

Лабораторная работа № 8

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ.

Цель работы: изучение термоэлектрических явлений, исследование зависимости термоэдс от температуры.

Общие сведения.

Если металлические или полупроводниковые тела приведены в тесный контакт, то между ними возникает так называемая контактная разность потенциалов, величина которой зависит только от химического состава и температуры соприкасающихся тел.

Согласно классической электронной теории контактная разность потенциалов ($\varphi_1 - \varphi_2$) возникает вследствие частичного перехода электронов проводимости из одного металла в другой, так как при соприкосновении двух разнородных металлов атомы сближаются в отдельных местах на расстояния порядка 10^{-8} см.

Возникновение контактной разности потенциалов в металлах обуславливают две причины: различные значения работы выхода электронов проводимости и различная концентрация электронов проводимости в металлах.

Контактная разность потенциалов определяется по формуле:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_2 - A_1}{e} + \frac{kT}{e} \cdot \ln \frac{n_{01}}{n_{02}},$$

где A_1, A_2 – работы выхода электронов из контактирующих металлов; e – заряд электрона; k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; n_{01}, n_{02} – концентрация электронов в металлах.

В замкнутой цепи, образованной из разнородных метал-

лов, имеющих одинаковую температуру, алгебраическая сумма контактных разностей потенциалов равна нулю, поэтому ЭДС в такой цепи не возникает. Если температуры спаев различны ($T_1 \neq T_2$), то ЭДС в цепи существует:

$$\mathcal{E} = \alpha(T_2 - T_1).$$

Постоянная α численно равна термоэдс, возникающей при разности температур в 1°C и зависит от химического состава тел. Наблюдаются случаи, когда α является непостоянной величиной, например, в паре цинк-серебро в интервале температур от 0° до 100°C она составляет $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ В/град}$, а в интервале от 300° до 400°C — $4,6 \cdot 10^{-6} \text{ В/град}$. При этом возможно изменение знака ЭДС, например, в паре молибден-вольфрам при переходе от низких температур к высоким. Более полное объяснение термоэлектрических явлений дается в квантовой теории твердых тел. Более полное объяснение термоэлектрических явлений даётся в квантовой теории твердых тел.

Приведенная формула справедлива для определенного интервала температур. Такую цепь можно использовать в качестве генератора,, превращающего тепловую энергию в электрическую, или термопары для измерения температуры в различных интервалах.

Описание лабораторной установки и метода измерений.

В данной работе для измерения термоэдс используется метод компенсации. Для этого собирается цепь (рис. 1), состоящая из вспомогательного источника тока

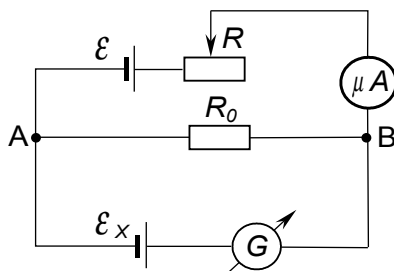


Рис. 1

\mathcal{E} , реостата R , микроамперметра μA , известного сопротивления

R_0 , гальванометра G , источника тока \mathcal{E}_X , ЭДС которого определяется. Перемещая ползунок реостата, подбирают такое падение напряжения на образцовом сопротивлении ($\Delta\phi_{AB} = I \cdot R_0$), чтобы оно равнялось искомой ЭДС.

В момент, когда достигается равенство $\mathcal{E}_X = \Delta\phi_{AB}$, ток в гальванометре отсутствует, что возможно при встречном включении \mathcal{E} и \mathcal{E}_X при условии $\mathcal{E} > \mathcal{E}_X$.

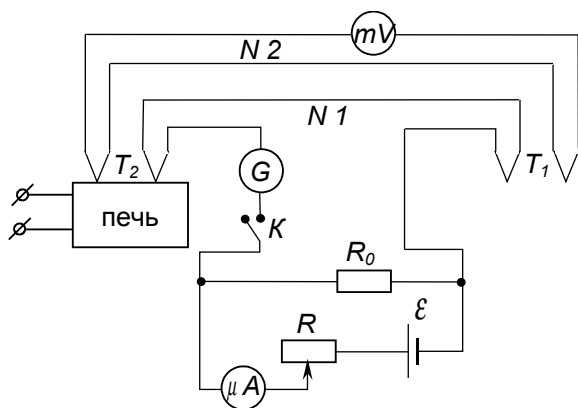


Рис. 2

Для определения термоэдс термопара $N1$ подключается через ключ K к сопротивлению R_0 . Общая схема установки показана на рис. 2, где термопара $N1$ является исследуемой, а термопара $N2$ служит для определения разности температур, она подключена к

милливольтметру mV , шкала которого проградуирована в градусах Цельсия. Один спай каждой термопары находится при постоянной (комнатной) температуре T_1 , второй спай помещен в нагреватель (медный цилиндр на электроплитке).

Термопару можно использовать и для измерения температуры в различных интервалах, и как термоэлектрический генератор.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с элементами установки.
2. Включить источник питания компенсационной цепи и нагревателя в сеть и замерять ЭДС через каждые 20°C . Производить исследования до температуры 100°C для

термопары медь-железо, для других термопар – по заданию преподавателя. ($R_0 = 100 \text{ Ом}$).

3. По полученным данным построить график зависимости ЭДС термопары от разности температур спаев (с учетом погрешностей).

4. Определить $\alpha = \frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta T}$ на любом участке кривой.

5. Полученные данные ($\Delta T, I, \mathcal{E}_x$) занести в таблицу:

№ п/п	Разность температур спаев $\Delta T, K$	Ток в цепи I, A	ЭДС \mathcal{E}, B

Контрольные вопросы.

1. Что называется работой выхода электрона из металла?
2. Расскажите о причинах возникновения контактной разности потенциалов. При каких условиях и почему возникает термоэдс?
3. Какова зависимость термоэдс от температуры?
4. Расскажите о схеме установки и методе измерения термоэдс (методе компенсации).
5. Практическое применение термопар.