

# Стендовая наладка вторичных приборов для измерения температуры

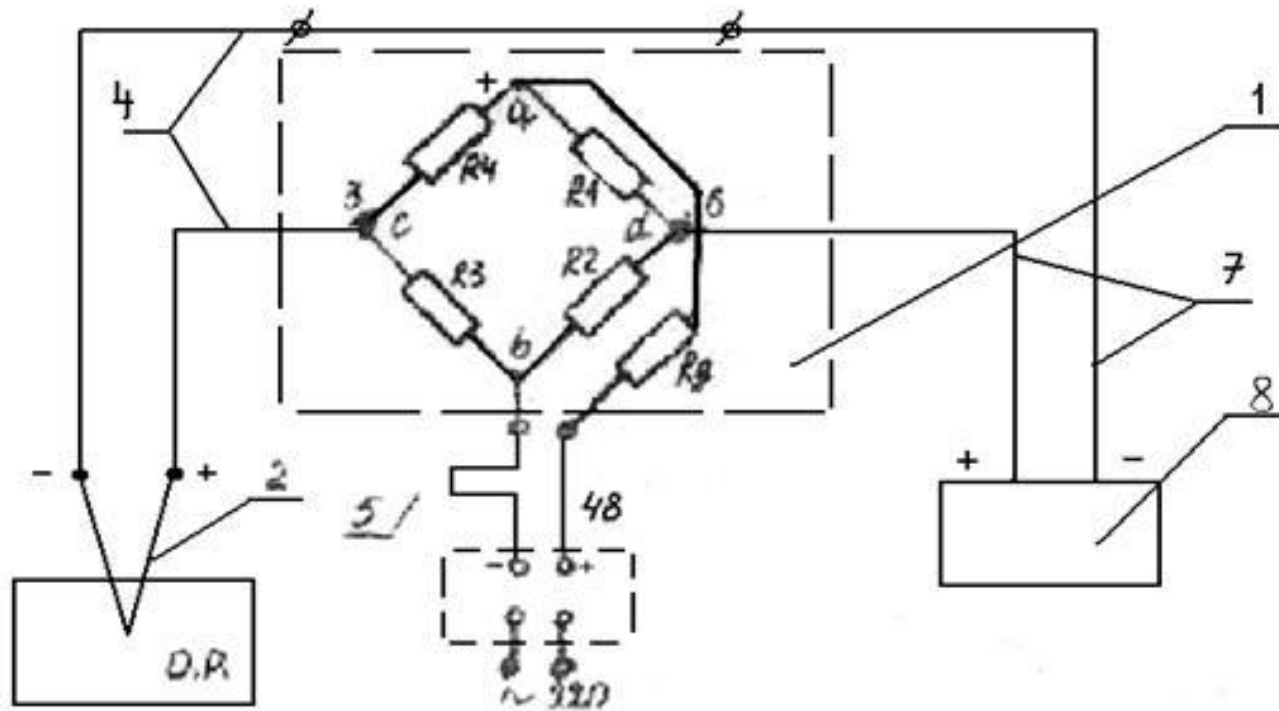


# Стабилизация т.э.д.с. холодного спая

---

- 1. свободные концы термопары подводят к пирометрическому милливольтметру при помощи соответствующих термоэлектродных проводов и термостатируют,
- 2. осуществляют подключение через компенсационную коробку.






- схема подключения компенсационной коробки I к термопаре 2.
- В коробке имеются три пары зажимов: 4 - для компенсационных термоэлектродных проводов, 5 - для источника питания и 7 - для электроизмерительного прибора. В коробке, собран неуравновешенный мост из резисторов  $R_1$ - $R_4$ . Резистор  $R_4$  выполнен из никеля и является термометром сопротивления.



□ Температурный коэффициент электрического сопротивления манганина, из которого выполнены R1 – R3, очень мал.

□ Поэтому электропроводность R1 – R3 практически не зависит от температуры. Наоборот, сопротивление никеля ощутимо зависит от температуры.



- 
- Дополнительный манганиновый резистор  $R_A$  устанавливается в цепи питания и имеет различное сопротивление для разных типов термопар.
  - Благодаря этому напряжению питание моста (на диагонали ab) отстраивается на требуемую величину для различных термоэлектродов. Во вторую диагональ моста cd включены последовательно термопара 2, компенсационные провода 4, соединительные провода 7 и вторичный прибор 8.
- 
- 

- Мост уравнивается либо для температуры окружающей среды  $0^{\circ}\text{C}$  (если термопара градуировалась при  $0^{\circ}\text{C}$ ), либо для температуры окружающей среды  $T=20^{\circ}\text{C}$  (если термопара градуировалась при  $20^{\circ}\text{C}$ ).
- В уравновешенном состоянии моста разность потенциалов в диагонали  $cd$  равна нулю и мостовая схема не влияет на измерение т.э.д.с., а вносит лишь дополнительное постоянное сопротивление  $0,05...1,0$  Ом.



- Пирометрические милливольтметры изготавливают переносными и стационарными.
- Переносные предназначены:
  - 1. для выполнения контрольных функций поверки и градуировки,
  - 2. точного измерения температур в лабораторных условиях.



- Стационарные приборы используются в производственных условиях, и они подразделяются на показывающие и самопишущие.
- По способу крепления подвижной системы (рамки) милливольтметры бывают с подвижной подвесной системой и на кернах.





## 2. Промышленные автоматические потенциометры

---



□ предназначен для измерения, записи и регулирования температуры; работает в комплекте с термопарами стандартных градуировок, применяется для измерения температур от  $-200$  до  $+2000^{\circ}\text{C}$ .

□ В качестве конструкционных материалов для электродов термопары используются:

□ железо-копель, копель-алюмель, хромель-алюмель, платина-платинородий и др.

□ Зависимость термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) от изменения температуры носит линейный характер.



□ В электронных потенциометрах применяется  
потенциометрический (компенсационный) метод  
измерения, который основан на уравнивании  
(компенсации) измеряемой ТЭДС известной  
разностью потенциалов, образованной  
вспомогательным источником питания.



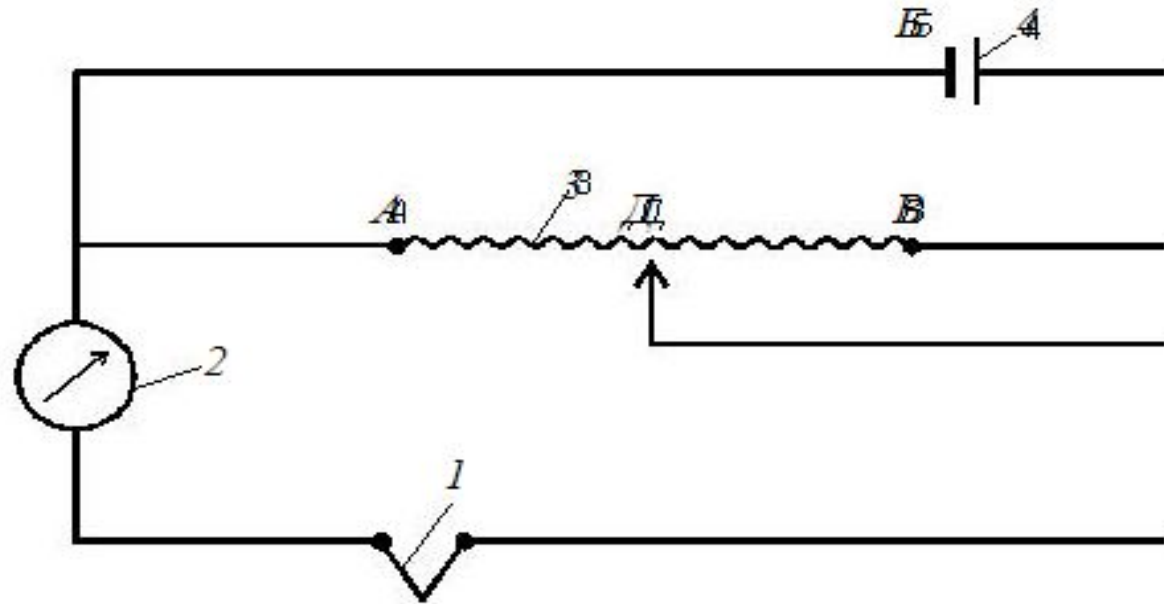
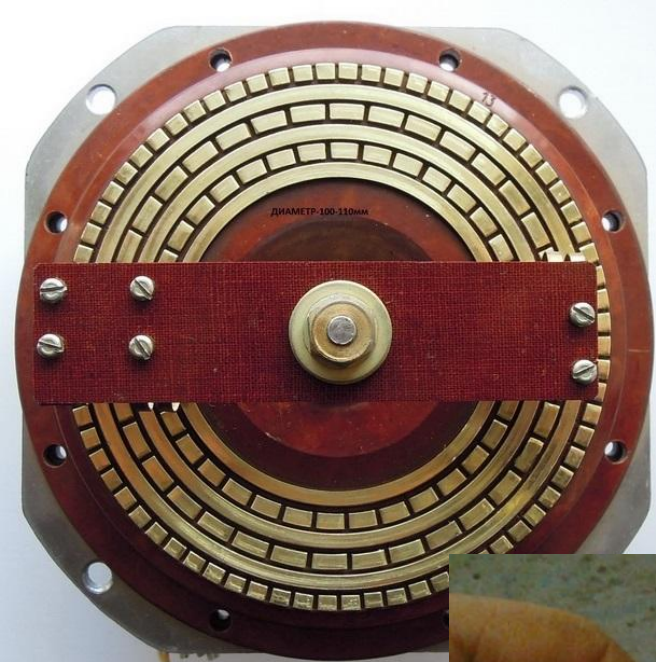


Рис. 3.5. Принципиальная схема компенсационного метода измерения:  
 1 – термопара; 2 – нуль-индикатор; 3 – реохорд; 4 – источник питания

- Из принципиальной схемы (рис. 3.5) видно, что термопара подключена так, что ее ток на участке РАД идет в том же направлении, что и от источника питания Б, а разность потенциалов между точкой А и любой промежуточной точкой Д пропорциональна сопротивлению РАД.

- Передвигая подвижный контакт  $\Delta$ , при условии, что  $E_{TP} < E_B$ , можно найти такое его положение, при котором ток в цепи термопары будет равен 0, т.е. ТЭДС термопары может быть измерена значением падения напряжения на участке сопротивления  $R_{AD}$ .
- Схема такого вида широко используется для измерения температуры в переносных приборах.
- Недостаток рассмотренной схемы состоит в том, что ТЭДС зависит от постоянства тока в цепи реохорда.







- Варьирование рабочего тока в цепи реохорда может вносить погрешности в результаты измерения.

Установка необходимой величины рабочего тока и контроль его постоянства производят также компенсационным методом

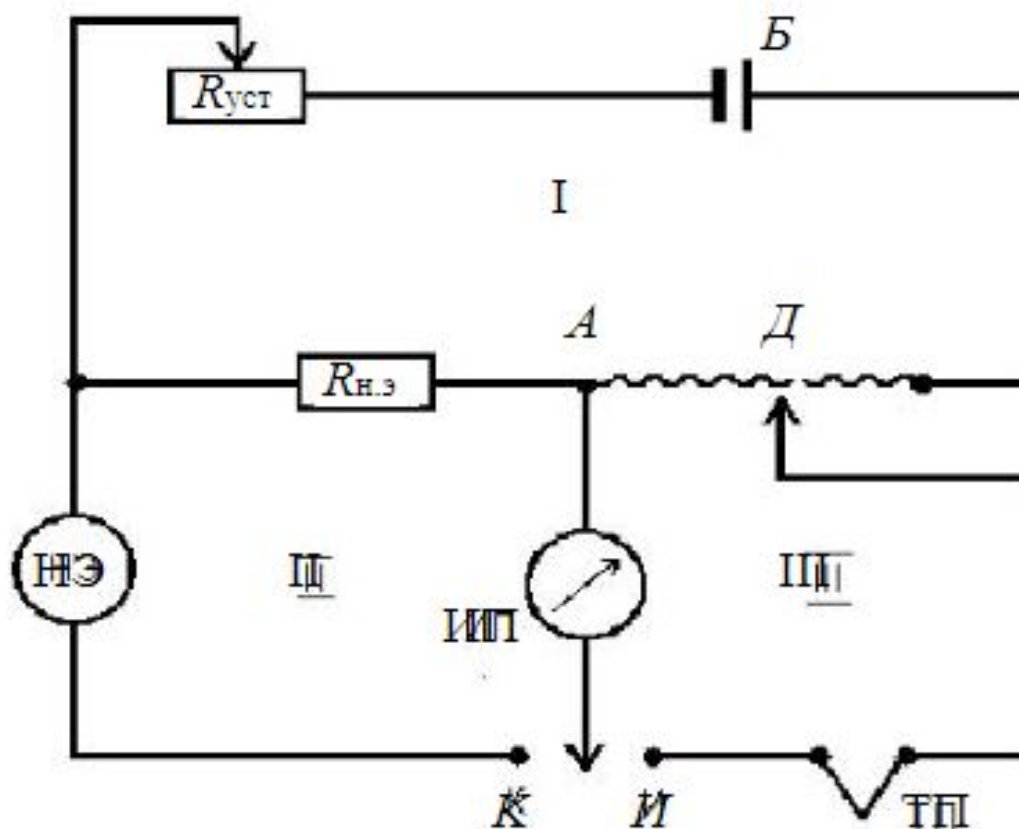


Рис. 3.6. Схема контроля и установки рабочего тока

- Схема имеет три цепи:
- 1. цепь источника тока (источник тока Б, установочное сопротивление, постоянное сопротивление, реохорд с подвижным контактом Д);
- 2. цепь нормального элемента (нормальный элемент НЭ, постоянное сопротивление, измерительный прибор ИП);
- 3. цепь термопары (термопара ТП, измерительный прибор ИП, часть переменного сопротивления реохорда).





- В режиме контроля переключатель устанавливают в положение  $K$ , подключая нормальный элемент к концам сопротивления  $R_{H.Э}$  (ЭДС источника питания  $B$  направлена навстречу ЭДС нормального элемента).
- При снижении величины рабочего тока его регулируют установочным сопротивлением и добиваются такого положения, при котором разность потенциалов на концах сопротивления  $R_{H.Э}$  не станет равна ЭДС нормального элемента. Ток в цепи измерительного прибора станет равным нулю.

- Перемещая контакт  $\Delta$ , находят такое его положение, при котором разность потенциалов между точкой  $A$  и контактом  $\Delta$  реохорда равна  $T\Delta C$  термопары.
- В приборах серии ГСП питание измерительной схемы осуществляется стабилизированным источником, что упрощает конструкцию и эксплуатацию.



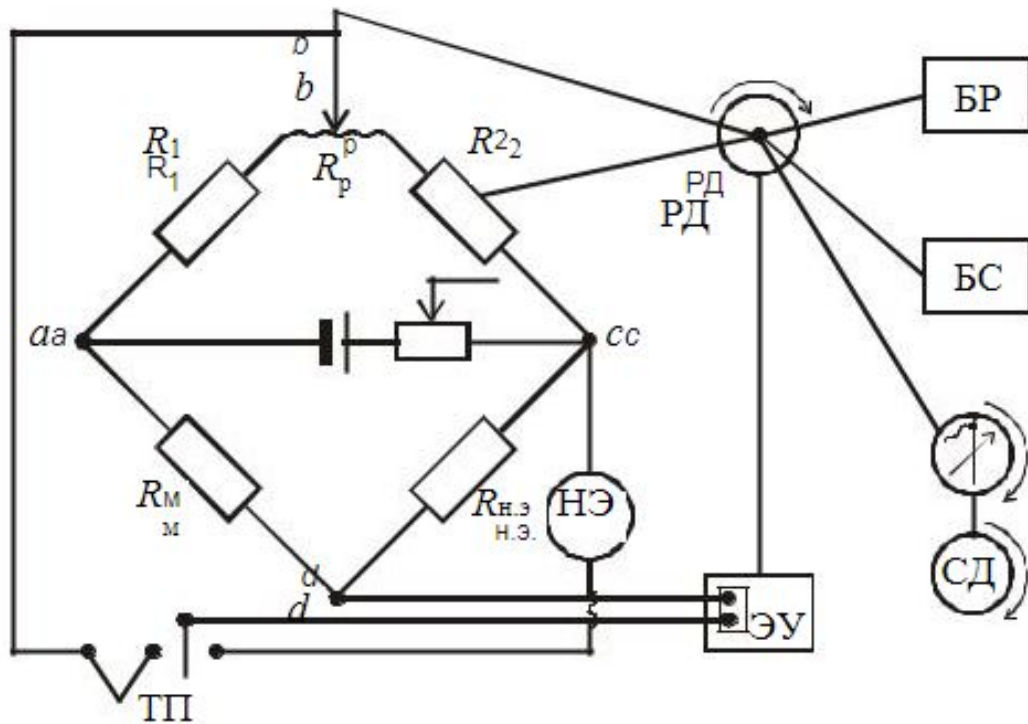


Рис. 3.7. Принципиальная схема автоматического потенциометра

- Движок реохорда автоматических электронных потенциометров перемещается не вручную, а автоматически с помощью специального устройства. При этом нулевой прибор, показывающий небалансный ток измерительной цепи потенциометра, заменен электронным нуль-индикатором, состоящим из электронного усилителя и реверсивного двигателя. При изменении ТЭДС термопары в цепи появляется постоянное напряжение небаланса, которое преобразуется и усиливается до величины, достаточной для вращения ротора реверсивного двигателя.

□ Двигатель посредством кинематического механизма перемещает движок реохорда в зависимости от знака напряжения небаланса в ту или другую сторону, автоматически уравнивая измерительную схему.

□ Одновременно с движком реохорда перемещаются показывающая стрелка и записывающее перо.

□ В потенциометре используется мостовая измерительная схема, обеспечивающая высокую точность и чувствительность прибора и позволяющая автоматически вводить поправку на изменение температуры холодных спаев термопары, а также легко изменять пределы измерения и градуировку шкалы прибора.



- Все сопротивления измерительной схемы потенциометра, кроме  $R_m$ , выполнены из манганина.
- Сопротивление  $R_m$  и холодные спаи термопары должны находиться при одинаковой температуре и располагаться рядом с клеммами для включения термопары.



- Реверсивный двигатель, вращаясь по часовой стрелке или против нее (в зависимости от знака разбаланса), передвигает движок реохорда и тем самым устанавливается равновесие измерительной схемы. При этом компенсирующее напряжение измерительной схемы при изменении температуры изменяется на такую же величину, как и ЭДС термопары, но с обратным знаком.
- При равновесии измерительной схемы реверсивный двигатель вращаться не будет, так как на вход преобразовательного каскада напряжение не подается.



- Для устранения помех, возникающих в цепи термопары, на вход потенциометра подключен фильтр, состоящий из сопротивлений и конденсаторов.
- Конструктивно потенциометр представляет собой стационарный прибор, все узлы которого размещены внутри стального корпуса.



□ Автоматические потенциометры, выпускаемые промышленностью, имеют одинаковую принципиальную измерительную схему, но разнообразное конструктивное исполнение. Они отличаются по габаритам, типу диаграммы, градуировке, пределам измерения, видам дополнительных устройств и т.д. В настоящее время преимущественно выпускаются автоматические потенциометры серии КС: КСП1, КСП2, КСП3, КСП4, а также КПП1, КВП1, ПСМ2.





# 3. Промышленные автоматические мосты.

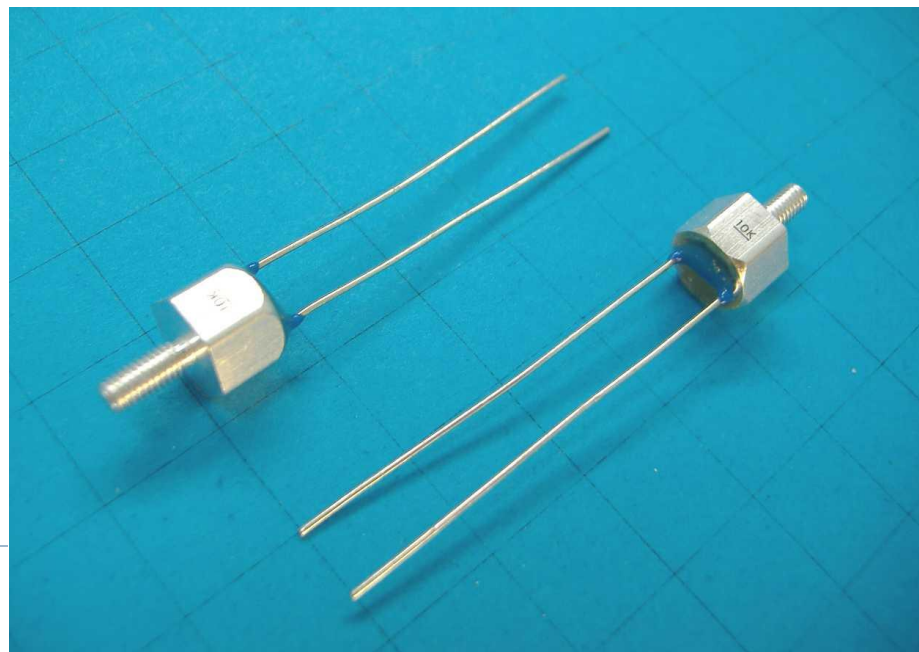


□ - Мосты с автоматизированным процессом уравнивания называют автоматическими мостами; они находят широкое применение для измерения и регистрации величин.

□ Автоматические мосты с дополнительным регулирующим устройством применяют для автоматического управления производственными процессами.



□ В настоящее время широко распространены автоматические мосты для измерения, регистрации и регулирования температуры различных объектов. В качестве измерительного преобразователя температуры в этих мостах применяются терморезисторы.



- ▣ Приборостроительная промышленность выпускает различные типы автоматических мостов, различающиеся габаритами, числом измеряемых величин и другими характеристиками. Основная приведенная погрешность автоматических мостов (0,25-1%); время прохождения указателем шкалы 1-10с



- Автоматизация процесса уравнивания в мостах переменного тока значительно сложнее.

---

Автоматические мосты переменного тока для измерения и регистрации комплексного сопротивления должны иметь два регулирующих элемента (двигателя), которые обеспечивают два условия равновесия моста – по модулю и по фазе.

- По точности автоматические мосты переменного тока уступают мостами постоянного тока.

- 



# Автоматические компенсаторы (потенциометры) постоянного тока-

---

- -компенсаторы, у которых процесс компенсации производится автоматически
- Автоматические компенсаторы применяют для измерения электрических и неэлектрических величин, которые могут быть предварительно преобразованы в напряжение (ЭДС) постоянного тока.



- Находят применение компенсаторы с полным и неполным уравниванием
- Компенсирующие напряжения зависят от напряжения питания, поэтому для этой цели используют стабилизированный источник.



- Приборостроительная промышленность выпускает автоматические компенсаторы (потенциометры), различающиеся габаритами, видом записи, погрешностью, временем прохождения указателем всей шкалы и другими характеристиками. Основная приведенная погрешность автоматических компенсаторов находится в пределах (0,25-1)%; время прохождения указателем всей шкалы 1-10с.
- Для автоматического регулирования и управления производственными процессами в некоторых компенсаторах предусматриваются контакты и регулирующие устройства РУ, которые приводятся в действие ротором реверсивного двигателя.