



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Брянский государственный технический университет

Кафедра «Общей физики»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 42

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ОТ
ТЕМПЕРАТУРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ

(название лабораторной работы)

Выполнил студент группы ТВ-2

Староверов Н.И.

(Ф.И.О)

Отметка о допуске: _____

Отметка о защите: _____

Брянск 20 12

Лабораторная работа № 46

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ

Цель работы – исследовать зависимость электрического сопротивления металла от температуры, определить температурный коэффициент сопротивления исследуемого материала.

Приборы и принадлежности: исследуемые проводники, нагреватель, термометр, вольтметр универсальный В7-21А.

Общие положения

Электрическое сопротивление R – скалярная физическая величина, характеризующая свойство проводника противодействовать пропусканию электрического тока и равная отношению напряжения U на концах проводника к силе тока I , протекающего по нему:

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

Сопротивление проводников, наличие электрического тока в которых приводит к выделению тепла, называется омическим или активным. Сопротивление однородного проводника зависит от материала проводника и его геометрических размеров и может быть рассчитано по формуле:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (1)$$

где l – длина проводника,

S – площадь поперечного сечения проводника

ρ – удельное электрическое сопротивление, характеризующее материал проводника.

Электрическое сопротивление измеряют омметрами и измерительными мостами. Единица электрического сопротивления в СИ – Ом.

Электрическое сопротивление металлов связано с рассеянием электронов проводимости на тепловых колебаниях кристаллической решетки и структурных неоднородностях. Поэтому сопротивление металлов зависит от температуры. С большой степенью точности можно считать, что зависимость сопротивления металлов от температуры является линейной:

$$R = R_0(1 + \alpha t), \quad (2)$$

где R – сопротивление при температуре $t^\circ\text{C}$,

R_0 – сопротивление при 0°C ,

α – температурный коэффициент сопротивления.

Температурный коэффициент сопротивления – это величина, численно равная отношению изменению сопротивления проводника при изменении его температуры на 1 К:

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0} \cdot \frac{1}{\Delta t}.$$

Для чистых металлов температурный коэффициент представляет величину порядка $\alpha \approx 0,004 \text{ K}^{-1}$. Для некоторых электротехнических сплавов (манганин, константан) α настолько мало, что им можно пренебречь и в достаточно широком интервале температур считать сопротивление независимым от температуры.

Из формулы (2) следует, что

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0} \cdot \frac{1}{t},$$

т.е. для определения α необходимо знать сопротивление при 0°C , которое, как правило, неизвестно. Поэтому для определения α можно воспользоваться различными методами.

Первый метод состоит в том, чтобы использовать два значения сопротивления, измеренного при двух различных температурах. В соответствии с формулой (1), можно записать:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \quad (2)$$

$$R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \quad (3)$$

где R_1 – сопротивление проводника при температуре $t_1^\circ\text{C}$, R_2 – сопротивление этого же проводника при температуре $t_2^\circ\text{C}$.

Решая систему (2) – (3), получим:

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1}. \quad (4)$$

Несмотря на кажущуюся простоту, этот метод не очень хорош, т.к. возможные случайные ошибки при измерениях сопротивления и температуры могут дать значительную ошибку в определении α .

Второй метод заключается в нахождении температурного коэффициента сопротивления с помощью графика зависимости сопротивления проводника от температуры. Для построения графика необходимо экспериментально определить несколько значений сопротивления (5–7 значений) при различных температурах. Температуру следует изменять с постоянным шагом. Экспериментальные данные изображают на координатной плоскости определенными значками (точками, кружками, крестиками). Масштабы по осям выбирают так, что-

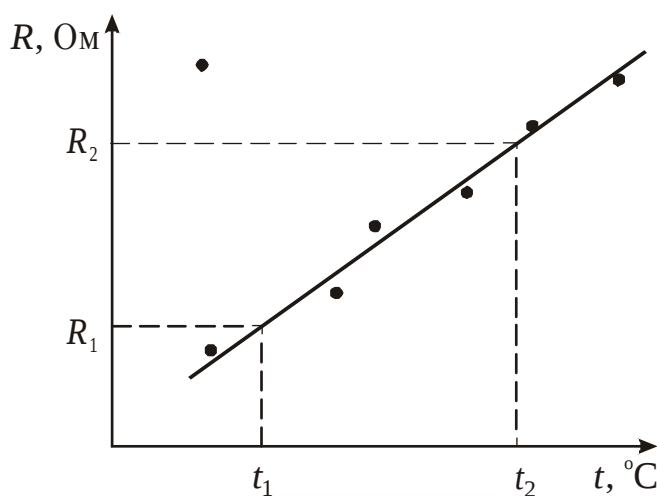


Рисунок 1

бы получить примерно равные размеры по длине и высоте. Теоретическая зависимость должна иметь на нашем графике вид прямой линии. Прямую проводим так, чтобы она лежала возможно ближе к точкам и чтобы по обе ее стороны оказывалось приблизительно равное их количество.

Температурный коэффициент сопротивления α также рассчитывается по формуле (4), но сопротивления R_1 и R_2 и соответствующие им температуры t_1 и t_2 определяются из графика $R = f(t)$ (см. рис.1).

Этот метод имеет существенные преимущества перед расчетным. При построении графика можно легко обнаружить грубые ошибки и исключить их влияние на результат.

Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка состоит из нагревателя, внутри которого помещены исследуемые проводники; термометра для измерения температуры и прибора для измерения сопротивления.

Схема установки представлена на рис. 2. На схеме обозначены:

- 1 – вольтметр универсальный В7-21А,
- 2 – нагреватель,
- 3 – переключатель,
- 4 – термометр.

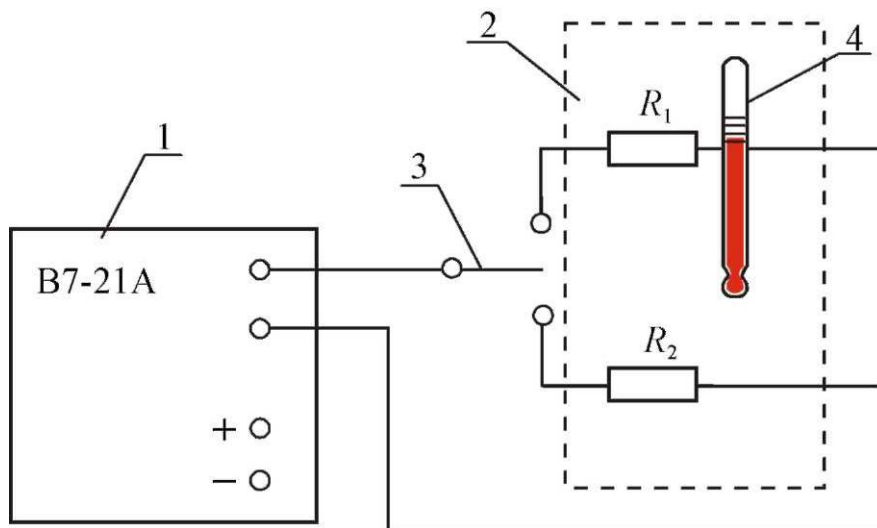


Рисунок 2. Электрическая схема установки

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с инструкцией к универсальному вольтметру.
2. Измерить сопротивление каждого из двух исследуемых проводников при комнатной температуре.
3. Включить нагреватель и в процессе повышения температуры измерять сопротивление проводников с выбранным шагом (через каждые $5 - 10^{\circ}\text{C}$).
4. Построить графики зависимости $R = f(t)$ для каждого сопротивления.
5. Рассчитать температурный коэффициент сопротивления α по формуле (4) для каждого сопротивления. Значения сопротивлений R_1 и R_2 и соответствующие им температуры t_1 и t_2 определить из графика $R = f(t)$.
6. Сделать вывод по работе и записать найденные значения α_1, α_2 .

Контрольные вопросы

1. Что называется электрическим сопротивлением?
2. Какое сопротивление называется омическим или активным?
3. От чего зависит сопротивление проводника?
4. Как зависит электрическое сопротивление металлов от температуры? Запишите формулу.
5. Чему приблизительно равен температурный коэффициент сопротивления чистых металлов? Изменяется ли он с повышением температуры?

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ

к лабораторной работе №42

Выполнил Староверов Н.И.

Группа ТВ-2

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8
t, °C	18	25	30	35	40	45	50	55
R ₁ , Ом	23,09	23,32	23,17	23,19	23,21	23,23	23,25	23,27
R ₂ , Ом	26,23	26,50	26,25	26,27	26,29	26,32	26,35	26,43

Подпись преподавателя



Ответы на контрольные вопросы

1) Электрическое сопротивление R - скалярная физическая величина, характеризующая свойство проводника противодействовать пропусканию электрического тока и равная отношению напряжения U на концах проводника к силе тока I , протекающего по нему:

2) Сопротивление проводников, наличие электрического тока в которых приводит к выделению тепла, называется омическим или активным.

3) Электрическое сопротивление металлов связано с рассеянием электронов проводимости на тепловых колебаниях кристаллической решетки и структурных неоднородностях. Поэтому сопротивление металлов зависит от температуры.

4) Зависимость сопротивления металлов от температуры является линейной:

$$R = R_0(1 + \alpha t),$$

где R - сопротивление при температуре $t^\circ\text{C}$, R_0 - сопротивление при 0°C , α - температурный коэффициент сопротивления.

5) Для чистых металлов температурный коэффициент представляет величину порядка $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$. Для некоторых электротехнических сплавов (манганин, константан) α настолько мало, что им можно пренебречь и в достаточно широком интервале температур

РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

1) Построим по данным измерений график зависимости $R = f(t)$ для каждого сопротивления (Рис. 1).

Примечание. Данный график построен с использованием программы из MS Office – EXCEL. Как альтернатива, график может быть также построен вручную на миллиметровой бумаге или иной, где имеется готовый аналог координатной сетки либо, например, с использованием специализированных программ MATCAD, MAPLE и др.

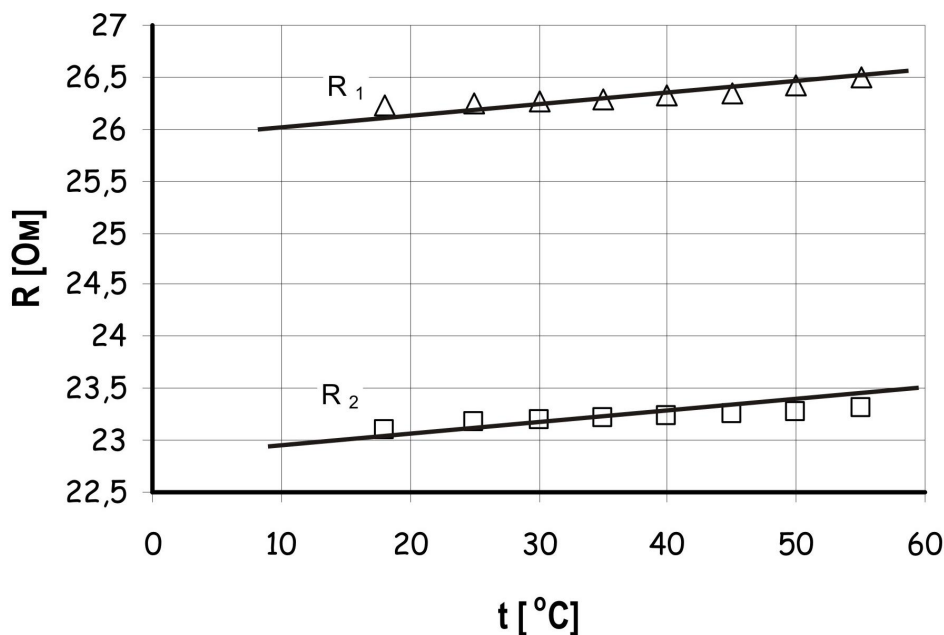


Рис. 1. График зависимости сопротивлений R_1 и R_2 от температуры.

2) Рассчитаем значения температурных коэффициентов сопротивления для используемых в эксперименте металлов, используя формулу (4).

Итак, для 1-го металла:

$$\alpha_1 = \frac{23.25 - 23.32}{50 - 25} = 0.007 = 7 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C}^{-1})$$

Для 2-го металла:

$$\alpha_2 = \frac{26.43 - 26.50}{55 - 25} = 0.0054 = 5.4 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C}^{-1})$$

ВВ. Далее проведем АНАЛИЗ полученных значений с табличными значениями температурных коэффициентов сопротивления металлов и напомним ВЫВОД по работе.

ВЫВОД: Исследовали зависимость электрического сопротивления металлов от температуры, определили температурные коэффициенты сопротивления:

$$\alpha_1 = 7 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_2 = 5.4 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Сравнивая полученные значения α со значениями приведенными в справочных таблицах, можно сделать вывод, что 1-й проводник – никель ($\alpha_{\text{Ni}} = 6.92 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$), а 2-й проводник изготовлен из алюминия ($\alpha_{\text{Al}} = 4.6 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).