

Лабораторная работа № 3_18

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ С ПОМОЩЬЮ МОСТА УИТСТОНА

Цель работы: ознакомиться с различными методами измерения сопротивления, измерить величины неизвестных сопротивлений, проверить законы последовательного и параллельного соединения сопротивлений.

Приборы и принадлежности: реохорд, магазин сопротивлений, резисторы с неизвестным сопротивлением, гальванометр, источник тока, ключ, реостат.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

В физике различают проводники первого и второго рода. Прохождение тока в проводниках первого рода не связано с изменением их химической природы и заметным переносом вещества. К ним относятся все металлы.

В проводниках второго рода прохождение тока связано с химическими изменениями, ведущими к выделению составляющих эти проводники веществ в местах их соприкосновения с другими проводниками. Расплавленные соли, растворы солей, кислот, щелочей являются проводниками второго рода.

Если в однородном участке цепи создать электрическое поле, то в этом участке возникает электрический ток. Созданное поле характеризуется напряжением U , приложенным к участку цепи.

В результате опытов Ом установил, что при постоянной температуре отношение напряжения U на концах проводника к силе тока I в нем является постоянной величиной:

$$\frac{U}{I} = R = const.$$

Эту величину называют электрическим сопротивлением R участка цепи (проводника). Согласно электронной теории, сопротивление металлических проводников электрическому току возникает вследствие того, что носители тока – электроны проводимости – при своем движении испытывают соударения с ионами кристаллической решетки. При этом движущиеся электроны передают ионам часть своей энергии, приобретенной при свободном пробеге в электрическом поле. Энергия, переданная ионам, превращается в энергию беспорядочного

колебания ионов, т. е. во внутреннюю энергию. Различие в сопротивлении различных металлов объясняется различием средних свободных пробегов электронов и количества свободных электронов в единице объема металла.

Единицей сопротивления в системе СИ является ом (Ом), равный сопротивлению такого проводника, в котором при напряжении 1 В течет ток силой 1 А. Величина, обратная сопротивлению, называется проводимостью. Единицей проводимости является величина, обратная ому, – сименс (См).

Для однородного цилиндрического проводника сопротивление определяется по формуле:

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

где l - длина проводника; S - площадь поперечного сечения проводника; ρ - удельное сопротивление материала, из которого изготовлен проводник.

Числовое значение удельного сопротивления ρ равно сопротивлению проводника длиной 1 м, а площадь поперечного сечения равна 1 м². Единица удельного сопротивления носит название «ом – метр» (Ом·м). Величина, обратная удельному сопротивлению, называется удельной проводимостью материала:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}.$$

Единица удельной проводимости – «сименс на метр» (См/м).

Наличие примесей в металлическом проводнике увеличивает его удельное сопротивление. В тех случаях, где требуется малое сопротивление проводов, применяются чистые металлы. Металлические сплавы применяются для получения больших значений сопротивлений.

Сопротивление проводников изменяется при изменении их температуры. При увеличении температуры сопротивление металлических проводников увеличивается. Зависимость удельного сопротивления от температуры характеризуется температурным коэффициентом сопротивления α данного вещества:

$$\alpha = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dt}.$$

Для многих проводников (в т. ч. металлов) при небольших интервалах температуры зависимость удельного сопротивления ρ от температуры описывается линейным законом:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t),$$

где ρ_0 – удельное сопротивление при 0°C ; t – температура проводника, $^\circ\text{C}$; α – средний температурный коэффициент сопротивления для определенного интервала температур.

Для точных измерений пользуются методами, сводящимися к сравнению измеряемого сопротивления со стандартными (эталоны). Одним из них является метод моста постоянного тока (мостик Уитстона). Принципиальная схема метода моста была рассмотрена выше.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Измерение сопротивления резистора с помощью моста Уитстона.

1. Собрать электрическую цепь по схеме, приведенной на рис. 1.

2. Поставить движок C реохорда AB в среднее положение.

3. Сбалансировать мост подбором сопротивлений R_m , так чтобы показания гальванометра оказались равными нулю. Значения R_m , L_1 , L_2 записать в табл. 1.

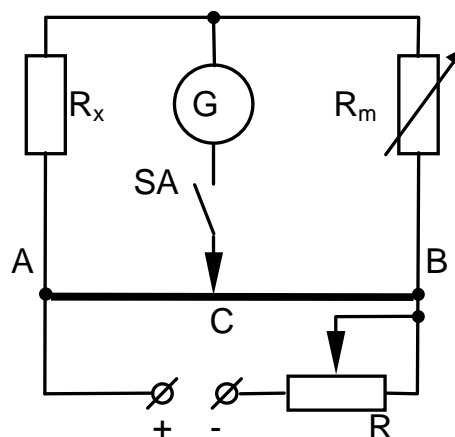


Рис. 1

4. Найти неизвестное сопротивление по формуле:

$$R_x = R_m \frac{L_1}{L_2},$$

5. где L_1 и L_2 – длина проволоки реохорда на участках AC и CB соответственно ($L_1=AC$, $L_2=CB$). Результат занести в табл. 2.

6. Повторить измерения указанные в пп. 3, 3 еще два раза, сместив движок реохорда вправо и влево от среднего положения.

7. Вычислить среднее значение измеренного резистора.

Таблица 1

№	l_1 , см	l_2 , см	R_m , Ом	R_1 , Ом	\bar{R}_1 , Ом
1					
2					
3					

8. Аналогично измерить сопротивление второго резистора и записать окончательные результаты в табл. 2.

Таблица 2

№	l_1 , см	l_2 , см	R_m , Ом	R_2 , Ом	\bar{R}_2 , Ом
1					
2					
3					

Задание 2. Проверка законов последовательного и параллельного соединений резисторов.

1. Пользуясь формулами последовательного и параллельного соединений, рассчитать общее сопротивление резисторов, измеренных в задании 2.

2. Сравнить измеренные значения $\bar{R}_{нос}$ и $\bar{R}_{пар}$ с вычисленными значениями по теоретическим формулам $R_{нос_т}$ и $R_{пар_т}$.

$$R_{нос_т} = \bar{R}_1 + \bar{R}_2;$$

$$R_{пар_т} = \frac{\bar{R}_1 \bar{R}_2}{\bar{R}_1 + \bar{R}_2}.$$

3. Сделать вывод о выполняемости законов последовательного и параллельного соединений резисторов.

Таблица 3.

№	l_1 , см	l_2 , см	R_m , Ом	$R_{нос}$, Ом	$\bar{R}_{нос}$, Ом	$R_{нос_т}$, Ом
1						
2						
3						

Таблица 4.

№	l_1 , см	l_2 , см	R_m , Ом	$R_{пар}$, Ом	$\bar{R}_{пар}$, Ом	$R_{пар_т}$, Ом
1						
2						
3						

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия простейшего омметра.

2. В чем конструктивное отличие амперметра, вольтметра, гальванометра магнитоэлектрической системы?
3. Какими преимуществами обладает метод определения сопротивления мостом Уитстона по сравнению с методом амперметра и вольтметра?
4. Почему ошибка измерений мостом Уитстона меньше, если сопротивление R_x и R_m близки друг к другу?
5. Почему большинство гальванометров имеет шкалу с нулем посередине?
6. Можно ли в схеме моста Уитстона производить измерения, поменяв местами гальванометр и источник тока?
7. Нарушается ли равновесие моста Уитстона, если изменить величину напряжения источника тока?
8. Вывести условия равновесия моста Уитстона, используя законы Кирхгофа.