХ) ТС комплекта от соответствующей НСХ и значения погрешности комплекта при измерении разности температур определяют, используя индивидуальные для каждого ТС комплекта коэффициенты ИСХ.

7.3.1 Определение сопротивлений ТС комплекта в трех точках диапазона измерения температуры.

7.3.1.1 Для каждого ТС комплекта должны быть определены значения сопротивления при трех температурах диапазона измерений 0; 100 (80)  $\pm 5$  °С; 140 $\pm 5$ °С.

7.3.1.2 При измерениях сопротивления ток через ТС должен быть таким, чтобы рассеиваемая мощность не превышала 0,1 мВт, а ТС были погружены в жидкостные ванны термостатов на глубину не менее 1,2  $L_{min}$ , где  $L_{min}$  – минимальная глубина погружения.

7.3.1.3 Определение сопротивления термопреобразователей должно выполняться после установления состояния теплового равновесия между термопреобразователями и рабочей средой термостата. Время выдержки термопреобразователей в термостатах должно быть не менее 10 мин. В процессе измерений температуры в термостатах контролируют образцовым платиновым термометром с точностью  $\pm 0,02$  °С.

6.3.1.4 По трем полученным парам значений сопротивление – температура для каждого ТС комплекта из системы трех линейных уравнений рассчитывают значения коэффициентов ИСХ – R(0), A и B:

$$R_t = R(0) \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2) \quad (1)$$

Здесь  $R_t$  – сопротивление ТС (чувствительного элемента ТС) при температуре  $t$ .

Для четырехпроводных ТС  $R_t = R_i$ ;

Для ТС с постоянно присоединенными двухпроводными кабелями  $R_t = R_i - R_{пр}$ , где  $R_i$  – значение сопротивления, полученное при измерении;

$R_{пр}$  – сопротивление кабеля ТС, взятое из паспорта или из маркировки, или рассчитанное как  $R_{пр} = L \cdot r$  по измеренной длине  $L$  выводных проводников и погонному сопротивлению  $r$  кабеля, указываемому в НТД для ТС.

Индв.№ подл	Подп. и дата
Взам. Инв №	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	
Индв.№ подл	

СДФИ405111.005 МП

Лист

Изм Лист № докум Подп. Дата

6

Примечание – Для наиболее распространенных комплектов двухпроводных ТС производства зарубежных фирм  $r = 0,08 \text{ Ом/м}$ .

Решение системы уравнений приведено в приложении Б.

### 7.3.2 Определение отклонений ИСХ ТС комплекта от НСХ.

7.3.2.1 Соответствие ТС комплекта установленному в НТД пределу допустимого отклонения от НСХ определяют, рассчитывая отклонения ИСХ в температурном эквиваленте от номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651 в начале, в середине и в конце температурного диапазона измерения. Для ТС с постоянно присоединенными выводными кабелями к величинам  $R_t$ , полученным расчетом по уравнению (1), следует добавить сопротивление выводных проводников ТС.

Вычисленные отклонения не должны превышать значений для соответствующего класса допуска или не выходить за установленные в НТД пределы.

7.3.3 Определение значений погрешности комплекта ТС при измерении разности температур.

7.3.3.1 Значения относительной погрешности комплекта ТС при измерении разности температур определяют по формуле:

$$\delta(\Delta t) = \frac{(t_{u1} - t_{u2}) - (t_1 - t_2)}{t_1 - t_2} \quad (2)$$

Индексы “и1” и “и2” относятся к “измеренным” значениям температур на подающем трубопроводе “1” и обратном трубопроводе “2”, “действительные” значения температур в которых соответственно  $t_1$  и  $t_2$ .

6.3.3.2 Значения температур  $t_u$  определяют по формуле:

$$t_u = \frac{-A_H + \sqrt{A_H^2 + 4B_H \cdot \frac{Rt}{R(0)_H} - 1}}{2B_H} \quad (3)$$

В формуле (3)  $R(0)_H$  – номинальное сопротивление ТС при  $0^\circ\text{C}$ ,  $A_H$  и  $B_H$  – номинальные значения температурных коэффициентов сопротивления платинового ТС по ГОСТ 6651 для градуировки соответствующего типа ( $W100 = 1,385$  или  $W100=1,391$ ).

Для ТС с  $W100 = 1,391$ :  $A_H = 3,9692 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $B_H = -5,8290 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$ .

Для ТС с  $W100 = 1,385$ :  $A_H = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $B_H = -5,7750 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$ .

Интв.№	Интв.№ дубл.	Подп. и дата
Взам. Интв.№		
Подп. и дата		
Интв.№ подл		

СДФИ405111.005 МП

Лист

7

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
-----	------	---------	-------	------

Сопротивление  $R_t$  для температуры  $t$  ("действительной" температуры в данной точке) рассчитывают для каждого ТС по уравнению (1) с использованием коэффициентов ИСХ, определенных по п. 7.3.1.3.

При этом для ТС с постоянно присоединенными двухпроводными кабелями к рассчитанному значению  $R_t$  прибавляют сопротивление кабеля.

7.3.3.3 Значения погрешности  $\delta(\Delta t)$  вычисляют для достаточного количества точек внутри области, определяемой диапазоном температур и диапазоном разности температур комплекта ТС. При этом для температур  $\Theta_2$  (обратного потока теплоносителя) выше  $80\text{ }^\circ\text{C}$  учитывают только разности температур выше  $10\text{ }^\circ\text{C}$ .

Таблица рекомендуемых точек проверки приведена в приложении В

7.3.3.4 Значения погрешности комплекта ТС при измерении разности температур не должны превышать пределов, установленных в технической документации комплекта ТС.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительном результате поверки комплекта ТС делают запись в паспорте, заверяемую подписью поверителя и оттиском поверочного клейма.

8.2 При отрицательном результате поверки комплект ТС не допускается к применению и на него оформляют извещение о непригодности.

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв №	Изн. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

СДФИ405111.005 МП

Лист

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
-----	------	---------	-------	------

8



## Приложение А

### Рекомендуемые эталоны и поверочное оборудование

- термометр сопротивления платиновый образцовый ПТС-10М, 2-го разряда;
- термостаты жидкостные для создания температур в диапазоне от 0°C до 200°C; глубина рабочей камеры не менее 150 мм, стабильность температуры и однородность температурного поля не менее  $\pm 0,02^\circ\text{C}$ ;
- нулевой термостат или сосуд Дьюара для воспроизведения температуры таяния льда с погрешностью (неоднородностью температурного поля) не более  $\pm 0,02^\circ\text{C}$ ;
- паровой термостат типа ТП-5, ТП-1 для воспроизведения температуры кипения воды с погрешностью (неоднородностью температурного поля) не более  $\pm 0,03^\circ\text{C}$ ;
- мегаомметр М4100-1, испытательное напряжение 100 В;
- линейка металлическая – 1 м или рулетка металлическая – 5 м;
- компаратор или потенциометр кл. 0,0005.

Примечание – Могут быть использованы другие эталоны и оборудование с метрологическими характеристиками не хуже, чем у выше перечисленных.

Инв.№ подл	Подп. и дата	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	Взам. Инв.№	Инв.№ дубл.

СДФИ405111.005 МП

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

Лист

9

## Приложение Б

Решение системы трех линейных уравнений  
при определении коэффициентов ИСХ для ТС комплекта

Коэффициенты  $R(0)$ ,  $A$  и  $B$  рассчитывают по уравнениям:

$$R(0) = D_{R0} / D; A = D_{RA} / D_{R0}; B = D_{RB} / D_{R0},$$

где  $D$ ,  $D_R$ ,  $D_{RA}$ ,  $D_{RB}$  – определитель и соответствующие алгебраические дополнения системы трех уравнений для искомых коэффициентов:

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

$$D_{R0} = \det \begin{vmatrix} R_1 & t_1 & t_1^2 \\ R_2 & t_2 & t_2^2 \\ R_3 & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} = R_1 \cdot (t_2 \cdot t_3^2 - t_2^2 \cdot t_3) - R_2 \cdot (t_1 \cdot t_3^2 - t_1^2 \cdot t_3) + R_3 \cdot (t_1 \cdot t_2^2 - t_1^2 \cdot t_2);$$

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

$$D_{RB} = \det \begin{vmatrix} 1 & t_1 & R_1 \\ 1 & t_2 & R_2 \\ 1 & t_3 & R_3 \end{vmatrix} = (t_2 \cdot R_3 - t_3 \cdot R_2) - (t_1 \cdot R_3 - t_3 \cdot R_1) + (t_1 \cdot R_2 - t_2 \cdot R_1).$$

Подстрочные индексы 1, 2 и 3 относят величины к соответствующей точке поверки.

Инь.№ подл				
Подп. и дата				
Инь.№ дубл.				
Взам. Инв.№				
Подп. и дата				

СДФИ405111.005 МП

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
-----	------	---------	-------	------

Лист

10

Приложение В

Рекомендуемые точки проверки погрешности комплекта ТС

Таблица В.1

№ точки.	$\Delta t$ , °С.	$t_2$ , °С.	$t_1 = t_2 + \Delta t$ , °С.
1.	$\Delta t_{\min}$	10	$\Delta t_{\min} + 10$
2.	$\Delta t_{\min}$	40	$\Delta t_{\min} + 40$
3.	10	80	90
4.	10	150	160
5.	20	70	90
6.	75	85	160
7.	150	10	160

Изн.№ подл	Подп. и дата	Взам. Инв №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	СДФИ405111.005 МП	Лист
						11

