

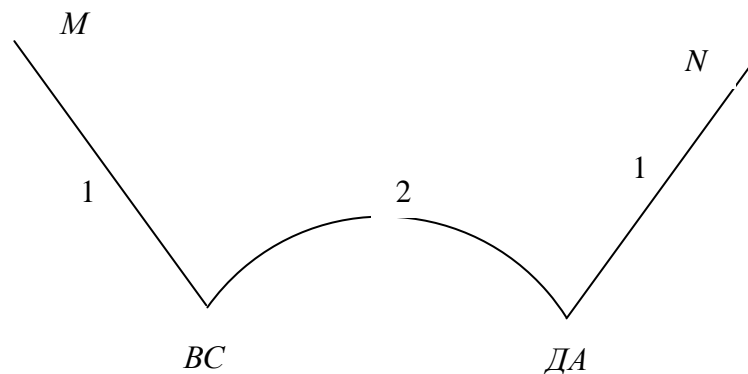
## Лабораторна робота № 8.4

### Визначення сталої термопари та термо-ЕРС

**Мета роботи:** визначення термо-ЕРС та сталої термопари.

#### Теоретичні відомості

Пристрій, який складається з послідовно з'єднаних провідників, виготовлених з різнорідних металів, називається термопарою. Термопару використовують для вимірювання температури. Для цього один контакт, наприклад ВС, підтримують при сталій температурі  $T_{BC}$ , а інший (контакт ДА) вміщують в те середовище, температуру якого  $T_{DA}$  слід виміряти.



В такому колі виникає термо-ЕРС, яка дорівнює

$$\varepsilon = \frac{1}{e} \{ [W_{F1}(T_{BC}) - W_{F2}(T_{BC})] + [W_{F2}(T_{AD}) - W_{F1}(T_{AD})] \},$$

де  $W_{F1}$  - енергія Фермі металу 1;

$W_{F2}$  - енергія Фермі металу 2.

При достатньо малій різниці температур контактів дану формулу можна представити у спрощеному вигляді:

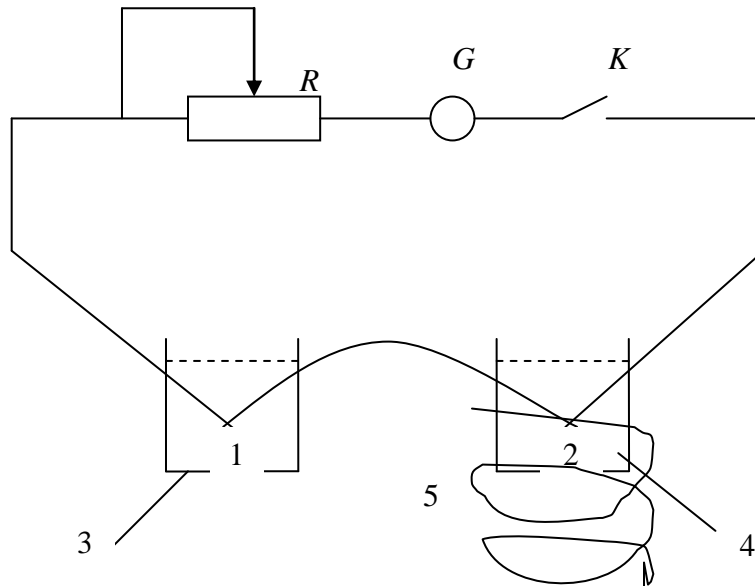
$$\varepsilon = \alpha(T_2 - T_1),$$

де  $\alpha$  - стала термопару,  $T_1 = T_{DA}$ ;  $T_2 = T_{BC}$ .

Найбільш часто вживаними є контакти мідь-константан, хромель-алюмель, хромель-копель.

#### Опис установки

Для визначення термо-ЕРС використовується установка, принципова електрична схема якої зображена на малюнку:



1,2 – контакти термопар;  
 3,4 – посудини з водою;  
 5 – спіраль електроплитки.

Послідовно з термопарою вмикається магазин опорів  $R$  та гальванометр  $G$ . Один контакт термопары 1 вміщується в посудину з водою при кімнатній температурі, а інший – в посудину з водою 4, яка підігрівається з електроплиткою 5. оскільки контакти М та N знаходяться при одній і тій самій температурі, то на величину термо-ЕРС вони не впливають.

Для замкнутого кола з термопарою закон Ома

$$\varepsilon = I(R_0 + R),$$

де  $\varepsilon$  - термо-ЕРС;  $I$  - сила струму;  $R_0$  - опір всього кола, крім додаткового опору.

При одній і тій самій різниці температур  $T_2 - T_1$  контактів 1 і 2 при різних додаткових опорах  $R_1$  та  $R_2$  в колі термопары будуть протікати відповідні струми  $I_1$  та  $I_2$ .

На основі цих дослідів складаємо систему рівнянь, за якою можна розрахувати термо-ЕРС:

$$\begin{cases} \varepsilon = I_1(R_0 + R_1) \\ \varepsilon = I_2(R_0 + R_2) \end{cases},$$

Звідки

$$\varepsilon = \frac{R_2 - R_1}{I_1 - I_2} I_1 I_2.$$

Визначимо сталу термопары, використовуючи формулу

$$\alpha = \frac{\varepsilon}{T_2 - T_1} = \frac{\varepsilon}{t_2 - t_1},$$

де  $t_1, t_2$  - температури контактів термопары за шкалою Цельсія.

## Порядок виконання роботи

1. Виміряти температуру  $t_1$  води в посудині.
2. Ввімкнути електроплитку.
3. При наближенні температури води до  $40^\circ\text{C}$  вимкнути електроплитку.
4. При температурі  $t_2$  та опорі  $R_1$  записати покази гальванометра  $I_1$ .
5. Встановити опір  $R_2$  при тій самій температурі виміряти струм  $I_2$  в колі термопари.
6. Повторити операції 3-5 для інших значень температури  $t_2$ .
7. Розрахувати при кожній температурі величину термо-ЕРС та стала термопари.
8. Результати вимірювань та обчислень занести в таблицю:

| № п/п | $t_2, ^\circ\text{C}$ | $R_1, \text{Ом}$ | $I_1, \text{мА}$ | $R_2, \text{Ом}$ | $I_2, \text{мА}$ | $\varepsilon, \text{В}$ | $\alpha, \frac{\text{В}}{\text{К}}$ |
|-------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 1     | 40                    |                  |                  |                  |                  |                         |                                     |
| 2     | 60                    |                  |                  |                  |                  |                         |                                     |
| 3     | 80                    |                  |                  |                  |                  |                         |                                     |

9. Побудувати графік залежності термо-ЕРС від різниці температур  $t_2 - t_1$ . Розрахувати середнє значення сталої термопари.

## Контрольні запитання

1. Як виникають внутрішня та зовнішня контактна різниця потенціалів?
2. Від чого залежить внутрішня контактна різниця потенціалів?
3. Що називають термопарою?
4. Чому дорівнює термо-ЕРС?
5. Яким є енергетичний спектр електронів в металі?
6. Який зв'язок між енергетичним спектром електронів в кристалі та енергетичним спектром електронів в ізольованому атомі?
7. В чому зміст принципу Паулі?

## Звіт про виконану роботу

1. Величини, що вимірюються:

$t_1$  - кімнатна температура;  $[t_1] = \text{К}$ ;

$t_2$  - температура контакту,  $[t_2] = \text{К}$ ;

$I_1, I_2$  сила струму в колі термопари,  $[I_1, I_2] = \text{А}$ .

Величини, що обчислюються:

$\varepsilon$  - термо-ЕРС:  $\varepsilon = \frac{R_2 - R_1}{I_1 - I_2} I_1 I_2$ ,  $[\varepsilon] = \text{В}$ ;

$\alpha$  - стала термопари:  $\alpha = \frac{\varepsilon}{t_2 - t_1}$ ,  $[\alpha] = \frac{\text{В}}{\text{К}}$ .

1. Результати експерименту