

ООО «Производительное Объединение ОВЕН»

**КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР**



УТВЕРЖДАЮ
ДИ СМ ФГУП «ВНИИМС»

В. Н. Яншин
2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

КОМПЛЕКТЫ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ
КДТС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
КУВФ. 405210.003МП

г.р. 56651-14

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и
испытаний в Томской области»

634012, Томская область,
г. Томск, ул. Косарева, д. 17а

Москва

СОДЕРЖАНИЕ

Область применения.....	3
Операции поверки.....	3
Средства поверки.....	3
Требования безопасности.....	4
Условия поверки.....	4
Подготовка к поверке.....	4
Проведение поверки.....	5
Оформление результатов поверки.....	9

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту - методика) распространяется на комплекты термопреобразователей сопротивления КДТС (далее – КДТС) пр-ва ООО «Производственное Объединение ОВЕН», г. Москва, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал: 4 года.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений.

ПР 50.2.012-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аттестации поверителей средств измерений.

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 6651-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 8.461-2009 «Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 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 электрического сопротивления изоляции КДТС	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик.	7.3	Да	Да

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки КДТС должны применяться следующие средства:

- эталонный термометр сопротивления 3-го разряда с диапазоном измерений от 0 °С до плюс 160 °С, с погрешностью по ГОСТ Р 8.588 (например, ЭТС-100, ПТСВ-1-2);

- омметр с диапазоном измерений от 90 до 1700 Ом и допускаемой основной абсолютной погрешностью измерений не хуже $\pm(0.0050+2 \cdot 10^{-5}R)$ Ом, где R – измеряемое сопротивление (Ом) (например, измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8.10);

или

- автоматизированная система поверки термопреобразователей АСПТ (диапазон измеряемых разностей температур от 0 до 200°С, предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения разности температур не более $\pm 0,03^{\circ}\text{C}$).

4.2 При поверке применяют следующие вспомогательные средства:

- мегаомметр для измерения сопротивления изоляции с номинальным напряжением 100 В (например, М4100/1, ЭСО-202/1-Г);

- термостат нулевой с неравномерностью температуры в рабочем объеме не более

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\pm 0,01$ °С (например, нулевой термостат ТН-2, сосуд Дьюара);

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

- жидкостный термостат с диапазоном температуры от 40 до 160 °С, градиентом температуры в рабочем пространстве не более 0,05 °С/см (например, ТР-1М, ТПП-1.0);

- прибор для измерения относительной влажности и температуры воздуха:

диапазон измерений влажности от 30 до 80 % с пределом абсолютной погрешности не хуже 6 %, диапазон измерений температуры от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С (например, гигрометр психрометрический ВИТ-2).

- прибор для измерения атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа (например, контрольный метеорологический барометр-анероид М-67);

- персональный компьютер с установленным ПО для работы АСПТ.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

5.3 Вблизи термостатов не должны находиться горючие материалы.

5.4 Стеклоянные сосуды Дьюара должны иметь охранные кожухи из жести или пластмассы.

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

5.6 К выполнению измерений допускаются лица, обученные обращению с термостатами, электрооборудованием, изучившие 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.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха

(20 ± 5) °С;

- относительная влажность воздуха

(30... 80) %;

- атмосферное давление

(84,0...106,7) кПа

((630...800) мм рт. ст.);

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

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки проверить наличие аттестатов испытательного оборудования, свидетельств о поверке средств измерений, паспорта, клейма или свидетельства о предыдущей поверке КДТС.

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

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Предел допускаемого отклонения термопреобразователей сопротивления (далее по тексту – ТС), входящих в КДТС от номинальной статической характеристики:

- для ТС класса А - $\pm (0,15 + 0,002t)$ °С;
- для ТС класса В - $\pm (0,3 + 0,005t)$ °С.

Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении разности температур: $\pm(0,5+3\Delta t_{\min} / \Delta t)$ %.

где, Δt – измеряемая разность температур (горячего и холодного трубопроводов), °С.

8.2 Внешний осмотр

8.2.1 При внешнем осмотре проверяют отсутствие видимых механических повреждений КДТС.

8.2.2 Проверяют соответствие КДТС паспортным данным.

8.2.3 При обнаружении видимых механических повреждений КДТС, несоответствии маркировки КДТС его паспортным данным, проверка останавливается и КДТС признаётся негодным к применению. КДТС с загрязненной поверхностью защитной арматуры к поверке не допускают.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции КДТС при температуре (20 ± 5) °С.

8.3.1 Подают измерительное напряжение 100 В при помощи мегаомметра между соединенными между собой выводами и защитной арматурой КДТС. Измерения проводят с прямой и обратной полярностью тока и фиксируют минимальное значение сопротивления. Показания снимают в течение 10 с после подачи напряжения.

8.3.2 Измеренное значение электрического сопротивления КДТС при температуре (20 ± 5) °С должно быть не менее 100 МОм.

8.3.3 КДТС с меньшим значением электрического сопротивления изоляции признаётся непригодным и к выпуску в обращение и к применению не допускают.

8.4 Определение метрологических характеристик.

Определение зависимости сопротивление - температура производится в трех контрольных точках:

- при 0 °С в нулевом термостате;
- в диапазоне от 98 до 103 °С в паровом термостате, реализующего точку кипения воды;
- в диапазоне от 120 до 150 °С в жидкостном термостате.

8.4.1 Определение метрологических характеристик при помощи омметра.

8.4.1.1 Эталонный ТС и поверяемый КДТС помещают в рабочий объем термостата на глубину не менее минимальной глубины погружения, указанной в паспорте на КДТС. Если монтажная длина поверяемого КДТС, более минимальной глубины погружения эталонного ТС или равна ей, то все ТС, входящие в КДТС должны находиться на одном уровне.

После установления теплового равновесия между эталонным ТС, поверяемым КДТС и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного ТС и поверяемого КДТС) снимают показания эталонного ТС и значения сопротивлений ТС, входящих в КДТС в каждой контрольной точке.

Отклонение сопротивлений ТС, входящих в КДТС не должно превышать допуска соответствующего класса (А или В), указанных в маркировке.

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8.4.1.2 По трем полученным парам значений сопротивление – температура для каждого ТС, входящих в КДТС из системы трех линейных уравнений рассчитывают значения коэффициентов ИСХ – $R(0)$, A и B .

Зависимость сопротивление – температура описывается следующим уравнением 1:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2) \quad (1)$$

где, R_t – сопротивление ТС, входящего в КДТС при температуре t , Ом;
 R_0 – сопротивление ТС, входящего в КДТС при температуре 0 °С, Ом;
 t – температура, измеренная эталонным ТС в контрольной точке, °С;
 A и B – коэффициенты ИСХ.

Примечания:

1 Для КДТС с постоянно присоединенными выводными двухпроводными кабелями

$$R_t = R_n - R_{пр}, \quad (2)$$

где R_t – сопротивление ТС, входящего в КДТС при температуре t , Ом;
 R_n – измеренное значение сопротивления ТС, входящего в КДТС, Ом;
 $R_{пр}$ – сопротивление кабеля ТС, входящего в КДТС, взятое из паспорта на КДТС, Ом.

2 Для КДТС с четырехпроводной схемой соединения $R_t = R_n$.

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:

$$D = \det \begin{vmatrix} 1 & t_1 & t_1^2 \\ 1 & t_2 & t_2^2 \\ 1 & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} = (t_2 \cdot t_3^2 - t_2^2 \cdot t_3) - (t_1 \cdot t_3^2 - t_1^2 \cdot t_3) + (t_1 \cdot t_2^2 - t_1^2 \cdot t_2); \quad (3)$$

$$D_{R0} = \det \begin{vmatrix} R_{t1} & t_1 & t_1^2 \\ R_{t2} & t_2 & t_2^2 \\ R_{t3} & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} = R_{t1} \cdot (t_2 \cdot t_3^2 - t_2^2 \cdot t_3) - R_{t2} \cdot (t_1 \cdot t_3^2 - t_1^2 \cdot t_3) + R_{t3} \cdot (t_1 \cdot t_2^2 - t_1^2 \cdot t_2); \quad (4)$$

$$D_{RA} = \det \begin{vmatrix} 1 & R_{t1} & t_1^2 \\ 1 & R_{t2} & t_2^2 \\ 1 & R_{t3} & t_3^2 \end{vmatrix} = (R_{t2} \cdot t_3^2 - R_{t3} \cdot t_2^2) - (R_{t1} \cdot t_3^2 - R_{t3} \cdot t_1^2) + (R_{t1} \cdot t_2^2 - R_{t2} \cdot t_1^2); \quad (5)$$

$$D_{RB} = \det \begin{vmatrix} 1 & t_1 & R_{t1} \\ 1 & t_2 & R_{t2} \\ 1 & t_3 & R_{t3} \end{vmatrix} = (t_2 \cdot R_{t3} - t_3 \cdot R_{t2}) - (t_1 \cdot R_{t3} - t_3 \cdot R_{t1}) + (t_1 \cdot R_{t2} - t_2 \cdot R_{t1}). \quad (6)$$

где, t_1 , t_2 , t_3 – температура, измеренная эталонным ТС в контрольных точках 0 °С; 100 °С; 130 °С соответственно, °С;

R_{t1} , R_{t2} , R_{t3} – сопротивление ТС, входящего в КДТС при температурах t_1 , t_2 , t_3 , в контрольных точках 0 °С; 100 °С; 130 °С соответственно, Ом.

8.4.1.3 На основании рассчитанных коэффициентов ИСХ по формуле 7 определить измеренную каждым ТС, входящим в КДТС, температуру в каждой контрольной точке.

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{\text{н}} = \frac{\sqrt{A^2 - 4B(1 - R_t/R(0))} - A}{2B} \quad (7)$$

где, $t_{\text{н}}$ – температура, рассчитанная с учетом коэффициентов ИСХ, °С;
 $R(0)$ – рассчитанное сопротивление ТС, входящего в КДТС при температуре 0 °С, Ом;

R_t – сопротивление ТС, входящего в КДТС при температуре $t_{\text{н}}$, рассчитанное по уравнению 1 с использованием коэффициентов ИСХ Ом;

A и B – коэффициенты ИСХ.

8.4.1.4 Относительная погрешность измерения разности температур определяется по формуле 8:

$$\delta_{\Delta t} = \frac{(t_{\text{н}}^{\Gamma} - t_{\text{н}}^{\text{X}}) - (t^{\Gamma} - t^{\text{X}})}{t^{\Gamma} - t^{\text{X}}} \times 100 \% \quad (8)$$

где, $\delta_{\Delta t}$ – относительная погрешность измерения разности температур, %;
 $t_{\text{н}}^{\Gamma}$, $t_{\text{н}}^{\text{X}}$ – температуры, определенные по ИСХ для «Горячего» и «Холодного» ТС, °С;

t^{Γ} и t^{X} – температуры, определенные по эталонному ТС для «Горячего» и «Холодного» ТС, °С;

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 обратного потока теплоносителя более 80 °С учитывают только разности температур более 10 °С.

Пределы допускаемой относительной погрешности КДТС при измерении разности температур должны соответствовать п. 8.1 настоящей методики, если в результате поверки они не превышают значений $\pm 0,54$ % для КДТС класса 1 и $\pm 0,56$ % для КДТС класса 2.

8.4.2 *Определение метрологических характеристик при помощи автоматизированной системы поверки термопреобразователей АСПТ.*

8.4.2.1 *Определение класса допуска ТС, входящих в комплект КДТС.*

Эталонный ТС и поверяемый КДТС помещают в рабочий объем термостата на глубину не менее минимальной глубины погружения, указанной в паспорте на КДТС. Если монтажная длина поверяемого КДТС, более минимальной глубины погружения эталонного ТС или равна ей, то все ТС, входящие в КДТС должны находиться на одном уровне.

После установления теплового равновесия между эталонным ТС, поверяемым КДТС и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного ТС и поверяемого КДТС) снимают показания эталонного ТС и значения сопротивлений ТС, входящих в КДТС при помощи АСПТ в каждой контрольной точке.

Отклонение сопротивлений ТС, входящих в КДТС не должно превышать допуска соответствующего класса (A или B), указанных в маркировке.

8.4.2.2 *Определение относительной погрешности КДТС при измерении разности температур.*

Для формирования протокола проверки КДТС следует использовать значения, полученные при определении класса допуска ТС, входящих в комплект КДТС (п. 8.4.2.1 настоящей методики), в ПО АСПТ - «Точка №1, Точка №2, Точка №3».

Выбрать в ПО АСПТ закладку «Результаты»:

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1) поставить «галочку» перед температурными точками, в которых произведена проверка ТС;

2) поставить «галочку» в поле «КТПР»;

3) нажать кнопку «Протокол».

В появившемся окне «Формирование протокола поверки КТПР»:

1) задать с помощью кнопки «Изменить» «Горячий» и «Холодный» ТС согласно маркировке их в паре;

2) в программируемых функциях АСПТ выбрать формулу для расчета допускаемой относительной погрешности комплектов ТС - « $x_0/dT + x_1, \%$ » и указать значения коэффициентов в полях « x_0 » и « x_1 »:

- « x_0 » = 9;

- « x_1 » = 0,5.

3) заполнить таблицу в ПО АСПТ в соответствии с таблицей 2

Таблица 2

№ точки	$T_r, ^\circ\text{C}$	$dT, ^\circ\text{C}$
1.	50.00000	3.00000
2.	60.00000	10.00000
3.	70.00000	20.00000
4.	90.00000	40.00000
5.	130.00000	10.00000
6.	130.00000	40.00000
7.	130.00000	100.00000

где, T_r - температура «Горячего» ТС, $^\circ\text{C}$;

dT - разность температур («Горячего» и «Холодного» ТС), $^\circ\text{C}$;;

4) нажать кнопку «Вычислить»;

5) нажать кнопку «Протокол».

АСПТ сформирует протокол, в котором сделан вывод о соответствии КДТС заданной погрешности.

КДТС признаются годными, если класс и допускаемая относительная погрешность удовлетворяют требованиям п. 8.1 настоящей методики.

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, установленной метрологической службой, проводящей поверку или протоколом в ПО АСПТ.

9.2 Положительные результаты первичной поверки оформляют нанесением оттиска поверительного клейма в паспорт КДТС.

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

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

					КУВФ.405210.003 МП	Лист
		КУВФ.				9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		