

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

Лабораторная работа №2-1

Измерение э. д. с. методом компенсации на реохорде

Руководитель:

ст.преп.

Абдрашитов С. В.

Работу выполнили:

Левин Н. Н.

Высоцкий М. Ю.

гр. 052101

Томск, 2022

1 Теоретическое введение

Цель работы: изучение компенсационного метода измерения электродвижущей силы (ЭДС).

Электродвижущая сила (ЭДС) - скалярная физическая величина, характеризующая работу сторонних сил. В общем виде определяется как отношение работы внешних сил к величине перемещаемого в цепи заряда:

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q},$$

где A - работа сил, q - заряд, на который действуют силы.

Также мы пользуемся законом Ома для **замкнутой цепи**:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}, \quad (1)$$

где \mathcal{E} - ЭДС, действующая в цепи, R - суммарное сопротивление всей цепи, включая внутреннее сопротивление источника.

2 Компенсационный метод

В данной работе используется **компенсационный метод** измерения ЭДС, который заключается в сравнении ЭДС нужного нам компонента с ЭДС нормального элемента по компенсационной схеме. В нашем случае нормальный элемент - ртутно-кадмиевый элемент Вестона. Данный элемент слабо теряет ЭДС со временем и температурой, что позволяет использовать его как эталон. Он требует бережного отношения, и при $t = 20^\circ\text{C}$ его ЭДС составляет $\mathcal{E} = 1,0183\text{В}$.

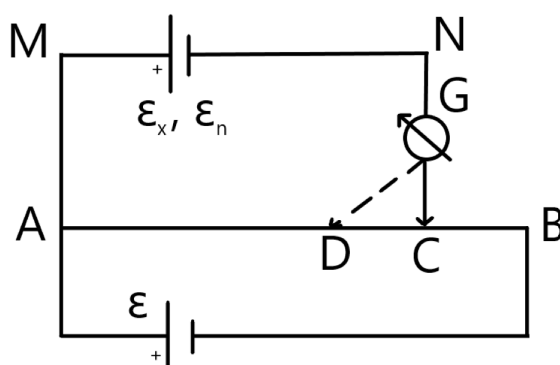


Рис. 1: Компенсационная схема

Здесь: \mathcal{E} - источник питания \mathcal{E}_x - исследуемый элемент \mathcal{E}_n - нормальный (контрольный) элемент, G - гальванометр.

Если подключить вольтметр напрямую к источнику ЭДС, то полное сопротивление будет состоять не только из сопротивления вольтметра, но и из сопротивления источника:

$$R = R_V + r,$$

где R_V - сопротивление вольтметра, r - сопротивление источника ЭДС.

Из (1) следует:

$$\mathcal{E} = IR_V + Ir \quad (2)$$

Слагаемое IR_V представляет собой напряжение, которое показывает вольтметр, и это показание отличается от ЭДС на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении источника.

И если подключить \mathcal{E} и \mathcal{E}_x параллельно, и $\mathcal{E} > \mathcal{E}_x$, то на реохорде AB мы сможем найти точку C , при которой ток на $AMNC$ будет равен нулю. Применив второй закон Кирхгофа для контура $AMNCA$, имеем:

$$I_2 R_{AMNC} - I_1 R_{AC} = -\mathcal{E}_x \quad (3)$$

И так как $I_2 = 0$:

$$I_1 R_{AC} = \mathcal{E} \quad (4)$$

Таким образом, падение напряжения на AC , создаваемое \mathcal{E} компенсирует ЭДС исследуемого нами элемента.

Затем мы меняем \mathcal{E}_x на \mathcal{E}_n (нормальный источник). Передвигая C мы добиваемся $I_2 = 0$ и в этом случае падение напряжение на AD компенсирует ЭДС нормального элемента;

$$I_1 R_{AD} = \mathcal{E} \quad (5)$$

Также нужно учесть, что I_1 в (4) и (5) не меняется, так как данный ток идёт по контуру AB , который, вообще говоря, не меняется. Откуда мы получаем:

$$\mathcal{E}_x = \mathcal{E}_n \frac{R_{AC}}{R_{AD}} \quad (6)$$

Так как сопротивление на любом участке реохорда равно:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где l - длина проводника, S - площадь поперечное сечение, ρ - удельное электрическое сопротивление (зависящее от свойств материала). В нашем случае $\rho, S = const$, при подставлении в (6) данные константы сократятся, и мы получим:

$$\mathcal{E}_x = \mathcal{E}_n \frac{l_{AC}}{l_{AD}}, \quad (7)$$

где l_{AC} и l_{AD} - длины участков реохорда AC и AD соответственно.

3 План работы

1. Собрать схему как на рисунке. Кнопочный ключ K_1 используется для предохранения схемы от экстратоков замыкания.
2. Магазины сопротивлений $M.C.$ поставить на максимум.
3. Двойным ключом K_2 подсоединить неизвестный элемент \mathcal{E}_x
4. Замкнуть ключ K_1 и, двигая рычаг реохорда, выставить точку C , при которой ток I_2 на гальванометре G будет равен нулю.
5. Уменьшая сопротивление $M.C.$ ожидать окончательной компенсации тока.
6. Снять значение l_x соответствующее длине участка AC при полной компенсации.
7. Вернуть $M.C.$ в максимальное значение.
8. Переключить ключ K_2 на нормальный элемент. Повторить пункты (4, 5) Снять значение l_n .
9. Провести вышеуказанные пункты несколько раз для выявления случайной погрешности.
10. Внести полученные данные в таблицу.

4 Ход работы

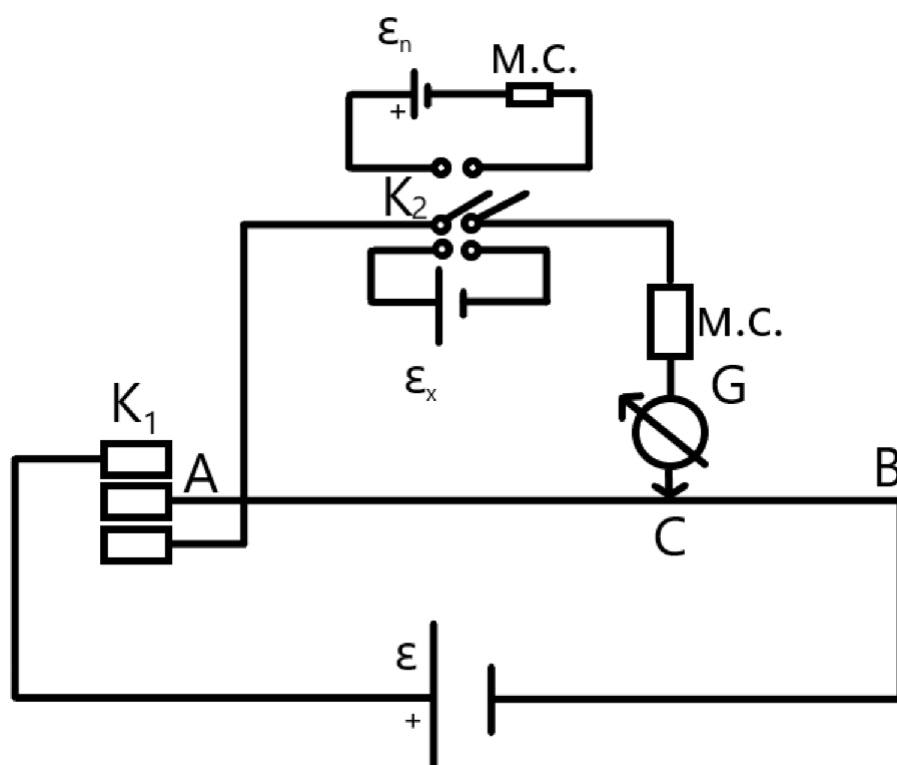


Рис. 2: Схема установки

Полученные в ходе работы данные указаны ниже:

№	l_x , мм	l_n , мм	\mathcal{E}_n , В	\mathcal{E}_x , В
1	84,70	90,45	1,0183	0.9535656163626313
2	85,20	89,62	1,0183	0.9680781075652756
3	85,39	90,60	1,0183	0.9597421302428256
4	85,27	90,28	1,0183	0.9617904408506867
5	84,55	90,93	1,0183	0.9468521390080281