Отчет о выполнении лабораторной работы 1.1.1

Определение систематических и случайных погрешностей при измерении удельного сопротивления нихромовой проволоки

Выполнили: студенты 1 курса ФРТК

Данила Бежко и Зажигина Елизавета

816 группа

Руководитель: Жотиков Вадим Геннадьевич

МФТИ, 2018

**Цель работы**: измерить удельное сопротивление проволоки и вычислить систематические и случайные погрешности при использовании таких измерительных приборов, как линейка, штангенциркуль, микрометр, амперметр, вольтметр и мост постоянного тока.

**Оборудование:** линейка, штангенциркуль, микрометр, отрезок проволоки из нихрома, амперметр, вольтметр, мост постоянного тока, реостат, ключ.

**Погрешности приборов:**

***Линейка***: (по цене деления).

***Штангенциркуль***:

***Микрометр***:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Прибор | Вольтметр | Миллиамперметр |
| Система | Цифровая | Магнитоэлектрическая |
| Класс точности | - | 0.5 |
| Число дел. шкалы n | - | 175 |
| Предел измерений | 2 В | 750 мВ |
| Цена делений | - | 5 мВ/дел |
| Чувств. | - | 0,2 дел /мВ |
| Абсолютная погрешность | ± ,  где X – измеряемая величина, - единица младшего разряда | ±4 мВ |
| Внутреннее сопротивление, R | 10 МOм | 1 Ом |

***Мост постоянного тока Р4833****:*

Класс точности: 0,1

Разрядность магазина сопротивлений: 5 ед.

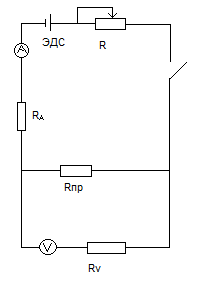
Используемый диапазон измерений: – Ом (для множителя ).

Погрешность измерений в используемом диапазоне: ± 0,01 Ом.

**Теоретические сведения:**

Удельное сопротивление однородной проволоки круглого сечения определяется как

где ­— сопротивление проволоки, — её диаметр, — длина. Согласно закону Ома напряжение *V* и ток в образце должны быть связаны соотношением:

Для измерения напряжения и тока использовалась схема, представленная на рис. 1.

Ввиду не идеальности используемого вольтметра необходимо учесть, поправку на его конечное сопротивление . Показания амперметра и вольтметра связаны соотношением:

,

где — сопротивление параллельно соединенных проволоки и вольтметра, причем , и . График зависимости ( ) должен представлять собой прямую, угловой коэффициент которой есть .

Рис. 1 Схема измерения вольт - амперной характеристики проволоки

Откуда сопротивление образца может быть найдено как

Известно, что , , . Тогда величина поправок при измерении для схемы 1а:

Для этой схемы сопротивление оказывается заниженным, относительно истинного.

**Ход работы**:

1. Измеряем диаметр проволоки с помощью штангенциркуля () и микрометра () и заносим результаты в таблицу 1:

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № измер. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| d₁,мм | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| d₂,мм | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,36 | 0,37 |

По данным измерений , ₂ = 0,367 мм,

Стандартное отклонение: = 0 мм

= 0,02 мм

Случайная погрешность среднего:

= ±0,006 мм

С учётом инструментальной погрешности мм, погрешность измерения диаметра может быть вычислена как

±0,1 мм

±0,01 мм

Окончательные результаты измерения диаметра проволоки:  
 Штангенциркулем: мм  
 Микрометром: ()

1. Определим площадь поперечного сечения S == 0,106 мм², 6 мм²

, ( )

1. Собираем схему по рис. 1.
2. Результаты измерений зависимостей показаний вольтметра от показаний амперметра в схеме рис. 1 при разных длинах образца представлены в таблице 2. Соответствующие графики зависимостей V=f(I) для трех отрезков проволоки изображены на рис. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ) см | | | | | | | | | | |
| I, дел  5мA/дел | 32 | 30 | 28 | 26 | 24 | 40 | 50 | 45 | 37 | 35 |
| , мВ | 340.5 | 319.7 | 292.7 | 273.6 | 254.3 | 421.6 | 529.3 | 489.0 | 390.5 | 365 |
| , А | 160 | 150 | 140 | 130 | 120 | 200 | 250 | 225 | 185 | 175 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ) см | | | | | | | | | | |
| , дел  5 мВ/дел | 40 | 44 | 48 | 62 | 32 | 28 | 24 | 21 | 34 | 36 |
| , мВ | 623.5 | 685.7 | 756.1 | 818.7 | 501.4 | 439.9 | 316.1 | 324.5 | 529.7 | 566.5 |
| , мА | 200 | 220 | 240 | 310 | 160 | 140 | 120 | 105 | 170 | 180 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ) см | | | | | | | | | | |
| , дел  5 мВ/дел | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 20 | 24 | 28 | 37 |
| , мВ | 833.3 | 952.3 | 1042.3 | 1149 | 1259.4 | 1413.9 | 519.5 | 625.5 | 731.2 | 969.3 |
| , мА | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 100 | 120 | 140 | 185 |

1. Построим график измеренной зависимости напряжения от силы тока на проволоке U(I).

Рис 2.

Измерив угловые коэффициенты, получаем сопротивления проволоки для разных длин:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| L=20см | L=30см | L=50см |
| R2,117 Ом | R3,029 | R5,253 |

Найдем погрешность R:

Rср=R, где = =1.5 мВ и ==1.87 мА, тогда

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| L=20см | L=30см | L=50см |
| σR0,10 | σR0,80 | σR0,90 |

6.Проведем измерения сопротивления проволоки этих же длин на мосте P4833(N=1), построим таблицу:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| L=20см | L=30см | L=50см |
| R=2,151 Ом | R=3,184 Ом | R=5,291 Ом |

7. По формуле ρ= найдем удельное сопротивление проволоки:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| L=20см | L=30см | L=50см |
| ρ=1,1 | ρ=1,12\*10 | ρ=1, 12 |

ρ= ρ()

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| L=20см | L=30см | L=50см |
| ρ=1,657 | ρ=1,659 | ρ=1,659 |

ρ=

8.Сравним полученное значение сопротивление проволоки, с табличным. Нихром1,12•, в пределах погрешности опыта результаты совпадают.

**Практический вывод:** была проведена работа по измерению удельного сопротивления нихромовой проволоки. В ходе работы было выяснено, что основной вклад в ошибку расчета удельного сопротивления вносит погрешность диаметра проволоки, величина которой возводится в квадрат.