

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ЭНИН
к.т.н., доцент

_____ Ю.С.Боровиков
«__» _____ 2011 г.

ПОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Технические измерения и приборы» для студентов
направления 140100 – Теплоэнергетика и теплотехника
Энергетического института

Томск 2011

УДК 621.1.002 – 05

Поверка технических термопреобразователей сопротивления.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технические измерения и приборы» для студентов направления 140100 – Теплоэнергетика и теплотехника Энергетического института. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 12 с.

Составитель старший преподаватель Григорьева М.М.

Рецензент доцент, канд. техн. наук Волошенко А.В.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов « ___ » _____ 2011 г.

Заведующий кафедрой АТП,
канд. техн. наук, доцент _____ Озерова И.П.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в изучении принципа действия и устройства термопреобразователей сопротивления (ТПС), предназначенных для измерения температуры в комплекте с логометрами, автоматическими мостами и цифровыми измерительными приборами, а также в освоении операций поверки технических ТПС.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение конструкции и принципа действия ТПС;
- проведение проверки технических ТПС.

ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Измерение температуры термопреобразователями сопротивления основано на свойстве проводников и полупроводников изменять свое активное электрическое сопротивление при изменении их температуры, т.е. $R_t = f(t)$.

Согласно ГОСТ Р 6651-94 для изготовления чувствительных элементов ТПС используются чистые металлы, такие как платина (тип ТСП), медь (тип ТСМ) и никель (тип ТСН). К числу достоинств металлических ТПС следует отнести: высокую точность измерения температуры, стабильность, малую инерционность, большой технический ресурс.

Чувствительный элемент для платиновых ТПС (рис. 1) представляет собой платиновую спираль 1, расположенную в капиллярах керамического каркаса 3, заполненных керамическим порошком 2, который служит изолятором. К выходным концам спиралей припаяны короткие платиновые выводы 4.

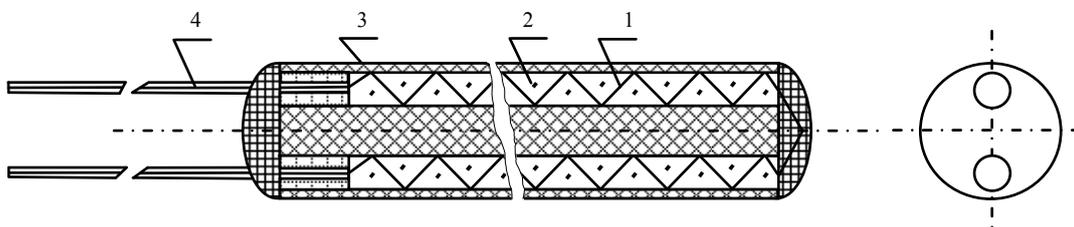


Рис. 1. Чувствительный элемент платиновых ТПС

Крепление платиновых спиралей и выводов в каркасе осуществляется глазурью или термоцементом. Чувствительный элемент платиновых ТПС имеет небольшие габариты и высокую механическую прочность.

Чувствительный элемент 1 медных ТПС (рис. 2) представляет собой многослойную безиндукционную обмотку 2 из медной изолированной проводки, расположенную на цилиндрическом каркасе из пластмассы, герметизированную слоем лака 3. К концам обмотки припаяны выводы 4 из медной проволоки. Собранный чувствительный элемент помещается в металлический чехол 5, засыпается керамическим порошком и герметизируется.

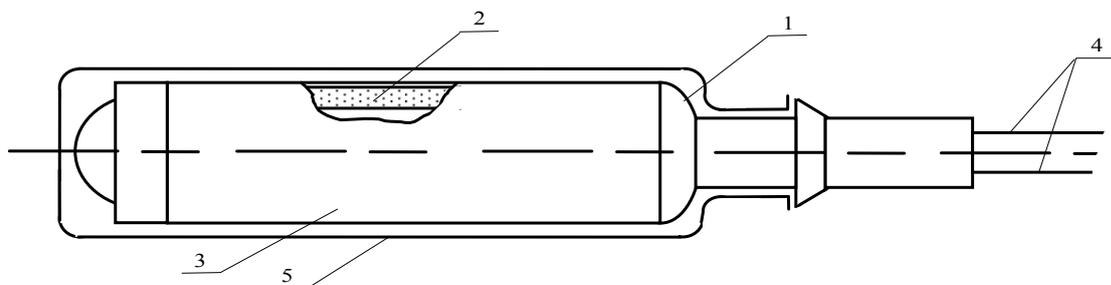


Рис. 2. Чувствительный элемент медных ТПС

Взаимозаменяемость технических ТПС обеспечивается тем, что они имеют практически одинаковое сопротивление при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и изготавливаются из чистых металлов. Качество металла характеризуется отношением сопротивления чувствительного элемента при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ к сопротивлению при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, т.е. величиной R_{100}/R_0 или величиной температурного коэффициента электрического сопротивления α .

Условные обозначения номинальных статических характеристик (НСХ) и технические характеристики ТПС согласно ГОСТ 6651-94 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условные обозначения НСХ и технические характеристики ТПС

Тип ТПС	Номинальное Сопротивление R_{0H} при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Ом	Условные обозначения НСХ ТПС	Диапазон измряемых температур, $^{\circ}\text{C}$
ТСП	1	1П (Pt1)	$-260 \div +850$
	10	10П (Pt10)	
	50	50П (Pt50)	
	100	100П (Pt100)	
	500	500П (Pt500)	
ТСМ	10	10М (Cu10)	$-200 \div +200$
	50	50М (Cu50)	
	100	100М (Cu100)	
ТСН	100	100Н (Ni100)	$-60 \div +180$

Для технических ТПС допускаемые отклонения (погрешности) сопротивления чувствительного элемента при 0 °С (R_0) и отношения R_{100}/R_0 , соответствуют значениям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Допускаемые отклонения (погрешности) технических ТПС

Тип ТПС	Допускаемые отклонения $\Delta R_{0д}$, для классов допуска, %			$(R_{100}/R_0)_н$	Допускаемые отклонения $\Delta (R_{100} / R_0)_д$, для классов допуска		
	A	B	C		–	A	B
ТСП	0,005	0,1	0,2	1,385 1,391	-0,0005 -0,0004	-0,001 -0,001	-0,0015 -0,0015
ТСМ	0,05	0,1	0,2	1,426 1,428	-0,0005 -0,0005	-0,001 -0,001	-0,002 -0,002
ТСН	–	–	0,24	1,617	–	–	-0,004

Примечание: Plusовое допускаемое отклонение R_{100}/R_0 не нормируется.

УСТРОЙСТВО ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Одна из конструкций ТПС представлена на рис. 3. Основным узлом ТПС является чувствительный элемент 1, который для защиты от агрессивного воздействия измеряемой среды, обеспечения механической прочности и удобства монтажа помещен в металлический чехол 3.

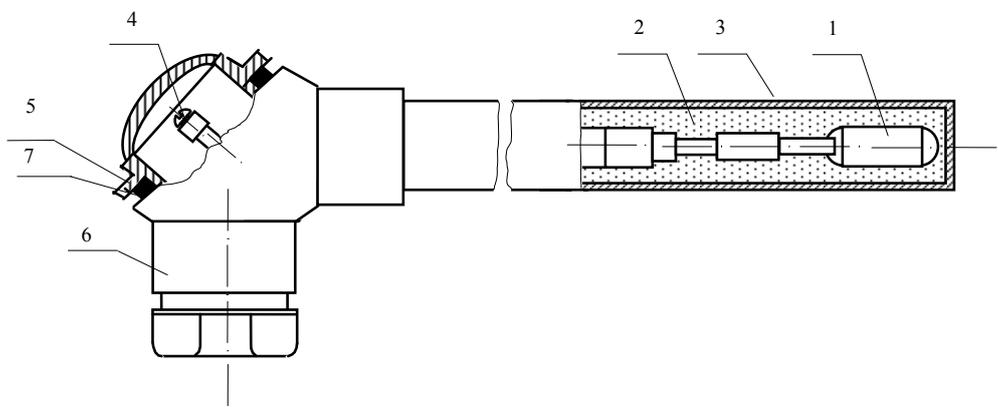


Рис. 3. Конструкция термопреобразователя сопротивления

Свободное пространство между чувствительным элементом и защитным чехлом заполнено порошком окиси алюминия 2 для улучшения теплопередачи. Головка ТПС состоит из корпуса, в котором находятся контактные клеммы 4, штуцера под кабель 6, крышки 5 и прокладки 7.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЕРКИ ТПС

Поверочная установка представлена на рис. 4. Для поверки технических ТПС $R_{ТС}$ используется эталонный калибратор Метран 510-ПКМ; эталонная катушка сопротивления $R_{Э} = 100$ Ом, термостат Термотест-100. В качестве источника регулируемого напряжения (ИРН) можно также использовать Метран 510-ПКМ, установив соответствующий режим работы.

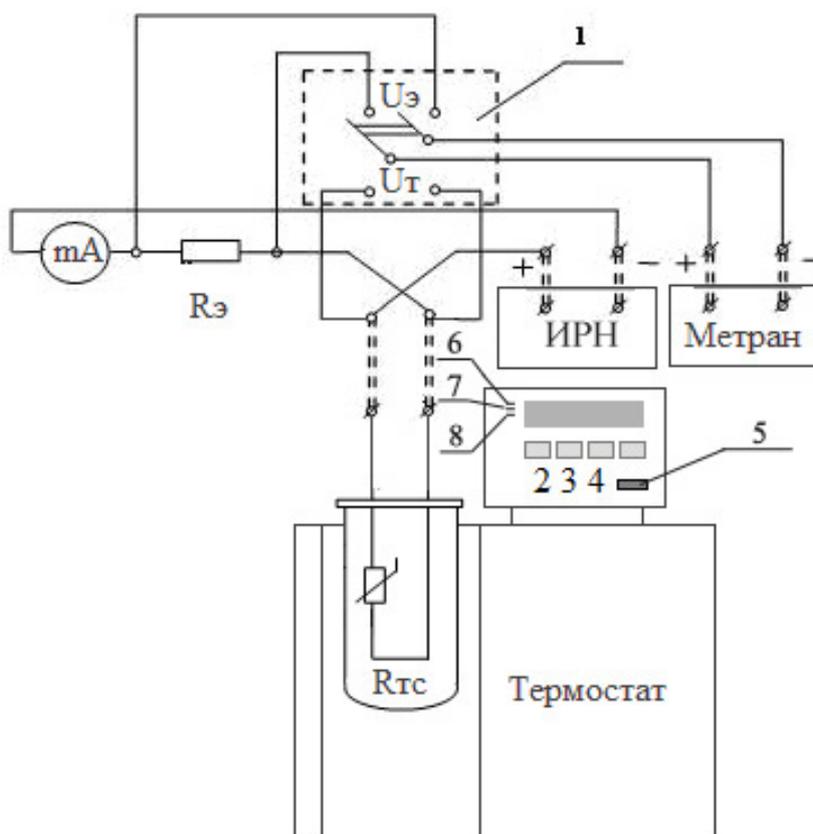


Рис. 4. Схема установки для поверки технических ТПС.

1 - двухполюсный переключатель; 2 - кнопка включения режима установки температуры; 3 - кнопка увеличения значения температуры; 4 - кнопка уменьшения значения температуры; 5 - кнопка включения термостата; 6 - индикатор включения нагревателя; 7 - индикатор вывода текущей температуры; 8 - индикатор режима установки температуры.

Двухполюсный переключатель 1 предназначен для поочередного подключения R_{Σ} и R_{TC} к эталонному прибору, а миллиамперметр – для измерения силы тока в цепи ТПС.

Поверка технических ТПС сводится к оценке сопротивления чувствительного элемента в 2-х точках температурной шкалы при 0°C и 100°C . Измерение сопротивления термопреобразователя производится косвенным методом. С помощью калибратора Метран 510-ПКМ измеряется падение напряжения на эталонной катушке сопротивления и падение напряжения на ТПС, а затем по формуле (1) рассчитывается значение сопротивления ТПС.

Для определения сопротивления ТПС при 0°C на термостате задается значение 0°C , для этого переключатель 5 приводится в положение «Включено», после чего на экране термостата появится текущее значение температуры, для установки 0°C следует нажать кнопку 2, после чего загорится индикатор установки температуры 8 и на экране отобразится установленное ранее значение. Кнопками 3 и 4 устанавливается значение 0°C , при этом зажатие кнопки увеличивает шаг изменения значения температуры. После задания следует снова нажать кнопку 2. Термостат начнет выход на заданное значение температуры, при этом на табло будет отображаться текущее значение температуры.

Для определения сопротивления ТПС при температуре 100°C необходимо выполнить аналогичные операции по установке температуры в термостате.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверка ТПС производится по ГОСТ 8.461 – 82. Для поверки ТПС необходимо определить сопротивление его чувствительного элемента при температуре 0°C и 100°C , (R_0 и R_{100}), вычислить отношение R_{100}/R_0 и сравнить полученные значения R_0 и R_{100}/R_0 с допускаемыми значениями этих величин (табл. 1, 2).

При измерении сопротивления в нулевой точке ТПС помещается в термостат, на котором задается значение 0°C . ТПС выдерживается в термостате не менее 30 минут.

Собирается электрическая схема, представленная на рис. 4, для чего подсоединяются к соответствующим клеммам на установке два калибратора типа Метран 510-ПКМ и поверяемый ТПС (рис. 5, 6).

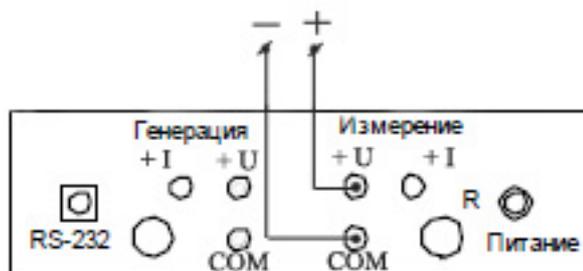


Рис 5. Схема подключения калибратора Метран 510-ПКМ при измерении напряжения

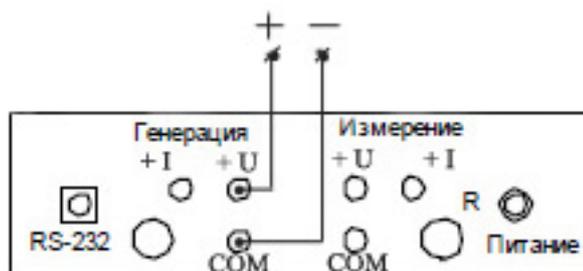


Рис 6. Схема подключения калибратора Метран 510-ПКМ при генерации напряжения (ИРН)

Калибраторы настраиваются соответственно на режим измерения напряжения и режим источника регулируемого напряжения (ИРН). Для включения режима измерения напряжения следует нажать на клавишу включения прибора и продержать не менее одной секунды.

С помощью клавиш «Вверх» и «Вниз» выбирается режим «Измерение», активная строка при этом помечается тёмным треугольным маркером, для выбора режима следует нажать клавишу «Ввод». В следующем меню выбирается пункт «Напряжение». Прибор начнет самокалибровку, которая занимает несколько секунд, после чего на экране отображается диапазон измерений, который выбирается автоматически, и текущее значение напряжения. Для второго прибора выбираются пункты «Генерация» и «Напряжение», в следующем меню «Постоянное», далее с цифровой клавиатуры прибора задается значение напряжения, при этом кнопками «Влево» и «Вправо» можно перемещать курсор в виде подчеркивания, который указывает цифру, которая задается, по окончании набора следует нажать клавишу «Ввод». От источника питания ИРН подается такое напряжение, чтобы ток в цепи при поверке ТПС был менее 0,5 мА, для исключения погрешности от самонагрева ТПС.

Переключатель 1 ставится в положение, соответствующее измерению падения напряжения на эталонном сопротивлении $R_{\text{Э}}$. Калибратором Метран 510-ПКМ измеряется значение падения напряжения на эталонной катушке $U_{\text{Э}}$. Результат измерения заносится в протокол, форма которого представлена в приложении 1.

Переключатель 1 переводится в положение, соответствующее измерению падения напряжений на ТПС $R_{\text{ТС}}$. Не изменяя значения напряжения питания, измеряется значение падения напряжения $U_{\text{Т}}$ на ТПС. Измерение должно проводиться 4 раза при поочередном подключении $R_{\text{Э}}$ и $R_{\text{ТС}}$.

Вычисляется значение сопротивления термопреобразователя $R_{\text{ТС}}$ по формуле:

$$R_{\text{ТС}} = \frac{U_{\text{ТСР}}}{U_{\text{ЭСР}}} \cdot R_{\text{Э}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{ТСР}}$ и $U_{\text{ЭСР}}$ – среднее арифметическое значение падения напряжения на ТПС и эталонной катушке сопротивления.

При измерении сопротивления ТПС при температуре 100°C , т.е. R_{100} , на термостате задается значение температуры 100°C . ТПС выдерживается до установления стационарного режима в течение 30 минут.

Проводится поочередно по 4 замера падения напряжения на эталонной катушке сопротивления $U_{\text{Э}}$ и ТПС $U_{\text{ТС}}$. Результаты замеров заносятся в протокол. Подсчитывается среднее значение R_{100} , вычисляется отношение R_{100}/R_0 . Значение сопротивления ТПС $R_{\text{ТС}}$ при температуре 100°C определяется по формуле 1.

Полученные абсолютные погрешности ΔR_0 и $\Delta (R_{100} / R_0)$ сравниваются с допускаемыми погрешностями этих величин для класса допуска указанного в паспорте ТПС. Термопреобразователь сопротивления считается годным к практическому применению, если полученные значения ΔR_0 и $\Delta (R_{100} / R_0)$ меньше допускаемых значений, указанных в таблице 2.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

1. Назначение, устройство и принцип действия ТПС.
2. Описание установки для поверки ТПС.
3. Поверка ТПС, обработка результатов измерений и протокол поверки.
4. Ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены технические ТПС?
2. Какие металлы используются для изготовления технических ТПС?
3. Какие пределы измерения имеют ТПС?
4. Какие измерительные приборы применяются для измерения температуры в комплекте с ТПС?
5. Почему величина тока в цепи ТПС должна быть менее 0,5 мА?
6. В чем заключается поверка технических ТПС?
7. Почему для поверки ТПС взяты температуры 0 °С и 100 °С?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРОТОКОЛ

поверки технического ТПС типа _____ класса допуска __НСХ_____.
 Эталонный калибратор _____ № _____,
 катушка сопротивления $R_0 = 100 \text{ Ом}$.

Показания эталонного прибора	Ед. изм	Поверяемые точки							
		0 °С				100 °С			
		1	2	3	4	1	2	3	4
На эталонной катушке, $U_{\text{Э}}$	мВ								
Среднее, $U_{\text{ЭСР}}$	мВ								
На ТПС, $U_{\text{Т}}$	мВ								
Среднее, $U_{\text{ТСР}}$	мВ								
$R_{\text{ТС}} = \frac{U_{\text{ТСР}}}{U_{\text{ЭСР}}} \cdot R_{\text{Э}}$	Ом	$R_0 =$				$R_{100} =$			
R_{100} / R_0									
Номинальное значение $R_{0Н}$	Ом	$R_{0Н} =$							
Номинальное значение R_{100} / R_0	–	$(R_{100} / R_0)_{Н} =$							
Абсолютная погрешность R_0 и R_{100} / R_0	Ом	$\Delta R_0 = R_0 - R_{0Н} =$							
	–	$\Delta (R_{100} / R_0) = R_{100} / R_0 - (R_{100} / R_0)_{Н} =$							
Допускаемые погрешности по классу допуска	Ом	$\Delta R_{0Д} =$							
	–	$\Delta (R_{100} / R_0)_{Д} =$							

Вывод: ТПС (не) годен по классу допуска _____ .

Муза Михайловна Григорьева

Проверка технических термопреобразователей сопротивления.
Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технические измерения и приборы» для студентов направления 140100 – Теплоэнергетика и теплотехника Энергетического института.

Подписано к печати _____.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать RISO. Усл. печ. л. 0.75. Уч.-изд. л. 0.7.

Тираж _____ экз. Заказ _____ . Цена свободная.

Издательство ТПУ. 634050, Томск, пр. Ленина 30.