

Лабораторна робота № Е6

ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ОПОРУ ПРОВІДНИКА

Теоретичні відомості

Однією з найважливіших характеристик провідника є його електричний опір, величина якого залежить від геометричної форми і розмірів провідника, а також від матеріалу, з якого він виготовлений. Для однорідного провідника довжиною l та площею поперечного перерізу S опір дорівнює

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

Величину ρ , яка входить до формули (1), називають питомим опором провідника. Ця величина чисельно дорівнює опору провідника довжиною $l=1\text{ м}$ з площею поперечного перерізу $S=1\text{ м}^2$.

Одиницею питомого опору є $[\rho] = 1\text{ Ом}\cdot\text{м}$.

З формули (1) випливає:

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

Для провідника циліндричної форми:

$$\rho = \frac{\pi d^2 R}{4l}, \quad (3)$$

де d – діаметр провідника.

Отже, питомий опір є характеристикою матеріалу провідників. Він залежить від способу їх виготовлення, наявності в них домішок та від температури цих провідників.

Залежність питомого опору однорідного провідника від температури характеризують температурним коефіцієнтом опору α , який чисельно дорівнює відносній зміні опору провідника при зростанні його температури на 1 К :

$$\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT} \quad (4)$$

Для металевих провідників коефіцієнт $\alpha > 0$, а питомий опір в досить широкому інтервалі температур зростає з підвищенням температури за лінійним законом

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta T), \quad (5)$$

де ρ_0 – питомий опір при початковій температурі (як правило $T_0 = 273\text{ К}$), $\Delta T = T - T_0$.

Величину γ , обернену до питомого опору провідника, називають питомою електропровідністю:

$$\gamma = \frac{1}{\rho} \quad (6)$$

Одиницею питомої електропровідності ϵ : $[\gamma] = \frac{\text{См}}{\text{м}}$.

В даній роботі опір R провідника визначається за законом Ома для однорідної ділянки кола:

$$R = \frac{U}{I}, \quad (7)$$

де U - падіння напруги на даному опорі, I - сила струму, що протікає через опір.

Для вимірювання електричного опору провідників використовується експериментальна установка, загальний вигляд якої представлено на рис.1. Установка складається з вертикального стояка 2, на верхньому та нижньому кінцях якого закріплені кронштейни 5, між якими натягнутий провідник 6 з невідомим питомим опором. На стояку змонтований також рухомий кронштейн 3, який можна переміщувати вздовж стояка та закріплювати в потрібному положенні. Всі кронштейни мають контактні затискачі 7, які забезпечують їх надійне електричне з'єднання з досліджуваним провідником. До них підводиться напруга від блока живлення та вимірювальної схеми, які змонтовані в одному блоці 1. На передній панелі цього блоку розташовані прилади – міліамперметр mA та вольтметр V , для вимірювання сили струму і падіння напруги на обраній ділянці провідника, а також змінний резистор R_1 для регулювання сили струму через провідник. Довжину вимірюваної ділянки провідника можна визначити за різницею між положеннями нерухомого та рухомого кронштейнів, використовуючи шкалу 4, нанесену на стояк установки. Установка дозволяє проводити виміри за схемами, наведеними на рис.2.

При вимірюванні за схемою рис 2а, амперметр показує значення сили струму, яка дорівнює

$$I = I_R + I_V,$$

де I – струм у колі,

I_R – струм, що протікає через опір R_x ,

I_V – струм, що протікає через вольтметр.

Формула для розрахунку опору за схемою рис.2а:

$$R_x = \frac{U}{I - I_R} = \frac{U}{I - (U/R_V)} \quad (8a)$$

При вимірюванні за схемою рис 2б, покази вольтметр визначають суму падінь напруги на опорі та амперметрі

$$U = U_R + U_A,$$

де U – повна напруга,

U_R – спад напруги на опорі R_x ,

U_A – спад напруги на опорі амперметра R_A .

Формула для розрахунку опору за схемою рис.2б:

$$R_x = \frac{U}{I} - R_A \quad (8b)$$

Перемикач схем ввімкнення приладів знаходиться на передній панелі установки, причому для роботи за схемою рис. 2а кнопка перемикача повинна знаходитись у натиснутому положенні, а за схемою 2б – у ненатиснутому положенні.

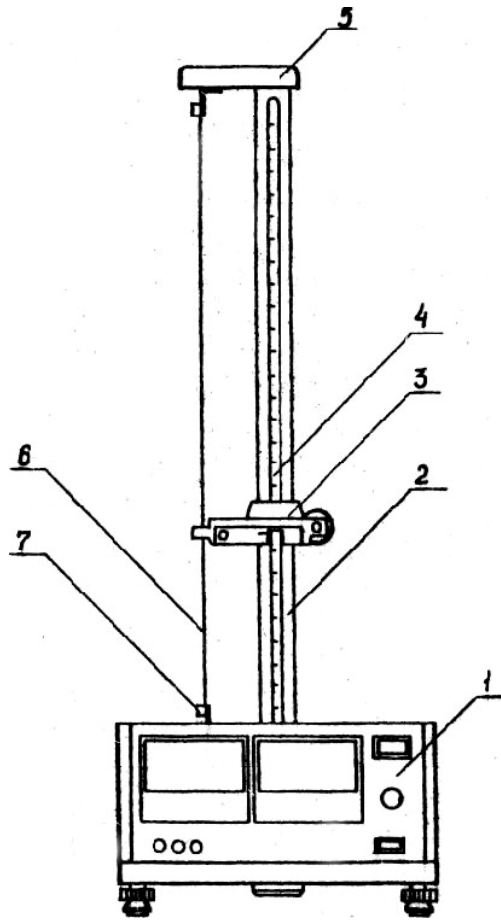
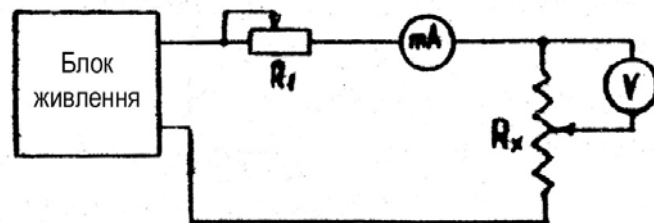
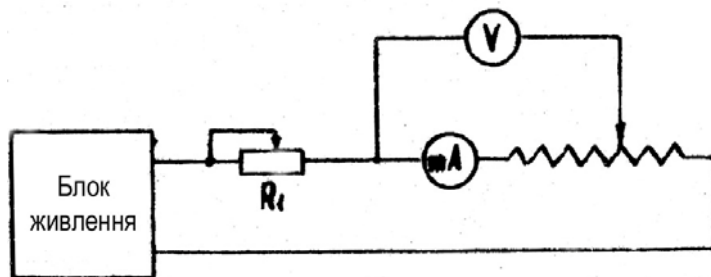


Рис. 2. Установка для вимірювання питомого опору.



а



б

Рис.2 Варіанти схем підключення електровимірювальних приладів для вимірювання питомого опору провідника: а – з точним вимірюванням падіння напруги, б – з точним вимірюванням сили струму.

Порядок виконання роботи

1. Переконавшись в тому, що перемикачі схем ввімкнення приладів і виду роботи знаходяться у натиснутому положенні (схема *a*), а регулятор струму відповідає його мінімальному значенню, встановити рухомий кронштейн на відстані l від нижнього кінця провідника та ввімкнути установку тумблером "Сеть".

2. Встановлюючи різні значення сили струму тричі в межах 100–250 мА виміряти відповідні їм значення напруги та занести результати вимірювань до таблиці 1.

3. Повторити вимірювання за п.2 для ненависнутого положення перемикача схеми (схема *б*).

4. Повторити вимірювання за п.2-3 для інших значень відстані l .

5. За формулами (8*a*) та (8*б*) розрахувати опір провідника (відповідно R_a та R_b).

6. За допомогою штангенциркуля виміряти в різних точках діаметр провідника.

Обчислити середнє значення $\langle d \rangle$.

7. Для кожного досліді знайти питомий опір провідника за формулою (3).

8. Визначити середнє значення питомого опору провідника та похибку його вимірювання.

$$R_V = \qquad R_A = \qquad \langle d \rangle =$$

Таблиця 1.

№	$l, м$	$I_a, мА$	$U_a, В$	$R_a, Ом$	$I_b, мА$	$U_b, В$	$R_b, Ом$	$\langle R \rangle, Ом$	$\rho, Ом \cdot м$
1									
2									
3									

Контрольні запитання

1. Закон Ома для однорідної та неоднорідної ділянки кола.

2. Питомий опір та питома електропровідність провідника. Закон Ома в диференціальній формі.

3. Паралельне і послідовне з'єднання провідників.

4. Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів. Шунт і додатковий опір.

5. Методи вимірювання опору провідників.

6. Вплив способу підключення електровимірювальних приладів на точність вимірювання опору.