

Задание 8.1. Плотность провода (II).

1. На каждом из выданных вам образцов одножильного провода часть изоляции удалена, а оставшиеся участки изоляции имеют различную длину X . Обозначьте массу единицы длины металла в проводе μ_m , а массу единицы длины изоляции μ_n . Выведите формулу для расчёта массы провода m через его длину L и величины X , μ_n и μ_m .



2. Измерьте величины m , и X для каждого из образцов и занесите их в таблицу вместе с его длиной L .
3. Определите μ_n и μ_m графическим методом. Для этого введите новые величины, с помощью которых удастся преобразовать полученную в пункте 1 формулу таким образом, что зависимость этих величин друг от друга станет линейной. Рассчитайте значения новых величин для каждого образца и занесите их в ту же таблицу. Постройте соответствующий график.
4. С помощью дополнительных измерений определите плотность ρ_m металла, из которого изготовлен провод, а также плотность ρ_n пластика, из которого изготовлена изоляция.

Примечание 1. Длина окружности $C = \pi D$, где D - диаметр этой окружности. Площадь круга $S = \pi D^2/4$; $\pi = 3,14$.

Примечание 2. Внимание! Снимать изоляцию с проволоки категорически запрещено.

Оборудование: пять образцов одножильного провода с частично удалённой изоляцией и загнутыми концами (длина образцов 10, 15, 20, 25 и 30 см измерена на прямом проводе до загибания их концов) (см. фото); весы с точностью измерения массы 0,01 г; две деревянные линейки; миллиметровая бумага для построения графика.

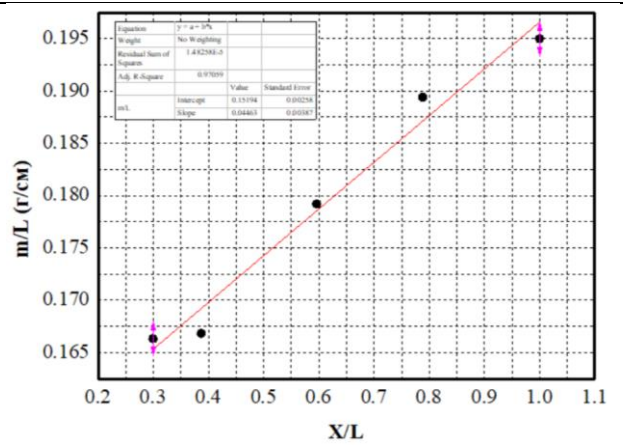
Решение.

1. Формула для расчёта массы провода имеет вид:

$$m = \mu_m L + \mu_i X. \quad (1)$$

2. Измерим массу m и длину изоляции X для пяти образцов провода и занесём результаты измерений в таблицу.

m , г	X , см	L , см	m/L , г/см	X/L
1.95	10.0	10.0	1.000	0.195
2.86	11.9	15.1	0.788	0.189
3.32	7.7	19.9	0.387	0.167
4.48	14.9	25	0.596	0.179
4.94	8.9	29.7	0.300	0.166



3. Разделим левую и правую части уравнения (1) на L

$$m/L = \mu_m + \mu_i (X/L) \quad (2)$$

и получим линейную зависимость отношения m/L от отношения X/L .

Вычислим значения новых переменных для каждого образца и добавим их в таблицу.

Построим график полученной зависимости m/L от (X/L) .

Анализ графика позволяет определить $\mu_i = 0,045$ г/см и $\mu_m = 0,152$ г/см.

Методом прокатывания зачищенной проволоки с помощью двух линеек (не менее 10 оборотов) определяем длину окружности x , диаметр d и площадь сечения s провода:

$$x = 4,8 \text{ мм}, d = 1,54 \text{ мм}, s = 1,88 \text{ мм}^2.$$

Аналогично для внешней окружности изоляции получаем:

$$X = 8,0 \text{ мм}, D = 2,55 \text{ мм}, S = 5,10 \text{ мм}^2.$$

Площадь сечения кольца, образованного торцом изоляции, $S_{\text{и}} = S - s = 9,03 \text{ мм}^2$.

Расчёт объёмов и плотностей проведём для образца провода длиной $L_1 = 10$ см.

Объём металла $V_{\text{м}} = s L_1 = 0,188 \text{ см}^3$. Масса $m_{\text{м}} = \mu_{\text{м}} L_1 = 1,52$ г. Плотность $\rho_{\text{м}} = 8,09 \text{ г/см}^3$.

Объём изоляции $V_{\text{и}} = S_{\text{и}} L_1 = 0,322 \text{ см}^3$. Масса $m_{\text{и}} = \mu_{\text{и}} L_1 = 0,45$ г. Плотность $\rho_{\text{и}} = 1,40 \text{ г/см}^3$.