

Ярославский государственный педагогический
университет им. К. Д. Ушинского

Лабораторная работа № 3Б

Измерение сопротивлений мостиком Уитстона

для студентов заочного отделения

Ярославль
2010

Оглавление

1. Краткая теория	3
2. Порядок выполнения работы	4
3. Контрольные вопросы	6

Лабораторная работа № 3Б.

Измерение сопротивлений мостиком Уитстона

Цель работы: изучить метод измерения сопротивлений с помощью моста, экспериментально проверить справедливость формул для последовательного и параллельного соединения сопротивлений.

Приборы и принадлежности: реохорд, магазин сопротивлений, набор сопротивлений, гальванометр, источник постоянного тока.

1. Краткая теория

Мостик Уитстона предназначен для измерения сопротивлений методом сравнения. Он состоит из реохорда AB , чувствительного гальванометра G и двух сопротивлений — известного эталонного R_o и неизвестного R_x .

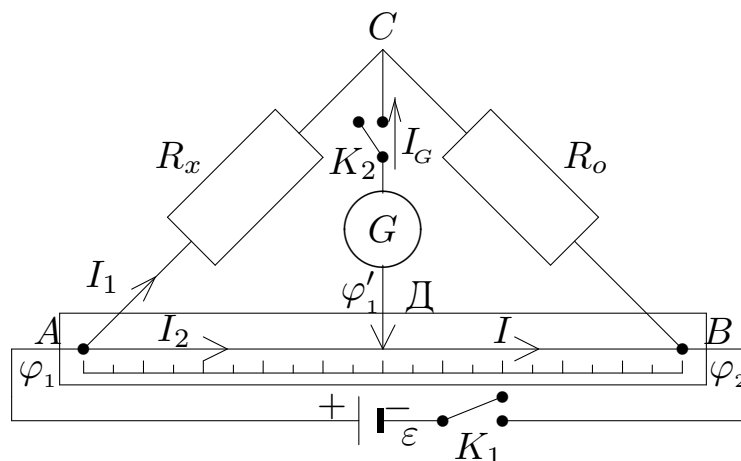


Рис. 1.1

Реохорд представляет собой укрепленную на линейке однородную проволоку, вдоль которой может перемещаться скользящий контакт D .

Рассмотрим схему (рис. 1.1) без участка CD . Замкнем ключ K_1 . Тогда по проволоке AB потечет ток и вдоль нее будет наблюдаться равномерное падение потенциала от величины φ_1 в точке A до величины φ_2 в точке B . В цепи ACB пойдет ток и будет наблюдаться падение потенциала от φ_1 до φ'_1 на сопротивлении R_x и от φ'_1 до φ_2 на сопротивлении R_o .

Очевидно, что в точке C потенциал имеет промежуточное значение между значениями φ_1 и φ_2 , поэтому на участке AB всегда можно найти точку D , потенциал которой φ'_1 равен потенциалу в точке C : $\varphi'_1 = \varphi_c$.

Если между точками C и D включен гальванометр G , то в этом случае ток через него не пойдет, так как $\varphi_c - \varphi'_1 = 0$. Такое положение называется равновесием моста.

На основании второго закона Кирхгофа для контуров ACD и $CBД$ при равновесии моста

$$I_1 R_x = I_2 r_{AD},$$

$$I_1 R_o = I_2 r_{DB},$$

$$R_x = R_o \frac{r_{AD}}{r_{DB}}.$$

Отсюда получаем: $R_x = R_o \frac{\ell_1}{\ell_2}$.

Так как сопротивление участков AD и DB пропорционально их длинам ℓ_1 и ℓ_2 , то

$$\frac{r_{AD}}{r_{DB}} = \frac{\ell_1}{\ell_2}.$$

Если длина реохорда ℓ , то $\ell = \ell_1 + \ell_2$ и $\ell_2 = \ell - \ell_1$.

Так как сопротивление реохорда сравнительно невелико, то мостик Уитстона описанного типа применяется, как правило, для измерения небольших сопротивлений — от 1 до 1000 Ом.

Для определения неизвестного сопротивления R_x методом моста Уитстона необходимо подобрать такое сопротивление магазина R_o , при котором ток через гальванометр не идет. Теория показывает, что наибольшая точность измерений будет в том случае, когда плечи реохорда ℓ_1 и ℓ_2 приблизительно равны.

2. Порядок выполнения работы

1. Собирают схему (рис. 2.1).
2. Определяют приблизительно порядок величины R_x . Для этого в магазине берется небольшое сопротивление (порядка 10 Ом), а движок ставят на середину шкалы. Замыкают ключ K_1 и на короткий момент — K_2 , определяя, в какую сторону отклоняется стрелка гальванометра. Затем включают большое сопротивление (порядка 1000 Ом) и таким же способом определяют направление отклонения стрелки. Отклонение стрелки в противоположную сторону указывает, что измеряемое сопротивление лежит в пределах от 10 до

2. Порядок выполнения работы

1000 Ом. Уменьшая сопротивление магазина, добиваются отклонения стрелки гальванометра в пределах шкалы. Окончательная установка стрелки гальванометра на “0” достигается передвижением ползунка.

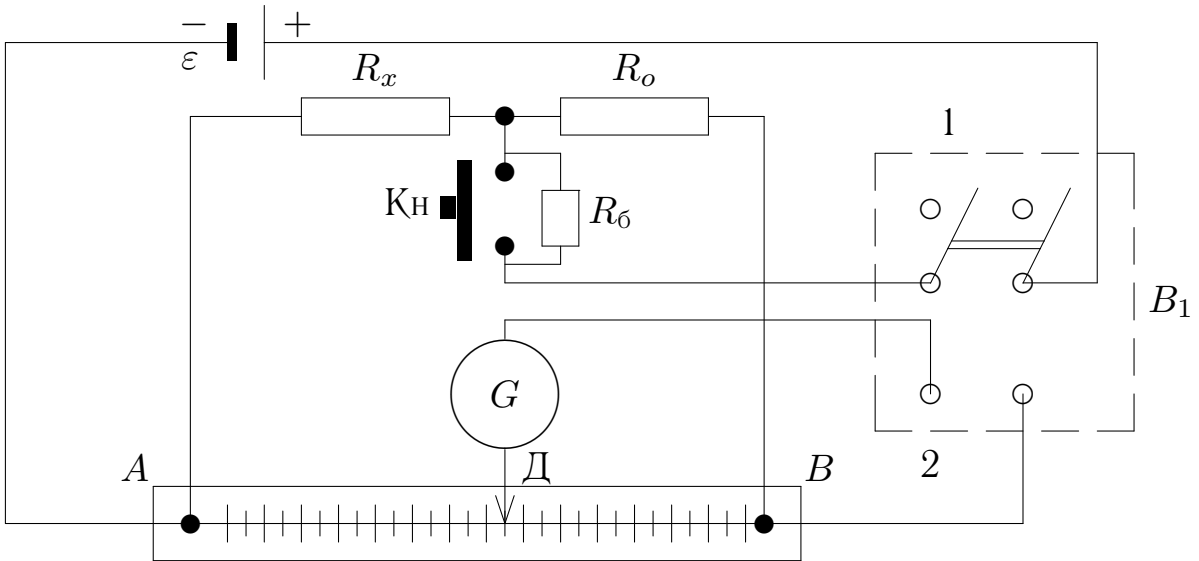


Рис. 2.1

Результаты измерений принимаются при условии, что положение ползунка находится в интервале от 20 до 30 см.

Это положение ползунка при подобранном сопротивлении магазина проверяется не менее 3-х раз, и результаты заносятся в таблицу.

3. Аналогичные изменения проводят для другого сопротивления R_x .
4. Измеряют общее сопротивление при последовательном и параллельном соединении измеренных сопротивлений R_{x1} и R_{x2} .

Данные измерений заносят в таблицу:

№ опыта	1 сопротивление			2 сопротивление			Последовательное			Параллельное		
	$R_o =$			$R_o =$			$R_o =$			$R_o =$		
	$l_1,$ см	$l_2,$ см	$R_1,$ Ом	$l_1,$ см	$l_2,$ см	$R_2,$ Ом	$l_1,$ см	$l_2,$ см	$R_3,$ Ом	$l_1,$ см	$l_2,$ см	$R_4,$ Ом
1												
2												
3												
⋮												
Сумма	X	X		X	X		X	X		X	X	
Среднее значение	X	X		X	X		X	X		X	X	

Оценку результатов измерения производят по сравнению с результатами, подсчитанными теоретически для последовательного и параллельного соединений проводников.

Для последовательного:

$$R_x = R_1 + R_2 .$$

Для параллельного:

$$R_x = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} .$$

3. Контрольные вопросы

1. Записать формулы для расчета сопротивления при последовательном и параллельном соединении проводников.
2. Изменится ли условие равновесия моста, если гальванометр и источник тока поменять местами?
3. Почему гальванометр, применяемый в мостике Уитстона, имеет двустороннюю шкалу с нулем посередине?
4. Записать законы Кирхгофа.