

**Тема учебного предмета: «Материалы высокой проводимости,  
сверхпроводниковые материалы»**

**Лабораторная работа № 2**

**Тема работы: «Определение температурного коэффициента  
электрического сопротивления проводников»**

**1. Цель работы**

Научить измерять сопротивление проводников и рассчитывать температурный коэффициент сопротивления проводников.

**2. Задание**

Измерить сопротивление проводников и рассчитать температурный коэффициент сопротивления

**3. Оснащение работы**

1. Стенд НТЦ – 05.13 «Электротехнические материалы».
2. Модуль №1 «Проводники».
3. Мультиметр.
4. Измеритель RLC.
5. Канцелярские принадлежности (ручка, карандаш, линейка и др.).
6. Калькулятор.

**4. Основные теоретические сведения**

Концентрация  $n$  электронов проводимости в металлических проводниках от температуры не зависит, однако от температуры зависит их подвижность  $a$ . С увеличением температуры возрастают тепловые колебания узлов кристаллической решетки и создаются большие препятствия на пути дрейфа электронов, что приводит к снижению их подвижности  $a$ ; в результате удельная электропроводность  $\gamma$  уменьшается (формула 1.1), а обратная ей величина удельное сопротивление  $\rho=1/\gamma$  растёт

Величина, на которую изменится удельное сопротивление проводника при изменении его температуры на 1 К, называется *температурным коэффициентом удельного сопротивления*  $TK_{\rho}$  ( $\alpha_{\rho}$ ). Дифференциальное выражение  $TK_{\rho}$ ,  $K^{-1}$ , имеет вид

$$TK_{\rho} = \alpha_{\rho} = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$$

На практике пользуются средним значением  $TK_{\rho, \text{ср}}$ ,  $K^{-1}$ , для определенного интервала температур:

$$TK_{\rho.\text{ср}} = \alpha_{\rho.\text{ср}} = \frac{1}{\rho_2} \frac{\rho_2 - \rho_1}{T_2 - T_1}$$

где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – удельные сопротивления проводника при температурах  $T_1$  и  $T_2$  соответственно, при этом  $T_2 > T_1$ .

Таким образом, сопротивление проводника  $R$  при температуре  $t$  находится по формуле

$$R = R_0(1 + \alpha_{\rho.\text{ср}}(t - t_0)), \quad (1)$$

где  $R_0$  – сопротивление проводника при температуре  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ .

Из (1) следует, что зависимость  $R(t)$  имеет вид

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

где  $\alpha = R_0 \alpha_{\rho.\text{ср}}$  – угловой коэффициент графика.

Из графика зависимости  $R(t)$  (рисунок 1) определяются коэффициенты  $\alpha_1$  и  $R_0$ .

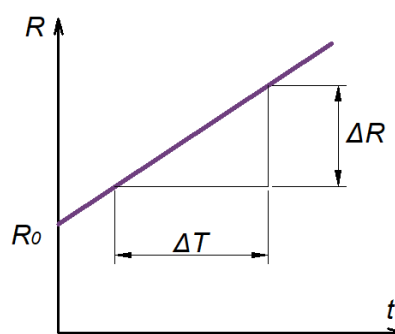


Рисунок 1 – График зависимости  $R(t)$

Коэффициент  $\alpha$  находится как тангенс угла наклона графика

$$\alpha = \frac{\Delta R}{\Delta T}. \quad (3)$$

Коэффициент  $\alpha$  находится из выражения

$$\alpha_{\rho.\text{ср}} = \frac{\alpha}{R_0}, \quad (4)$$

где  $R_0$  - значение  $R$  при  $t = 20^\circ\text{C}$ , определяется из графика.

## 5 Порядок выполнения работы

5.1 Изучите основные теоретические сведения.

5.2 Согласно рисунку 2 выполнить электрические соединения для проведения измерений.

**!!! Монтаж схемы производить при отключенном питании.**

В качестве источника питания для нагрева в данной схеме используется источник напряжения «Source Voltage» стенда.

В качестве омметра использовать измеритель RLC, выбрать режим измерения сопротивления, нажимая кнопку L/C/R; диапазон измерения выбирается автоматически при измерении.

В качестве термометра использовать мультиметр. Установить режим измерения температуры «°C».

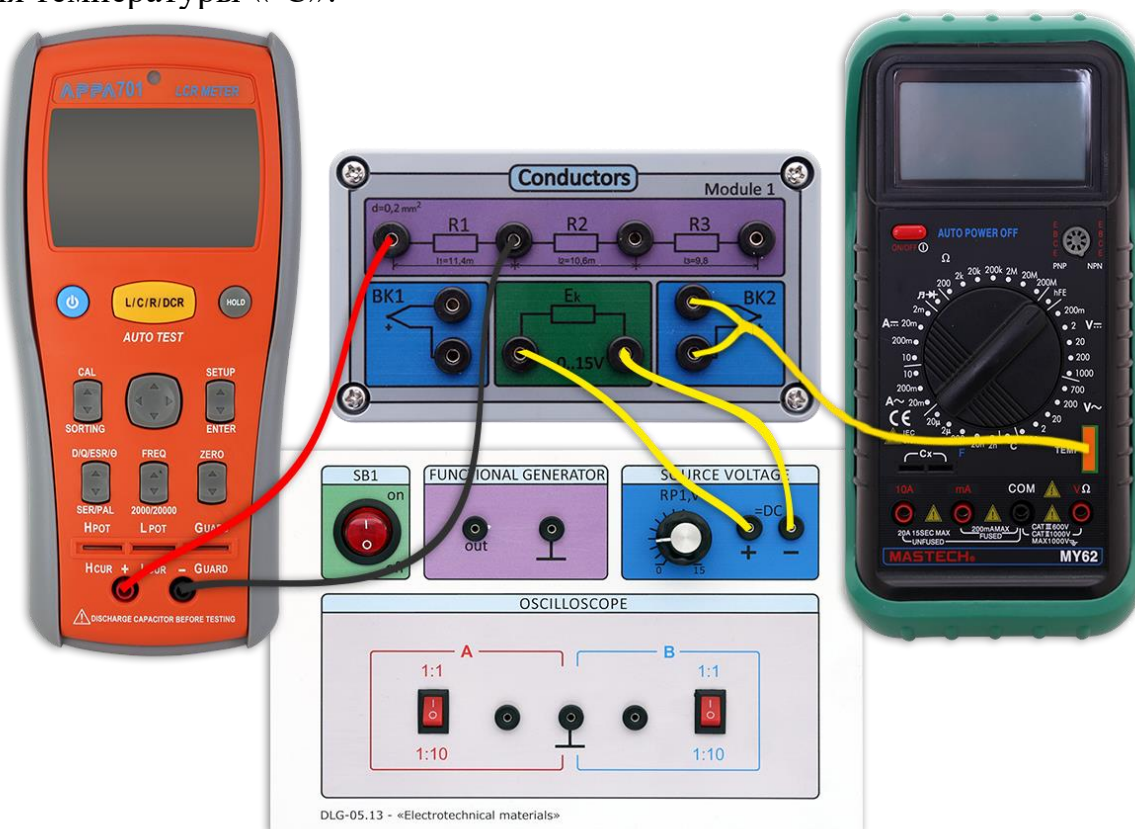


Рисунок 2 – Схема соединений типового комплекта для измерения ТКС проводников

5.3 Поверните ручку потенциометра RP1 на 4 деления вверх от нуля.

5.4 Подайте напряжение питания на комплект включением кнопки SB1 на стенде.

5.5 Включите мультиметры. Если термопара не соединена с гнездами мультиметра на его индикаторе будет отображена комнатная температура. Подключите термопару к входу «TEMP» мультиметра и, если показания температуры ниже комнатной, измените полярность подключения (переверните вилку термопары).

5.6 Постепенно поворачивая ручку потенциометра *RP1* вправо, наблюдайте за показаниями термометра и омметра, и через каждые 5 °C одновременно заносите

значения сопротивлений проводника и температуры в таблицу 1. Измерения проводить до 85°C.

**!!! Не допускается нагревать модуль выше 90°C.**

5.7 После завершения измерений поверните ручку потенциометра *RP1* до упора влево и отключите стенд кнопкой *SB1*.

5.8 Разберите схему, предоставьте комплекс в полной комплектности и исправности преподавателю или лаборанту.

5.9 По данным опыта (таблица 1) постройте график зависимости  $R(t)$ .

5.10 По графику определите коэффициент  $\alpha$ , как тангенс угла наклона графика и по формуле (4) рассчитайте  $\alpha_{p.c.p.}$ .

5.11 Сделайте обобщающий вывод о характере температурной зависимости сопротивления проводников.

5.12 Оформите отчет по рекомендуемой форме.

## 6 Форма отчета о работе

Лабораторная работа № \_\_\_\_

Номер учебной группы \_\_\_\_\_

Фамилия, инициалы обучающегося \_\_\_\_\_

Дата выполнения работы \_\_\_\_\_

Тема работы \_\_\_\_\_

Цель работы \_\_\_\_\_

Задание: \_\_\_\_\_

Оснащение работы: \_\_\_\_\_

Результаты выполнения работы: \_\_\_\_\_

Таблица 1 – Результаты измерений

№ п/п	t, °C	R, Ом
1		
2		
...		

График зависимости  $R(t)$ .  $\alpha =$

$\alpha_{p.c.p.} =$

Ответы на контрольные вопросы:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Вывод: \_\_\_\_\_

## **7 Контрольные вопросы и задания**

1. Опишите механизм проводимости электрического тока в проводнике.
2. Объясните влияние температуры проводника на его сопротивление.
3. Дайте определение понятию «температурный коэффициент удельного сопротивления».
4. Приведите формулу для расчета сопротивления проводника.

## **Рекомендуемая литература**

1. Берлин, В.И. Материаловедение: учебник для техникумов / В. И. Берлин, П.С. Костяев, К.Д. Шапкин. – М.: Транспорт, 1979. – 382 с.
2. Гелин, Ф. Д. Материаловедение: пособие с элементами программирования для металлистов / Ф. Д. Гелин, Э. И. Крупицкий, И. П. Позняк. – Минск: Вышэйшая школа, 1977. – 269 с.
3. Журавлева, Л.В. Электроматериаловедение: учебник для нач. проф. образования / Л. В. Журавлева. – М.: Издательский центр “Академия”, 2008. – 352 с.
4. Красько, А.С., Павлович С.Н. Электроматериаловедение: учеб. пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович. – Минск: РИПО, 2012. – 210 с.