

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

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

\_\_\_\_\_ Ю.С. Боровиков  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

**КОНФИГУРИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА  
ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ КОМПЕНСАЦИОННОГО МЕТОДА  
ИЗМЕРЕНИЯ ТЭДС.  
ИЗУЧЕНИЕ И ПОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКИХ  
ПОТЕНЦИОМЕТРОВ.**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для  
студентов направления 140100 – Промышленная теплоэнергетика  
Энергетического института

Томск 2012

УДК 621.1.002 – 05

Изучение и поверка автоматических потенциометров.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления 140100 – Промышленная теплоэнергетика Энергетического института. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 14 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 «\_\_\_»\_\_\_\_\_2012 г.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в освоении принципов построения измерительного канала температуры на основе компенсационного метода измерения ТЭДС, изучении конструкции и принципа действия автоматических приборов для измерения температуры, работающих в комплекте со стандартными термоэлектрическими преобразователями, изучении эталонных средств, применяемых для поверки автоматических потенциометров, приобретении навыков работы с эталонными средствами и освоении методики поверки автоматических приборов для измерения температуры.

Задачами лабораторной работы являются:

- составление измерительного канала температуры, оценка погрешности измерения температуры;
- изучение принципа действия и устройства автоматических приборов для измерения температуры в комплекте с термоэлектрическими преобразователями стандартных номинальных статических характеристик;
- выполнение операции поверки автоматических потенциометров;
- обработка результатов поверки автоматических потенциометров;
- исследование зависимости погрешности прибора от значения измеряемой величины.

## АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРЫ

Автоматические потенциометры предназначены для измерения температуры в комплекте с термоэлектрическими преобразователями (ТЭП) стандартных номинальных статических характеристик. В автоматических потенциометрах используется измерительная схема, реализующая компенсационный метод измерения значения термоЭДС термоэлектрических преобразователей. Простейшая измерительная схема потенциометра изображена на рис. 1.

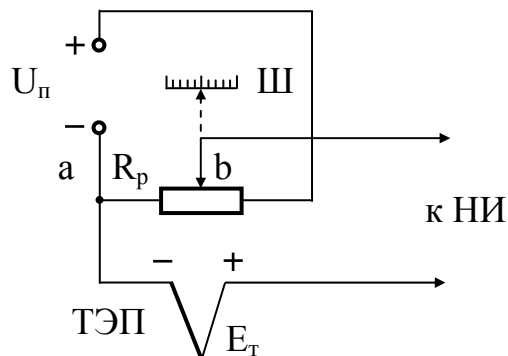


Рис. 1. Измерительная схема потенциометра

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

В этом случае термоЭДС  $E_T$  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 значение термоЭДС или значение измеряемой температуры.

Структурная схема автоматического потенциометра приведена на рис. 2.

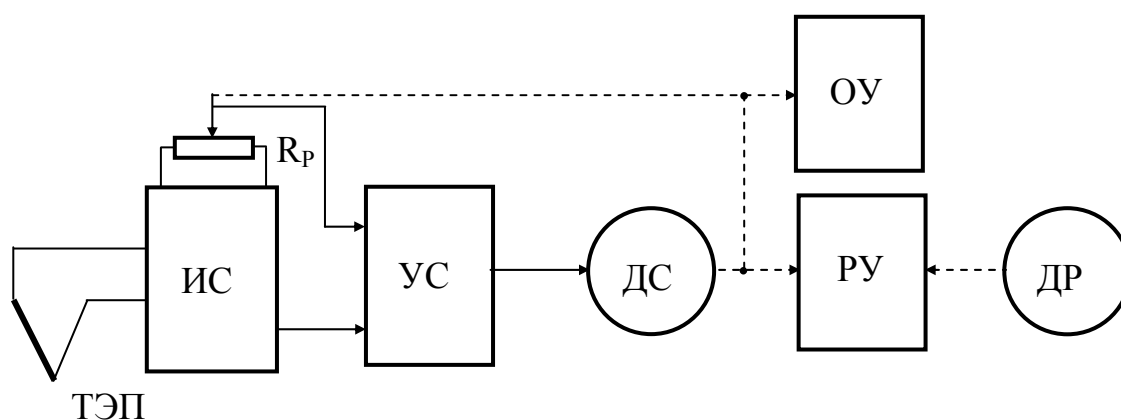


Рис. 2. Структурная схема автоматического потенциометра:

*ИС – измерительная схема; УС – усилитель следящей системы; ДС – электродвигатель следящей системы; ОУ – отсчетное устройство; РУ – регистрирующее устройство; ДР – электродвигатель регистрирующего устройства*

На рис. 3 приведена полная измерительная схема автоматического потенциометра. На измерительной схеме (рис. 3) приняты следующие обозначения:

- $R_{ш}$  – шунт реохорда, предназначенный для подгонки параллельно соединенных сопротивлений реохорда  $R_p$  и шунта реохорда  $R_{ш}$  до стандартного значения;
- $R_n$  – резистор для подгонки нижнего предела измерений прибора;
- $R_v$  – резистор для подгонки верхнего предела измерений прибора;
- $R_1$  – резистор для установки номинального значения тока в рабочей ветви измерительной схемы;
- $R_2$  – резистор для установки номинального значения тока во вспомогательной ветви измерительной схемы;
- $R_m$  – резистор для введения поправки на температуру свободных концов ТЭП;
- $R_0$  – резистор, используемый при градуировке прибора;
- $R_{п}$  – резистор для ограничения тока источника питания ИП.

Рабочая ветвь измерительной схемы содержит резисторы  $R_1$ ,  $R_H$ ,  $R_B$ ,  $R_{III}$  и сопротивление реохорда  $R_p$ . Вспомогательная ветвь измерительной схемы содержит резистор  $R_2$  и, в зависимости от положения переключателя  $\Pi$ , резистор  $R_M$  или резистор  $R_0$ .

Резистор  $R_M$  представляет собой катушку, намотанную медным проводом и размещенную в непосредственной близости от места подключения в измерительную схему свободных концов термоэлектрического преобразователя ТЭП.

Следящая система автоматического потенциометра состоит из усилителя УС и электродвигателя ДС, механически связанного с движком реохорда  $R_p$ . Регистрирующее устройство включает пишущий узел и лентопротяжный механизм или устройство перемещения диаграммного диска ДД, связанные с электродвигателем ДР. На схеме (рис. 3) механические связи показаны пунктирными линиями.

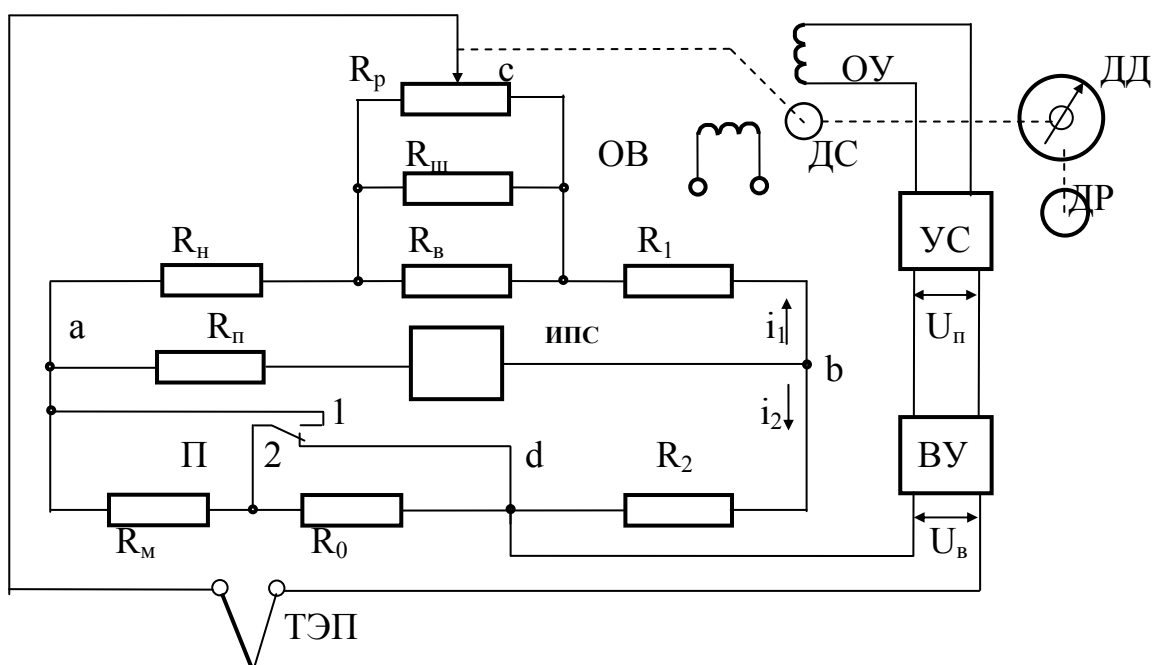


Рис. 3. Измерительная схема автоматического потенциометра

Напряжение  $U_B$  на входе входного устройства ВУ равно разности измеряемой термоЭДС  $E_T$  термоэлектрического преобразователя ТЭП и падения напряжения при прохождении тока  $i_1$  по части  $m$  эквивалентного сопротивления  $R_3$  реохорда, состоящего из трех параллельно включенных сопротивлений  $R_p$ ,  $R_{III}$ ,  $R_B$  и сопротивлению  $R_H$ , а также падения напряжения при прохождении тока  $i_2$  по резистору  $R_M$  или (при контроле работоспособности прибора) по резистору  $R_0$ :

$$U_B = E_m - i_1(mR_3 + R_H) - i_2R_m. \quad (1)$$

Если

$$E_m = i_1(mR_{\text{Э}} + R_n) - i_2R_m, \quad (2)$$

то напряжение  $U_{\text{в}} = 0$ , напряжение на обмотке управления ОУ электродвигателя ДС отсутствует и движок реохорда неподвижен. Стрелка – указатель прибора показывает измеряемое значение температуры.

Если значение измеряемой температуры равно нижнему пределу измерений автоматического потенциометра, то его измерительная схема с подключенным термоэлектрическим преобразователем находится в состоянии равновесия и на входе входного устройства ВУ напряжение  $U_{\text{в}}$  отсутствует. Движок реохорда  $R_p$  находится в крайнем положении, а стрелка – указатель прибора – на отметке шкалы, соответствующей нижнему пределу измерений автоматического потенциометра.

Если измеряемая температура увеличивается, то значение термоЭДС ТЭП увеличивается и равновесие измерительной схемы с подключенным ТЭП нарушается. На входе входного устройства ВУ появляется напряжение  $U_{\text{в}}$ . Напряжение с выхода усилителя УС поступает на обмотку управления ОУ реверсивного электродвигателя ДС. Напряжение питания обмотки возбуждения ОВ электродвигателя ДС составляет 127В переменного тока. Когда напряжение на обмотке управления ОУ достигает значения напряжения трогания, реверсивный электродвигатель ДС начинает работать. С помощью механической связи электродвигатель ДС перемещает движок реохорда  $R_p$  в направлении равновесия измерительной схемы с подключенным ТЭП. В момент равновесия  $U_{\text{п}} = 0$  и электродвигатель ДС отключается. Стрелка – указатель прибора устанавливается на отметке шкалы, соответствующей измеряемой температуре.

Если измеряемая температура уменьшается, то значение термоЭДС ТЭП уменьшается и равновесие измерительной схемы с подключенным ТЭП вновь нарушается. На входе входного устройства ВУ появляется напряжение  $U_{\text{п}}$ , полярность которого противоположна полярности напряжения  $U_{\text{п}}$  при увеличении измеряемой температуры. Реверсивный электродвигатель ДС перемещает движок реохорда  $R_p$  в направлении, противоположном направлению перемещения движка реохорда при увеличении измеряемой температуры. Движок реохорда  $R_p$  останавливается в положении, соответствующем новому состоянию равновесия измерительной схемы с подключенным ТЭП. Стрелка – указатель автоматического потенциометра вновь устанавливается на отметке шкалы, соответствующей измеряемой температуре.

При изменении измеряемой температуры изменяется значение термоЭДС  $E_{\text{т}}$  и равенство (2) нарушается. На выходе измерительной схемы появляется напряжение  $U_{\text{в}}$ , которое подается на вход входного

устройства ВУ. Входное устройство ВУ преобразует напряжение  $U_B$  постоянного тока в напряжение  $U_n$  переменного тока. Напряжение  $U_n$  усиливается до значения напряжения трогания электродвигателя ДС, достаточного для приведения его в действие. Вал электродвигателя ДС с помощью механической связи перемещает движок реохорда, устанавливая новое состояние равновесия измерительной схемы, при котором  $U_B = 0$ . Одновременно стрелка – указатель и пишущий узел прибора перемещаются в новое положение, соответствующее значению измеряемой температуры.

На рис. 4 изображена структурная схема автоматического электронного потенциометра типа ДИСК-250.

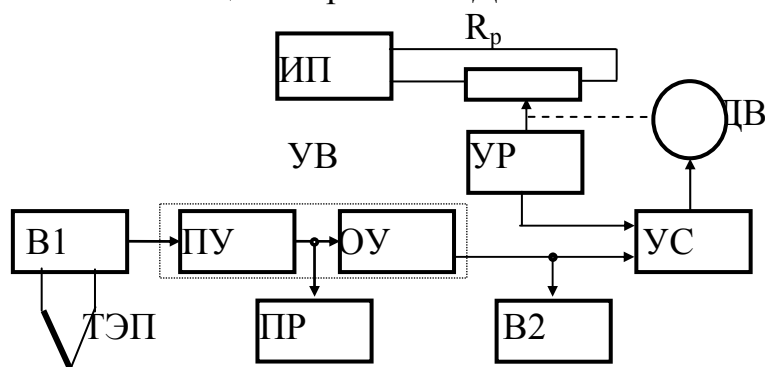


Рис. 4. Структурная схема автоматического прибора ДИСК-250:

- $B1$  - входное устройство;  $УВ$  - усилитель входного сигнала;
- $ПУ$  - предварительный усилитель;  $ОУ$  - оконечный усилитель;
- $УР$  - усилитель сигнала реохорда;  $ПР$  - устройство преобразования;
- $B2$  - выходные устройства;  $УС$  - усилитель следящей системы;
- $ДВ$  - электродвигатель;  $ИП$  - источник питания

Входное устройство  $B1$  (рис. 4) нормализует значение термоЭДС термоэлектрического преобразователя ТЭП по нижнему пределу измерения прибора. В усилителе входного сигнала  $УВ$  значение термоЭДС термоэлектрического преобразователя ТЭП нормализуется по верхнему пределу измерения прибора. Таким образом, с выхода  $УВ$  на вход усилителя следящей системы  $УС$  подается значение напряжения, нормализованное по нижнему и верхнему пределам измерений автоматического прибора.

На входе усилителя следящей системы  $УС$  из значения напряжения, поступающего с выхода  $УВ$ , вычитается усиленное усилителем сигнала реохорда  $УР$  значение падения напряжения на части реохорда  $R_p$ . Разность значения напряжения, поступающего на вход  $УС$  с выхода  $УВ$ , и значения напряжения, поступающего на вход  $УС$  с выхода  $УР$ , усиливается и подается на обмотку управления электродвигателя  $ДВ$  следящей системы. Когда напряжение на обмотке управления электродвигателя  $ДВ$  следящей системы достигает значения напряжения трогания, реверсивный

электродвигатель ДВ начинает работать. С помощью механической связи электродвигатель ДВ перемещает движок реохорда  $R_p$  в таком направлении, при котором значение напряжения на обмотке управления электродвигателя ДВ уменьшается. В момент равенства нулю разности значения напряжения, поступающего на вход УС с выхода УВ, и значения напряжения, поступающего на вход УС с выхода УР, электродвигатель ДВ отключается. Стрелка – указатель прибора, связанная с движком реохорда, устанавливается на отметке шкалы, соответствующей измеряемой температуре. При изменении измеряемой температуры изменяется термоЭДС термоэлектрического преобразователя и электродвигатель ДВ вновь начинает работать, перемещая движок реохорда в положение, соответствующее измеряемой температуре. Стрелка – указатель прибора вновь устанавливается на отметке шкалы, соответствующей измеряемой температуре. Таким образом, каждому значению измеряемой температуры соответствует определенное положение движка реохорда и связанной с ним стрелки – указателя прибора.

Напряжение с выхода ПУ подается на вход устройства преобразования ПР, предназначенного для преобразования выходного напряжения ПР в унифицированный сигнал  $0 - 5 \text{ мА}$  или  $0 - 20 \text{ мА}$ . Напряжение с выхода УВ подается на входы выходных устройств В2, предназначенных для выполнения дополнительных функций прибора.

## ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

### 1. Конфигурирование измерительного канала

Измерительный канал температуры на основе компенсационного метода измерения ТЭДС включает в себя первичный преобразователь температуры – ТЭП – и вторичный показывающий прибор – автоматический потенциометр. Структурная схема измерительного канала представлена на рис. 5.

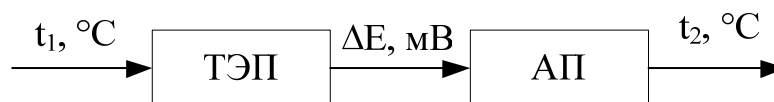


Рис. 5. Структурная схема измерительного канала температуры:

*ТЭП – термоэлектрический преобразователь, АП – автоматический потенциометр,  $t_1$  – измеряемая температура,  $t_2$  – показания прибора,  $\Delta E$  -ТЭДС*

Если автоматический преобразователь имеет один измерительный канал (является одноканальным), то его НСХ должна совпадать с НСХ



применяемого ТЭП. В том случае, если автоматический потенциометр имеет несколько каналов измерения, то подключение ТЭП должно осуществляться к соответствующему его НСХ каналу. Если используется датчик температуры с НСХ ХА (К), то его следует подключать к потенциометру типа ДИСК-250 с НСХ ХА (К), при этом переключатель ПЗ устанавливается в положение 1. Если используется датчик температуры с НСХ ХК (L), то его следует подключать к потенциометру типа ДИСК-250 с НСХ ХК (L), при этом переключатель ПЗ устанавливается в положение 3. Клемму 2 панели переключателей В соединяют с минусовой клеммой датчика температуры, клемму 1 панели переключателей В соединяют с плюсовой клеммой датчика температуры.

## 2. Измерение температуры, оценка погрешности

Если в качестве первичного преобразователя используется датчик температуры с НСХ ХК (L), то его следует подключать к потенциометру типа ДИСК-250 с НСХ ХК (L), при этом переключатель ПЗ устанавливается в положение 3.

Клемму 2 панели переключателей В соединяют с минусовой клеммой датчика температуры, клемму 1 панели переключателей В соединяют с плюсовой клеммой датчика температуры.

После установления показаний прибора, полученное значение фиксируется. Оценка погрешности измерения температуры измерительным каналом производится путем сличения показаний автоматического потенциометра с показаниями эталонного жидкостного термометра.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерительного канала температуры, состоящего из двух компонентов: первичного преобразователя и вторичного показывающего прибора определяется по формуле:

$$\gamma_{ИК} = \pm \sqrt{\gamma_{ТЭП}^2 + \gamma_{АП}^2},$$

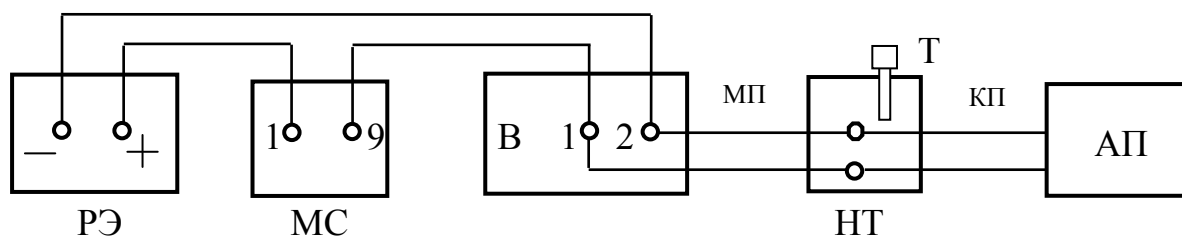
$\gamma_{ТЭП}$ ,  $\gamma_{АП}$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности термоэлектрического преобразователя и автоматического потенциометра соответственно.

## ПОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИОМЕТРОВ

### 1. Схема подключений автоматических потенциометров

Схема подключений для поверки автоматического потенциометра типа ДИСК-250 представлена на рис. 6. Схема включает автоматический потенциометр АП, рабочий эталон РЭ – многофункциональный

калибратор Метран 510-ПКМ, нулевой термостат НТ, ртутный термометр Т, магазин сопротивлений МС и панель переключателей В. Выходной сигнал многофункционального калибратора Метран 510-ПКМ является мерой входного сигнала автоматического потенциометра, т. е. мерой термоЭДС. Нулевой термостат предназначен для поддержания температуры соединений медных проводов с компенсационными проводами в диапазоне от 0 °С до 4 °С. Цена деления ртутного термометра составляет 0,1 °С.



*Рис. 6. Схема подключений для поверки автоматических потенциометров:*

*РЭ – рабочий эталон; МС – магазин сопротивлений; НТ – нулевой термостат; В – панель переключателей; МП – медные провода; Т – термометр; КП – компенсационные провода; АП – автоматический потенциометр*

## **2. Подготовка к поверке автоматического потенциометра**

Нулевой термостат необходимо заполнить смесью воды со льдом. В отверстия на крышке нулевого термостата следует установить ртутный термометр и пробирки с трансформаторным маслом. Внутри пробирок помещают соединения МП с КП.

Перед поверкой автоматического потенциометра необходимо собрать схему подключений в соответствии с рис. 6, 7. Монтаж схемы производится при отключенном питании лабораторной установки (тумблер «СЕТЬ» - в отключенном положении).

С помощью переключателя ПЗ входные клеммы автоматического потенциометра соединяют с клеммами 1, 2 панели переключателей В. Для поверки автоматического потенциометра типа ДИСК-250, НСХ ХА (К) (прибор № 4) переключатель ПЗ устанавливают в положение 1, а с НСХ ХК (L) (прибор № 5) – в положение 3.

Клемму 2 панели переключателей В соединяют с минусовой клеммой «СОМ» многофункционального калибратора Метран 510-ПКМ. Клемму 1 панели переключателей В соединяют с нулевой клеммой магазина сопротивлений МС. Плюсовую клемму «+ U» многофункционального калибратора Метран 510-ПКМ соединяют с клеммой 9 магазина сопротивлений МС. С помощью магазина сопротивлений МС устанавливают значение сопротивления линии равным стандартному значению 160 - 200 Ом.

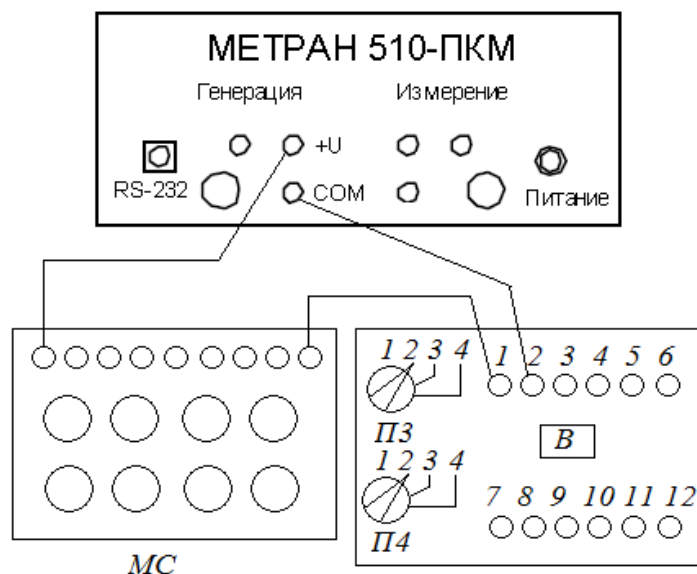


Рис. 7. Схема подключений для поверки автоматических потенциометров.

Включают питание лабораторной установки и питание поверяемого автоматического потенциометра с помощью соответствующих тумблеров (тумблеры «СЕТЬ» и «Диск-250» перевести в положение «ПИТАНИЕ ~220 В ВКЛЮЧЕНО»). Поверка автоматического потенциометра производится через 30 минут после включения питания.

### 3. Поверка автоматического потенциометра

Целью поверки автоматических потенциометров (АП) является установление соответствия его метрологических характеристик паспортным данным. Установление этого соответствия производится путем сравнения максимальных значений основной абсолютной погрешности и вариации поверяемого АП с пределами допускаемых основной абсолютной погрешности и вариации показаний АП.

Основную погрешность поверяемого АП определяют для всех оцифрованных отметок шкалы. Основную погрешность АП вычисляют как разность значения термоЭДС, соответствующего оцифрованной отметке шкалы и определяемой по номинальной статической характеристике ТЭП, и значения напряжения на выходе многофункционального калибратора Метран 510-ПКМ, соответствующего расположению стрелки – указателя на той же оцифрованной отметке шкалы.

Перед поверкой автоматического потенциометра необходимо подготовить протокол поверки, форма которого приведена ниже. Протокол поверки выполняется на отдельном листе отчета по лабораторной работе.

В первый столбец протокола поверки заносят значения температур, соответствующие оцифрованным отметкам шкалы поверяемого прибора. Во второй столбец протокола поверки заносят значения

термоЭДС, соответствующие этим значениям температур по номинальной статической характеристике ТЭП.

Вычисляют пределы допускаемых основной абсолютной погрешности и вариации показаний прибора по формулам:

$$\Delta_{доп} = \pm \gamma (E_{вн} - E_{нн}) / 100, \quad (3)$$

$$V_{доп} = 0,5\gamma (E_{вн} - E_{нн}) / 100, \quad (4)$$

где  $E_{вн}$ ,  $E_{нн}$  – значения термоЭДС, соответствующие верхнему и нижнему пределам измерений прибора, мВ;

$\gamma$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности прибора, %.

Перед поверкой АП необходимо:

- включить калибратор Метран 510-ПКМ;
- настроить режим генерации напряжения, выбрав в меню «1. Генерация» подпункт «2. Напряжение (мВ)»;
- в меню «1. Задать» ввести значение напряжения, соответствующее первой оцифрованной отметке АП;
- выбрать в меню генерации напряжения «2. Постоянное», нажать клавишу «Ввод».

Корректируя значение генерируемого напряжения, устанавливают стрелку – указатель прибора на оцифрованную отметку шкалы, соответствующую нижнему пределу измерений прибора. Увеличивая значение входного сигнала АП (прямой ход), последовательно устанавливают стрелку – указатель прибора на все оцифрованные отметки шкалы. Значения входного сигнала АП, соответствующие оцифрованным отметкам шкалы, заносят в протокол поверки.

Увеличивая значение входного сигнала, выводят стрелку – указатель за верхний предел измерений прибора. Затем, уменьшая значение входного сигнала (обратный ход), вновь последовательно устанавливают стрелку – указатель на все оцифрованные отметки шкалы прибора. Значения входного сигнала при обратном ходе, соответствующие оцифрованным отметкам шкалы, заносят в протокол поверки.

Рассчитывают абсолютные погрешности показаний прибора для каждой оцифрованной отметки шкалы при прямом  $\Delta_1$  и обратном  $\Delta_2$  ходе и вариацию  $V$  прибора по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= E_0 - E_{nx} - E_m, \\ \Delta_2 &= E_0 - E_{ox} - E_m, \\ V &= |E_{nx} - E_{ox}|, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $E_0$  – значение термоЭДС ТЭП по таблице номинальной статической характеристики, соответствующее оцифрованной отметке

шкалы, мВ;

$E_m$  – значение термоЭДС по таблице номинальной статической характеристики ТЭП, соответствующее значению температуры в термостате, мВ;

$E_{nx}$  и  $E_{ox}$  – значения входного сигнала, соответствующие оцифрованной отметке шкалы при прямом и обратном ходе, мВ.

Устанавливают соответствие метрологических характеристик поверяемого прибора его паспортным данным, сравнивая максимальные значения основной абсолютной погрешности и вариации прибора с пределами допускаемых основной абсолютной погрешности и вариации. Если выполняются условия:

$$|\Delta_{\max}| \leq \Delta_{\text{доп}}, \quad (6)$$

$$V_{\max} \leq V_{\text{доп}}, \quad (7)$$

то метрологические характеристики прибора соответствуют его паспортным данным и в протоколе поверки делают запись «Прибор годен для измерений». Если одно из условий (6, 7) не соблюдается, то метрологические характеристики прибора не соответствуют его паспортным данным и в протоколе поверки делают запись «Прибор не годен для измерений».

#### 4. Исследования влияния значения измеряемой величины на погрешность измерительного прибора

По данным протокола поверки, построить график зависимости абсолютной погрешности измерительного прибора от значений измеряемой величины. Сделать вывод о характере зависимости, определить тип инструментальной погрешности в зависимости от изменения значения измеряемой величины (аддитивная, мультипликативная, гистерезисная).

#### ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

№ варианта	НСХ первичного преобразователя	Поверяемые отметки шкалы, °С
1	ХК (L)	0, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600.
2		0, 20, 120, 220, 330, 420, 520, 600.
3		0, 40, 140, 240, 340, 440, 540, 600.
4		0, 60, 160, 260, 360, 460, 560, 600.
5		0, 80, 180, 280, 380, 480, 580, 600.
6	ХА (K)	0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800.
7		0, 20, 120, 220, 320, 420, 520, 620, 720, 800.
8		0, 40, 140, 240, 340, 440, 540, 640, 740, 800.
9		0, 60, 160, 260, 360, 460, 560, 660, 760, 800.
10		0, 80, 180, 280, 380, 480, 580, 680, 780, 800.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы.

1. Описание используемого в лабораторной работе измерительного канала температуры с кратким пояснением к выбору компонентов.
2. Описание принципа действия и устройства автоматического потенциометра.
3. Схема подключений для поверки автоматического потенциометра.
4. Поверка автоматического потенциометра.
5. График зависимости погрешности прибора от значения измеряемой величины с пояснениями.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Протокол поверки.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. С какой целью используют автоматические потенциометры?
2. В чем заключается преимущество автоматических приборов с компенсационной измерительной схемой?
3. Что включает структура системы для измерения температуры?
4. Какие соотношения соответствуют компенсации термоЭДС термоэлектрического преобразователя напряжением измерительной схемы автоматического потенциометра при крайних положениях движка реохорда?
5. Каким образом в автоматических потенциометрах вводится поправка на температуру свободных концов ТЭП?
6. Какое соотношение отвечает условию равновесия измерительной схемы автоматического потенциометра при температуре свободных концов ТЭП, отличающейся от нормальной?
7. Какие элементы содержат следящие системы автоматических приборов?
8. В чем заключается назначение следящей системы автоматического потенциометра?

## ПРОТОКОЛ

Поверки прибора типа \_\_\_\_\_, № \_\_\_\_\_, НСХ \_\_\_\_\_, предел измерения \_\_\_\_\_ °С, класса точности \_\_\_\_\_.

Поверка проводилась по эталонному калибратору типа \_\_\_\_\_, № \_\_\_\_\_, класса точности \_\_\_\_\_.

Время прохождения стрелкой прибора всей шкалы \_\_\_\_\_ с.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

Оцифрованные отметки шкалы	Значение термо – ЭДС по НСХ	Отсчет по рабочему эталону		Абсолютная погрешность прибора		Вариация
		Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
		$E_{nx}$	$E_{ox}$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	
°С	мВ					

Предел допускаемой основной погрешности прибора \_\_\_\_\_ мВ.

Максимальная погрешность прибора \_\_\_\_\_ мВ.

Предел допускаемой вариации прибора \_\_\_\_\_ мВ.

Максимальная вариация прибора \_\_\_\_\_ мВ.

Вывод \_\_\_\_\_

Муза Михайловна Григорьева

Изучение и поверка автоматических потенциометров.  
Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления 140100 – Промышленная теплоэнергетика 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\_\_\_\_\_.

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