

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №273

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОВОДНИКА

1. Цель и содержание работы.

Целью работы является ознакомление с методом измерения удельного сопротивления металлических проводников.

Содержание работы состоит в измерении тока и напряжения на однородном участке электрической цепи и определении удельного сопротивления металлической проволоки.

2. Краткая теория работы.

Сила тока I , текущего по однородному металлическому проводнику (т.е. проводнику, в котором не действуют сторонние силы), пропорциональна напряжению U на концах проводника

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

где R - электрическое сопротивление проводника.

Уравнение (1) выражает закон Ома для участка цепи не содержащего источника тока: сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.

Единицы измерений: силы тока I - ампер (А), напряжения U - вольт (В), сопротивления R - ом (Ом).

Электрическое сопротивление зависит от формы и размеров проводника, а также от свойств материала, из которого сделан этот проводник. Для однородного линейного цилиндрического проводника сопротивление R прямо пропорционально его длине - l и Обратно пропорционально площади его поперечного сечения - S :

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (2)$$

где R - зависящий от свойств материала коэффициент, называемый удельным электрическим сопротивлением вещества.

Единица измерения удельного электрического сопротивления - ом-метр (Ом·м).

Для уменьшения потерь энергии в электрических цепях применяются материалы с наименьшим удельным электрическим сопротивлением. Наименьшим удельным сопротивлением обладают серебро (16 нОм·м), медь (17 нОм·м), золото (22 нОм·м), алюминий (27 нОм·м). Эти данные приведены для температуры 20 °С. С увеличением температуры удельное сопротивление металлических проводников возрастает.

Закон Ома для однородного линейного проводника, используя формулы (1) и (2), можно записать

$$I = \frac{US}{\rho l}, \quad (3)$$

отсюда удельное сопротивление равно

$$\rho = \frac{SU}{lI}. \quad (4)$$

Для цилиндрического проводника площадь поперечного сечения

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (5)$$

где d - диаметр проводника.

Тогда удельное сопротивление линейного цилиндрического проводника

$$\rho = \frac{\pi d^2 U}{4lI}. \quad (6)$$

В данной работе роль электрического проводника выполняет металлическая проволока определенной длины и диаметра. Задавая различные значения тока I , текущего через этот проводник, и, измеряя падение напряжения U на нем, по формуле (6) можно определить удельное сопротивление проводника.

3. Приборы и принадлежности, необходимые для выполнения работы.

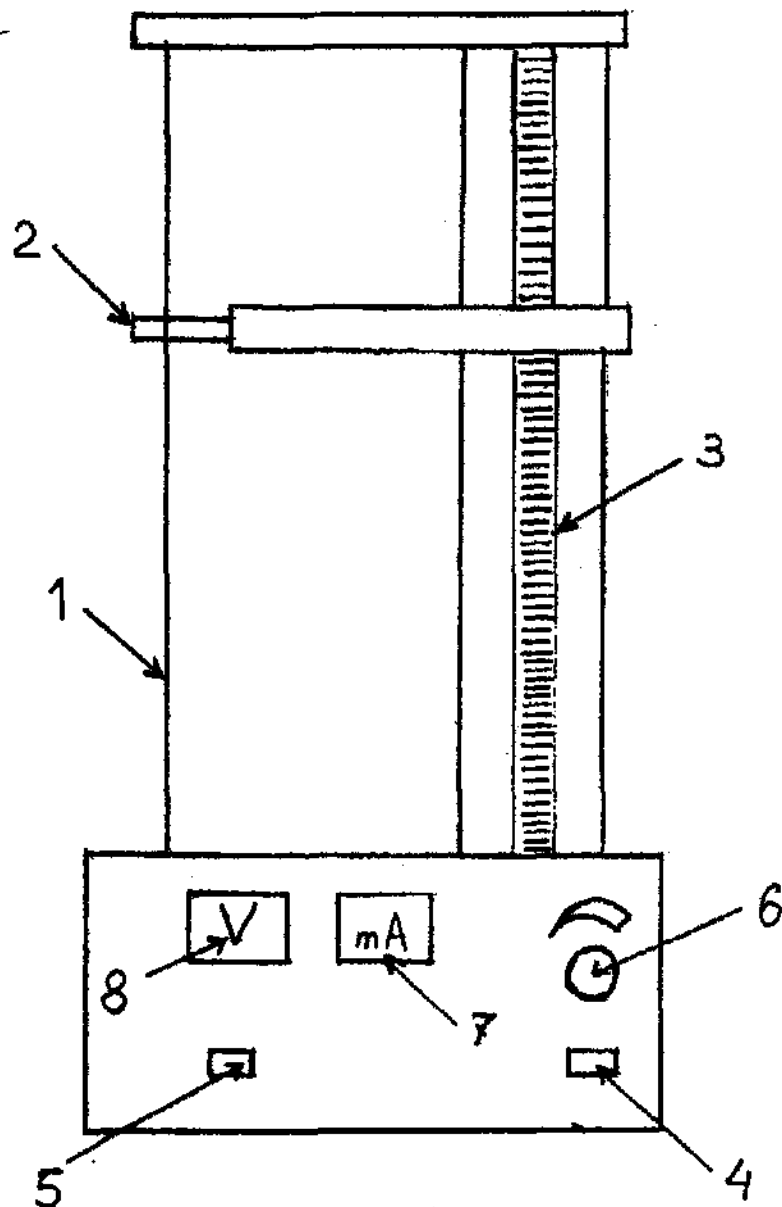
1. Металлическая проволока закрепленная в приборе позволяющем задавать определенный ток, текущий по проводнику, и измерять напряжение на этом проводнике. На этом же приборе закреплена линейка для измерения длины проволоки.
2. Микрометр для определения диаметра проволоки.
3. Термометр для определения температуры в комнате.

4. Порядок выполнения работы.

1. Не включая прибор в сеть, произвести измерения с помощью микрометра диаметра расположенной вертикально проволоки в трех местах (например, внизу, в середине и наверху). Результаты записать в таблицу.
2. Не включая прибор в сеть, установить средний контакт, снимающий напряжение с проволоки, в положение, соответствующее длине проволоки $l_1 \approx 100$ мм. (Следить за тем, чтобы проволока не вышла из-под контакта). Записать это значение длины проволоки в таблицу.
3. Включить прибор, нажав кнопку «сеть» (должна загореться оранжевая лампочка на передней панели).
4. Нажать кнопку «мост» (после этого прибор будет готов к измерениям токов и напряжений).
5. Ручкой «регулировка тока» установить по показаниям миллиамперметра ток, текущий через проводник, ≈ 100 мА. Записать в таблицу.
6. Измерить по показаниям вольтметра напряжение на проводнике. Записать в таблицу.
7. При той же длине проводника l_1 (т.е. при том же положении среднего контакта) ручкой «регулировка тока» установить ток ≈ 200 мА. Записать в таблицу.
8. Измерить напряжение на проводнике и записать в таблицу.
9. Ручкой «регулировка тока» установить ток ≈ 300 мА. Измерить напряжение. Записать ток и напряжение в таблицу,

10. Выключить прибор, нажав кнопку «сеть».
11. Установить новую длину проводника l_2 , переместив средний контакт в положение, соответствующее длине проволоки ≈ 200 мм.

Схема установки для определения удельного сопротивления
металлического проводника



1 -исследуемый образец проволоки; 2- средний контакт; 3- линейка; 4- кнопка включения прибора «сеть»; 5- кнопка «мост»; 6- регулировка тока; 7- миллиамперметр; 8- вольтметр.

12. При новой длине проводника l_2 , повторить измерения в соответствии с пунктами 4-9, устанавливая последовательно токи $\square$ 100, 200, 300 мА. Результаты записать в таблицу.

13. Выключить прибор, нажав кнопку «сеть».

14. Установить третью длину проводника l_3 , переместив средний контакт в положение, соответствующее длине проволоки $\square$ 400 мм.

15. При новой длине проводника l_3 , повторить измерения в соответствии с пунктами 4-9, устанавливая последовательно токи $\square$ 100, 200, 300 мА. Результаты записать в таблицу.

16. Выключить прибор, нажав кнопку «сеть».

17. Записать температуру воздуха в комнате, где проводились измерения.

Таблица

Диаметр d проволоки, мм	Длина l проволоки, мм	Ток I , мА	Напряжение U , (В)	Удельное сопротивление ρ , Ом·м
$d_1 =$	$l_1 =$	$I_1 =$	$U_1 =$	$\rho_1 =$
		$I_2 =$	$U_2 =$	$\rho_2 =$
		$I_3 =$	$U_3 =$	$\rho_3 =$
$d_2 =$	$l_2 =$	$I_1 =$	$U_1 =$	$\rho_4 =$
		$I_2 =$	$U_2 =$	$\rho_5 =$
		$I_3 =$	$U_3 =$	$\rho_6 =$
$d_3 =$	$l_3 =$	$I_1 =$	$U_1 =$	$\rho_7 =$
		$I_2 =$	$U_2 =$	$\rho_8 =$
		$I_3 =$	$U_3 =$	$\rho_9 =$
$\overline{d} =$				$\overline{\rho} =$
$\rho = \overline{\rho} \pm \Delta\rho$				

5. Обработка результатов измерений.

1. Вычислить среднее значение диаметра проволоки $\bar{d}$ и занести в таблицу.
2. Вычислить, используя данные из таблицы, удельное сопротивление проводника для различных длин проводника, различных токов и напряжений по формуле

$$\rho = \frac{\pi d^2 U}{4 l I}.$$

Полученные результаты занести в таблицу.

3. Рассчитать среднее значение $\bar{\rho}$ удельного сопротивления и занести в таблицу.
4. Рассчитать погрешность $\Delta \rho$ определения ρ по методике расчета погрешностей прямых измерений, считая $\rho_1, \rho_2, \dots$ прямо измеряемыми величинами.
5. Представить результаты в виде $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta \rho$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется силой тока, плотностью тока? Дайте определения этих величин. Назовите условия возникновения и существования электрического тока.
2. Напишите формулу, связывающую плотность тока и скорость упорядоченного движения электронов. Почему тепловое движение электронов не может привести к возникновению электрического тока?
3. Напишите закон Ома для однородного участка цепи. Что называется электрической проводимостью проводника, электрическим сопротивлением? Каковы единицы измерений этих величин?
4. Что такое удельное электрическое сопротивление проводника, удельная электрическая проводимость проводника? Как удельное электрическое сопротивление проводника зависит от температуры?
5. Что называется температурным коэффициентом сопротивления, его размерность? Как Вы его рассчитываете в данной работе?
6. Какие устройства называются источниками тока? Что такое сторонние силы? Какова их природа?
7. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи, напряжения, разности потенциалов?
8. Напишите и проанализируйте обобщенный закон Ома. Какие частные законы можно из него получить?
9. Напишите и проанализируйте законы Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме. В чем заключается физический смысл удельной тепловой мощности тока?
10. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца для однородного участка цепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М. Высшая школа. 2000. §§96-99, 102, 103.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. М. т.2, 2006. §§31, 33-35, 37, 38.