

УДК:53 (076.1)

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Забелин Н.Н., Кондаков В.И.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Овладение физическими методами исследований создает теоретическую базу для дальнейшего освоения учебных дисциплин как сельскохозяйственного, так и инженерно-технологического профиля.

Знание законов современной физики, способствует становлению специалиста сельского хозяйства, который способен применять полученные знания в различных областях народного хозяйства и своей практической деятельности.

При изучении раздела «Постоянный электрический ток» студенты должны ознакомиться с несколькими термоэлектрическими явлениями, которые в настоящее время нашли широкое применение в науке и технике. На их основе созданы термоэлектрические генераторы, уникальные термометры для измерения очень высоких и очень низких температур, для высокоточного измерения температур на различной глубине объектов, термоэлектрические холодильники, актинометрическая измерительная техника и ряд других приборов и устройств, которые используются также в сельском хозяйстве.

Данная лабораторная работа, ставит своей целью изучение природы термоэлектричества и определение зависимости сила тока от разности температур спаев термопары.

Студентам предлагается 3 последовательных этапа выполнения работы:

1) изучение механизма возникновения внутренней контактной разности потенциалов, на примере контакта двух металлов с разной концентрацией свободных электронов если $n_1 > n_2$ (рис.1). После создания контакта начинается диффузия электронов из одного металла в другой.

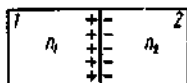


Рисунок 1

Поскольку концентрации электронов n_1 и n_2 различны, то делается вывод о том, что диффундирующие потоки из различных металлов будут не одинаковыми. Это и приводит к возникновению между металлами внутренней контактной разности потенциалов ($\varphi_1 - \varphi_2$). А так, как $n_1 > n_2$, то первый металл имеет более высокий потенциал относительно второго.

Внутренняя контактная разность потенциалов может быть найдена из условия равновесия, то есть равенства электрохимических потенциалов соприкасающихся металлов:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} - \frac{A_1 - A_2}{e}, \quad \text{где } k - \text{ постоянная Больцмана, } n_1 \text{ и}$$

n_2 - концентрации электронов в первом и втором металлах, A_1 и A_2 - работы выхода электронов из первого и второго металлов.

2) ознакомиться с устройством термопары и механизмами возникновения термо-э.д.с.

Для этого студентам предлагается рассмотреть замкнутую цепь, состоящую из двух металлов (1 и 2), концентрации свободных электронов в которых равны n_1 и n_2 (рис 2). Контакты A и B металлов поддерживаются при температурах T_A и T_B соответственно.

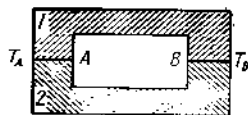


Рисунок 2

Внутренняя контактная разность потенциалов

$$(\varphi_1 - \varphi_2)_A = \frac{kT_A}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad \text{и} \quad (\varphi_1 - \varphi_2)_B = \frac{kT_B}{e} \ln \frac{n_2}{n_1}$$

Поскольку контакты металлов имеют разные температуры, то

$$(\varphi_1 - \varphi_2)_A \neq (\varphi_1 - \varphi_2)_B.$$

И вследствие этого в цепи, состоящей из двух различных металлов, возникает термо- э.д.с - \mathcal{E}_T . Т.к. э.д.с. равна сумме скачков потенциала цепи, обусловленных сторонними силами, то:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_T &= (\varphi_1 - \varphi_2)_A + (\varphi_1 - \varphi_2)_B = \frac{kT_A}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} + \frac{kT_B}{e} \ln \frac{n_2}{n_1} = \\ &= \frac{k}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} (T_A - T_B). \end{aligned}$$

Если обозначить $\frac{k}{e} \ln \frac{n_1}{n_2}$ через α , то получим: $\varepsilon_T = \alpha(T_A - T_B)$.

Из последней формулы видно, что α соответствует термо-э.д.с., возникающей в цепи при разности температур контактов, равной 1К и является важнейшей характеристикой термопары.

3) Практическая часть лабораторной работы предполагает следующий алгоритм действий:

- установить стрелку гальванометра (1) на нуль;
- включить электроплитку (6) в сеть (рис.3).

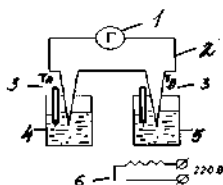


Рисунок 3

- записать значение силы тока при отклонении стрелки гальванометра на одно деление (с учетом цены деления);
- одновременно с определением тока зафиксировать температуру нагретой воды – T_B (рис.3);

Будем считать значение $T_A = const$, т.к. сосуд 3, содержащий спай А, термостатируется:

- опыт проделать 5 раз и результаты записать в таблицу 1,

- расчеты произвести по формуле: $\alpha = \frac{I(R+r)}{T_B - T_A}$, где $R = 43,8$ Ом,

а $r = 1,5$ Ом

- определить $\alpha_{сп}$, абсолютную и относительную погрешность измерений.

Таблица 1.

N опыта	$T_A, ^\circ C$	$T_B, ^\circ C$	$\Delta T, ^\circ C$	I, mA	$\alpha, \text{В}/^\circ C$
-----------	-----------------	-----------------	----------------------	---------	-----------------------------

- построить график зависимости $I = f(\Delta T)$.

В заключение сделать вывод о возможности использования термопары для измерения температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика / А.Н. Ремизов. - М: Изд-во Высшая школа, 1987, 1996.
2. Грабовский, Р.И. Курс физики (для с/х институтов). Уч. пособие / Р.И. Грабовский. - М: Высшая школа, 2006.

3. Ахматов, А.С. Лабораторные занятия по физике. Уч. пособие / А.С.Ахматов.- М: Высшая школа,1980.
4. Наркевич, И.И. Физика. Учебник / И.И. Наркевич и др.- Мн: Новое знание, 2004.