

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И
ПОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИОМЕТРА**

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 006 (076.6)
ББК 30.10я73
А927

Атрошенко Ю.К.

Исследование метрологических характеристик и поверка автоматического потнециометра. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

В пособии приведены сведения об автоматических потенциометрах, показан ход выполнения лабораторной работы. Лабораторная работа содержит индивидуальные варианты заданий. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям 140100 (13.03.01) «Теплоэнергетика и теплотехника» и 141100 (13.03.03) «Энергетическое машиностроение».

УДК 006 (076.6)
ББК 30.10я73

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

Мамонтов Г.Я.

Доцент ФГОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)»

Волошенко А.В.

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014
© Атрошенко Ю.К., Кравченко Е.В.
© Обложка. Издательство Томского политехнического университета, 2014

Цель работы заключается в ознакомлении со средствами измерений, работающими в комплекте термоэлектрическими преобразователями, методикой их поверки, получении практических навыков выполнения поверки.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение принципа работы автоматического потенциометра;
- выполнение поверки автоматического потенциометра;
- составление протокола поверки.

Принцип работы и методика поверки автоматического потенциометра

Автоматические потенциометры используются для измерения температуры в комплекте с термоэлектрическими преобразователями (ТЭП) стандартных номинальных статических характеристик. В автоматических потенциометрах реализована измерительная схема, реализующая значения ТЭДС термоэлектрических преобразователей. Компенсационный метод измерения. Компенсационный метод измерения ТЭДС является примером нулевого метода сравнения с мерой. Простейшая измерительная схема потенциометра изображена на рис. 1.

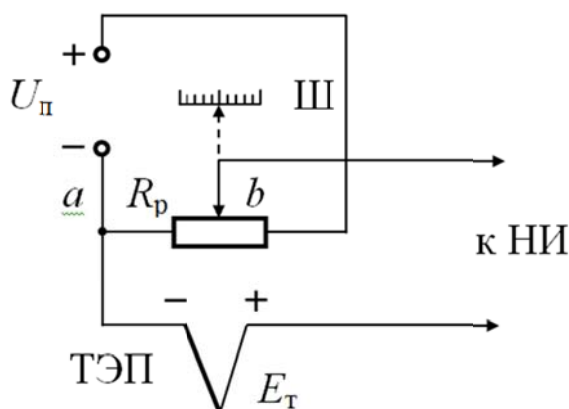


Рис. 1. Измерительная схема потенциометра

Термоэлектрический преобразователь ТЭП (рис.1) подключен к делителю напряжения (реохорду) R_p таким образом, что падение напряжения U_{ab} между точками a и b на части делителя напряжения R_p подключено навстречу ТЭДС E_T термоэлектрического преобразователя ТЭП. Перемещая движок реохорда R_p , можно найти такое положение движка, при котором $U_{ab} = E_T$.

В этом случае ТЭДС E_T уравновешивается падением напряжения U_{ab} , ток в цепи ТЭП отсутствует и стрелка нуль-индикатора (НИ) установится на нулевую отметку. По положению стрелки-указателя потенциометра, перемещающейся вдоль шкалы Ш, можно определить значе-

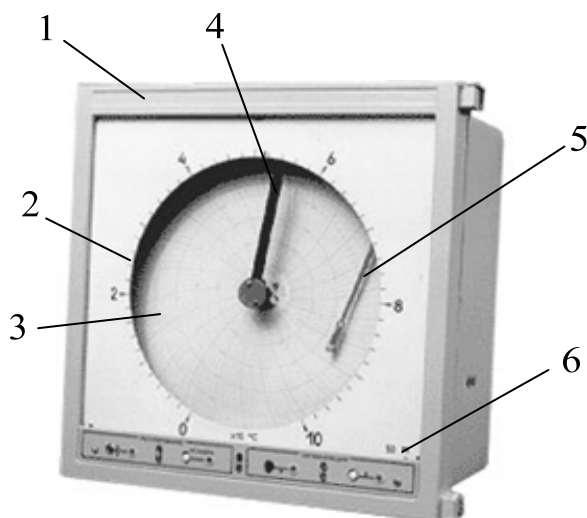
ние ТЭДС или значение измеряемой температуры.

Таким образом, метод измерения ТЭДС, реализуемый в автоматических потенциометрах, является примером нулевого метода сравнения с мерой, т.е. методом, при котором измеряемая величина определяется путем уравнивания измеряемой величины мерой.

При поверке автоматических потенциометров выполняют следующие операции: проверку электрической прочности изоляции и определение сопротивления изоляции; проверку характера успокоения указателя прибора; проверку соответствия основной погрешности показаний допускаемым значениям; соответствие вариации показаний допускаемым значениям; соответствие основной погрешности записи допускаемым значениям и другие.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка включает два автоматических потенциометра типа Диск-250 (рис. 2) с номинальными статическими характеристиками (НСХ) типов *K* (ХА) и *L* (ХК), эталонный калибратор типа Метран-510-ПКМ и магазин сопротивлений типа Р4831.



*Рис. 2. Автоматический потенциометр типа Диск-250:
1 – металлический корпус; 2 – шкала; 3 – диаграммный диск; 4 – стрелка-указатель; 5 – перо; 6 – обозначение НСХ*

Потенциометры установлены в щите, на клеммную панель *B* выведены входные контакты для подключения ТЭП или эталонного калибратора. Предел допускаемой основной приведенной погрешности потенциометра составляет $\pm 0,5 \%$, предел допускаемой основной приведенной погрешности калибратора при генерации напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 100 мВ составляет $(0,015 \% + 5 \text{ мкВ})$.

Класс точности магазина сопротивлений ($0,02/2 \cdot 10^{-6}$). В качестве эталонного калибратора используется эталонный калибратор типа Метран-510-ПКМ. Виды на верхнюю и лицевую панели калибратора показаны на рис. 3 и 4 соответственно.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности при измерении и генерации напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 100 мВ составляет ($0,015 \% + 5 \text{ мкВ}$); при измерении и генерации постоянного тока – ($0,015 \% + 0,25 \text{ мкА}$).

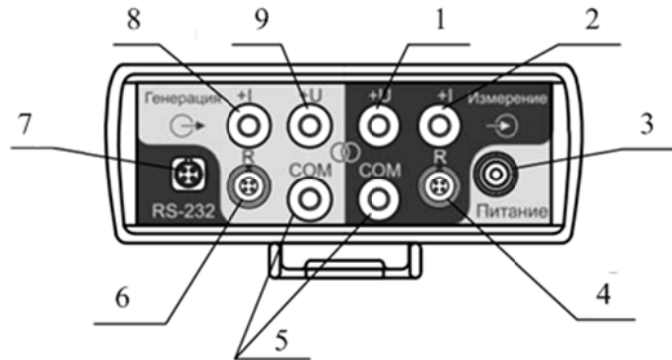


Рис. 3. Вид на верхнюю панель калибратора:

1 – вход кабеля U; 2 – вход кабеля I; 3 – разъем для подключения кабеля блока питания; 4 – вход кабеля R или термозонда; 5 – общий разъем (-) для U/I; 6 – выход кабеля R или термозонда; 7 – разъем подключения кабеля RS 232; 8 – выход кабеля I; 9 – выход кабеля U

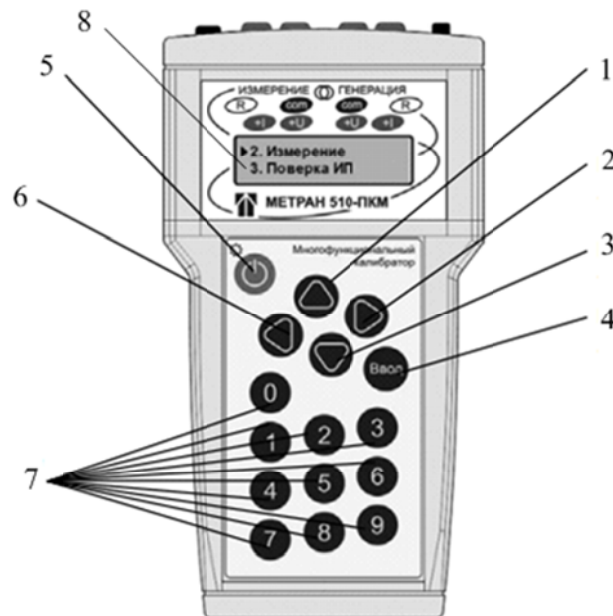


Рис. 4. Вид на лицевую панель калибратора:

1 – кнопка «Вверх»; 2 – кнопка «Вправо»; 3 – кнопка «Влево»; 4 – кнопка «Ввод»; 5 – кнопка включения/выключения питания; 6 – кнопка «Влево»; 7 – цифровые кнопки; 8 – дисплей

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему, приведенную на рис. 4.

Внимание! Монтаж схемы производится при выключенном питании лабораторной установки.

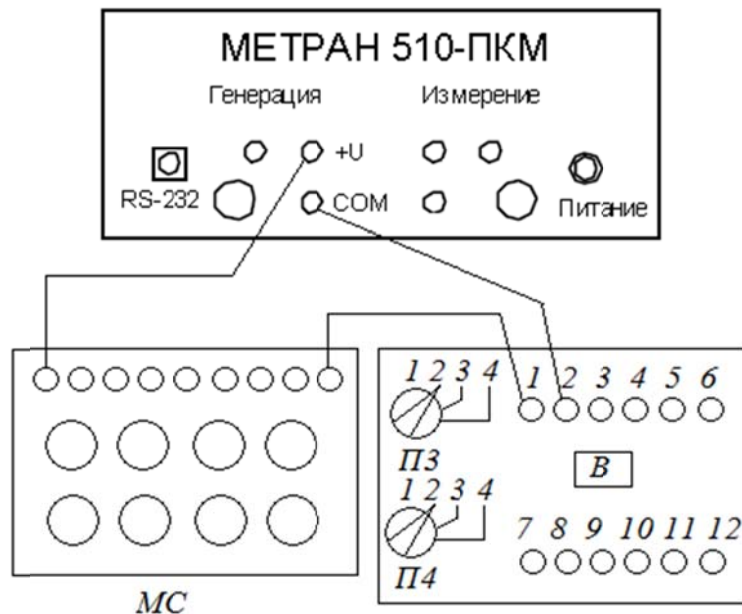


Рис. 4. Схема подключений для поверки автоматических потенциометров

2. Соединить контакт $+U$, расположенный на верхней панели калибратора Метран-510-ПКМ, с контактом 1 Магазина сопротивлений.
3. Соединить контакт 9 Магазина сопротивлений с контактом 1 клеммной панели B .
4. Соединить контакт 2 клеммной панели B с контактом COM калибратора.
5. Установить сопротивление Магазина сопротивлений равным 160-200 Ом.
6. Включить питание лабораторной установки (тумблер «Сеть»).
7. Включить питание поверяемого автоматического потенциометра (тумблер «Диск-250»).
8. В первый столбец таблицы протокола поверки (Приложение 1) занести проверяемые отметки шкалы (см. табл. 1).
9. По таблицам НСХ определить расчетные значения ТЭДС, соответствующие проверяемым отметкам шкалы, и занести их в протокол поверки (второй столбец).
10. Включить калибратор нажатием кнопки 5 (рис. 4).
11. С помощью кнопок 1 и 3 (рис. 4) выбрать пункт меню Генерация, нажать кнопку 4.

12. В меню с помощью кнопок 1 и 3 (рис. 3) выбрать пункт Напряжение (мВ).
13. В меню Задать с помощью кнопок 7 (рис. 3) задать значение ТЭДС, соответствующее первой отметке прибора, нажать кнопку 4, выбрать пункт Постоянное, нажать кнопку 4.
14. Корректируя значение подаваемого напряжения установить стрелку пирометрического милливольтметра на первую отметку шкалы. При этом значение подаваемого напряжения занести в третий столбец Протокола поверки (Приложение 1).
15. Повторить пп. 11–14 для всех заданных значений температуры (см. табл. 1).
16. Подобрать такое значение генерируемого напряжения, при котором стрелка-указатель установится на последнюю проверяемую отметку шкалы. Подбранное значение занести в протокол поверки (четвертый столбец).
17. Последовательно повторить п. 14 для всех проверяемых отметок шкалы (обратный ход).

Таблица 1

Варианты индивидуальных заданий

№ вар.	Проверяемые отметки шкалы, °С						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
1	0	100	200	300	400	500	600
2	0	20	120	220	320	420	520
3	0	40	140	240	340	440	540
4	0	60	160	260	360	460	560
5	0	80	180	280	380	480	580
6	0	120	240	360	480	600	720
7	0	40	100	160	220	280	340
8	0	60	120	180	240	300	360
9	0	80	160	240	320	400	480
10	0	100	150	200	250	300	350

Порядок обработки экспериментальных данных

1. Определить предел допускаемой основной абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta E_{\text{дон}} = \gamma \frac{E_{\text{вн}} - E_{\text{нп}}}{100}, \quad (1)$$

где $E_{\text{вн}}$ – значение ТЭДС, соответствующее верхнему пределу измерения, мВ; $E_{\text{нп}}$ – значение ТЭДС, соответствующее нижнему

пределу измерения автоматического потенциометра, мВ; γ – предел допускаемой основной приведенной погрешности, %.

2. Определить предел допускаемой основной абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta E_{\text{доп}} = 0,5 \cdot \gamma \frac{E_{\text{зн}} - E_{\text{изн}}}{100}. \quad (2)$$

3. Определить абсолютную погрешность показаний прибора при прямом ходе по формуле:

$$\Delta E_1 = E_0 - E_{\text{пх}}. \quad (3)$$

4. Определить абсолютную погрешность показаний прибора при обратном ходе по формуле:

$$\Delta E_2 = E_0 - E_{\text{ох}}. \quad (4)$$

5. Определить вариацию показаний прибора по формуле:

$$V = |E_{\text{пх}} - E_{\text{ох}}|. \quad (5)$$

6. Сравнить наибольшие значения абсолютной погрешности и вариации с допускаемыми, сделать вывод о пригодности прибора к измерениям.

7. В одной системе координат построить графики:

- зависимость ТЭДС (по НСХ) от значений температуры, соответствующих проверяемым отметкам шкалы ($E_0=f(t)$);
- зависимость значений ТЭДС, полученных с помощью калибратора при увеличении показаний от значений температуры, соответствующих проверяемым отметкам шкалы ($E_{\text{пх}}=f(t)$);
- зависимость значений ТЭДС, полученных с помощью калибратора при уменьшении показаний от значений температуры, соответствующих проверяемым отметкам шкалы ($E_{\text{ох}}=f(t)$).

8. На графике показать вариацию прибора.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) теоретические сведения об автоматических потенциометрах, методике их поверки;
- 2) описание лабораторной установки;
- 3) порядок выполнения работы;
- 4) порядок обработки экспериментальных данных;
- 5) графики искомых зависимостей;
- 6) протокол поверки;

7) ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Почему метод измерения ТЭДС, реализуемый в автоматических потенциометрах, называется нулевым методом сравнения с мерой?
2. Опишите операции, выполняемые при поверке автоматических потенциометров.
3. В составе каких измерительных систем могут использоваться автоматические потенциометры?
4. Назовите вид погрешности показаний прибора, приведите обоснование.
5. Назовите все построенные графики.

Приложение 1

Протокол № _____

« ____ » _____ Г.

поверки _____, принадлежащего _____.
(наименование устройства) (наименование организации)

Тип _____, № _____. Пределы измерений _____,

НСХ _____, класс точности _____.

Образцовые приборы: _____
(тип, номер)

_____ (пределы измерений, класс точности)

Время прохождения стрелкой прибора всей шкалы _____ с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ И ВАРИАЦИИ

Проверяемые отметки шкалы	Значение входного сигнала (по НСХ)	Отсчет по рабочему эталону		Абсолютная погреш- ность прибора		Вариация показаний прибора
		Прямой ход	Обрат- ный ход	Прямой ход	Обрат- ный ход	

Наибольшая погрешность
прибора _____
(ед. изм.)

Допускаемая погрешность
прибора _____
(ед. изм.)

Наибольшая вариация показаний
прибора _____
(ед. изм.)

Допускаемая вариация показаний
прибора _____
(ед. изм.)

Вывод: _____
(прибор годен/ не годен для измерений)

Учебное издание

АТРОШЕНКО Юлиана Константиновна
КРАВЧЕНКО Евгений Владимирович

Подписано к печати 12.11.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ . Тираж 5 экз.


Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru