

Потенціометри.

Більшу точність вимірювання Т.Е.Р.С. ТЕП забезпечує *компенсаційний метод* вимірювання, який полягає в зрівноваженні вимірювальної електрорушійної сили відомим спадом напруги на опорі. Метод покладений в основу роботи лабораторного *потенціометра*, спрощена схема якого показана на рис.2. Схема складається з трьох взаємопов'язаних кіл: робочого 1, вимірювального 2 і контрольного 3. Під дією Е.Р.С. батареї Д в робочому колі 1 протікає струм I_1 , оберненопропорційний сумі опорів резисторів R_p, R_k та опору реохорду R . При постійному струмі I_1 реохорд можна розглядати як джерело напруги, величина якого визначається положенням повзунка, а полярність - напрямком струму I_1 . При встановленні перемикача П в положення "В" - "вимірювання" вимірювана Т.Е.Р.С. ТЕП ($E(t, t_0)$) вмикається зустрічно до напруги ΔV_{AB} між точками АВ реохорду. Якщо $\Delta V_{AB} \neq E(t, t_0)$, в колі 2 протікає струм I_2 , який виявляється по відхиленню стрілки нуль гальванометра НГ. Змінюючи положення повзунка, досягають компенсації або рівноваги $I_1 R_{AB} = E(t, t_0)$. Повзунок реохорда зв'язаний зі стрілкою, яка показує на шкалі вимірювану величину Т.Е.Р.С. Результат вимірювання буде правильним лише при певному постійному значенні I_1 . Для підтримання постійності значення струму I_1 необхідно періодично контролювати його за допомогою стандартної міри електрорушійної сили (нормального елемента НЕ), який характеризується великою стабільністю Е.Р.С. (при температурі оточуючого середовища 20°C , $E_{HE} = 1,0186\text{ В}$). Для контролю струму I_1 перемикач 2 ставиться в положення "К" (Контроль). При цьому замикається контрольне коло 3 і розмикається коло 1. Контроль струму I_1 здійснюється також компенсаційним методом, тобто порівнянням Е.Р.С. нормального елемента E_{HE} зі спадом напруги, що створюється струмом I_1 на постійному опорі R_k . Якщо струм I_1 дорівнює заданому значенню, то спад напруги на опорі R_k буде зрівноважуватись з Е.Р.С. НЕ, тобто $I_1 R_k = E_{HE}$. При цьому струм I_3 через НГ повинен бути відсутній. Якщо стрілка НГ відхиляється від нульової відмітки, необхідно струм I_1 відрегулювати, змінюючи величину опору змінного резистора R_1 . Контроль і регулювання струму необхідно проводити перед початком вимірювань.

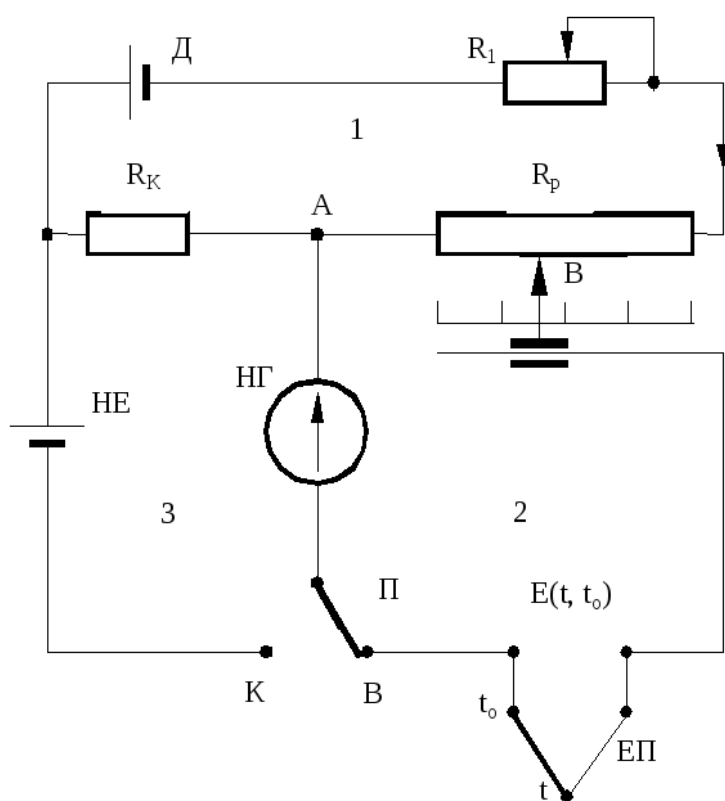


Рис.2. Принципова схема лабораторного потенціометра:

1 – робоче коло; 2 – вимірювальне коло; 3 – контрольне коло.

Д – джерело постійного струму; R_1 – змінний резистор; R_p – реохорд; R_K – контрольний резистор; П – перемикач; НГ – нуль-гальванометр; НЕ – нормальний елемент.

Основна похибка потенціометра суттєво менша ніж мілівольтметра, а додаткові похибки за рахунок зміни температури оточуючого середовища практично дорівнюють нулю, оскільки всі резистори схеми виготовляють з манганіну. Лабораторні потенціометри широко використовуються в лабораторній практиці для епізодичних вимірювань і перевірки вторинних приладів. *Автоматичні потенціометри* відрізняються від лабораторних тим, що компенсація вимірюваної Т.Е.Р.С., в них здійснюється автоматично і безперервно. Вимірювальні схеми різних типів автоматичних потенціометрів в принципі однакові і подібні до схеми лабораторного потенціометра, тільки замість нуль-гальванометра вони містять в собі електронний підсилювач. Вихідна напруга підсилювача керує електродвигуном, який переміщує повзунок реохорда, виконуючи операцію, яка в лабораторному потенціометрі робилась ручно. Автоматичні потенціометри, призначені для роботи з ТЕП, виготовляють зі шкалами проградуєваними в градусах температури, мають клас точності 0,25, 0,5 і можуть обладнуватись реєструючими, сигналізуючими і регулюючими пристроями. Принципова схема електронного, автоматичного, реєструючого потенціометра показана на рис.3. У вимірювальну діагональ CD мостової схеми потенціометра послідовно з електронним підсилювачем ЕП увімкнено ТЕП. Увімкнення здійснено через електричний фільтр RC, призначений для зменшення впливу наводок від зовнішніх магнітних полів (на рис.3 показана спрощена схема RC-фільтра). В діагональ живлення АВ мостової схеми увімкнено джерело стабілізованої напруги ДСН, яке забезпечує постійність робочого струму у вимірювальному колі, тому в автоматичних потенціометрах відсутній нормальний елемент.

На вхід електронного підсилювача ЕП подається напруга небалансу, яка дорівнює різниці між Т.Е.Р.С. і напругою в діагоналі CD мостової схеми. Якщо ця напруга

більша за чутливість ЕП, вона підсилюється до величини, достатньої для приведення в рух реверсивного двигуна РД. РД при русі в напрямі (який залежить від знаку небалансу вимірювальної схеми) за допомогою механічної передачі

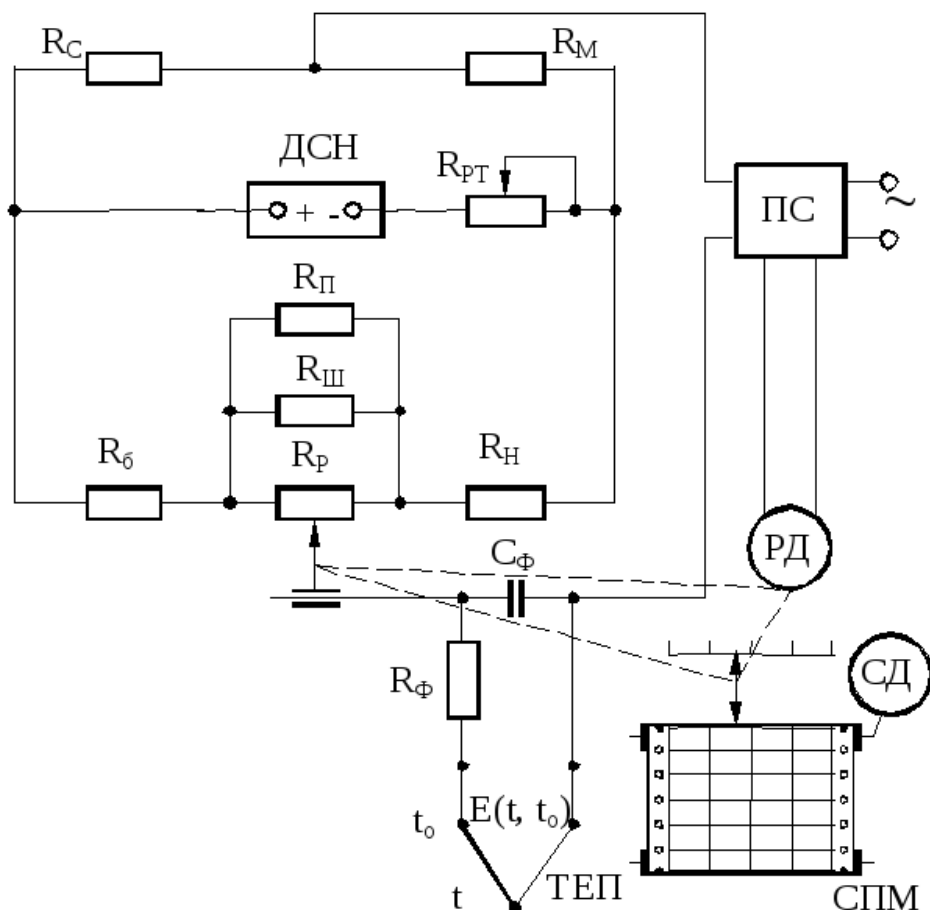


Рис.3. Принципова схема автоматичного потенціометра:

ДСН – джерело стабілізованої напруги; ПС – електронний підсилювач; РД – реверсивний двигун; СД – синхронний двигун; R_C , R_M - обмежуючі резистори; $R_{ш}$ - шунтуючий резистор; $R_{п}$ - підгоночний резистор; R_B - баластний резистор; R_P - реохорд; R_H - резистор настроювання початку шкали; СПМ – стрічкопротяжний механізм.

переміщує повзунок реохорда доти, доки сигнал небалансу не дорівнюватиме нулю. Одночасно РД переміщує стрілку та перо потенціометра.

У вимірювальну схему автоматичного потенціометра входить також ряд елементів, призначених для забезпечення нормальної роботи приладу. Резистори $R_{ш}$ (шунт), $R_{п}$ (підгонка) служать для підгонки опору реохорду R_P з врахуванням градування і діапазону вимірювання. Резистор R_H призначений для настроювання початку шкали. Резистор R_B є баластним опором. Резистори R і R використовуються для обмеження і регулювання робочого струму від джерела живлення ДСН. Резистор R призначений для автоматичної компенсації впливу зміни температури вільних кінців ТЕП. Резистор R виготовляється з мідного дроту і розміщується у колодці клем потенціометра, до якої під'єднуються "компенсаційні" провідники. Одночасно зі зміною температури оточуючого середовища змінюється і Т.Е.Р.С. холодних кінців ТЕП, і спад напруги на резисторі R , які взаємно компенсуються.

Конструкції автоматичних потенціометрів побудовані за модульним принципом. Прилади складаються з окремих уніфікованих блоків і вузлів, з'єднаних між собою. Потенціометр типу КСП складається з вимірювальної схеми, реохорду, напівпровідникового підсилювача, джерела стабілізованої напруги, реверсивного двигуна, реєструючого пристрою з механізмом протягування стрічки, який приводиться в рух від синхронного двигуна, що рухається з постійною швидкістю.