

## Лабораторна робота № 7

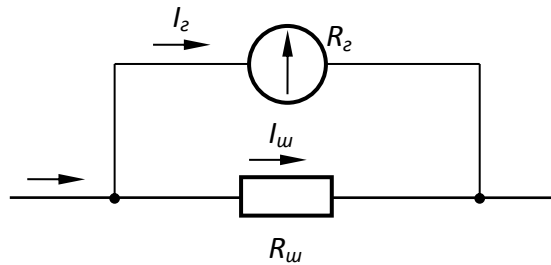
### ШУНТИ І ДОДАТКОВІ ОПОРИ. ВИМІРЮВАННЯ МАЛИХ І ВЕЛИКИХ ОПОРІВ.

#### Обладнання

1. Калібратор струму;
2. Магазили опорів;
3. Ампервольтметр марки М2018;
4. Мікроамперметр на 100 мкА на підставці.

#### Теоретичні відомості

Для розширення меж вимірювання сили струму прилад, яким його вимірюють, шунтують, тобто паралельно до приладу (гальванометра) приєднують резистор відповідно опору. Цей резистор називають шунтом (shunt – слово англійське і означає відгалуження). Шунт приєднують до гальванометра згідно зі схемою, зображеною на мал. 7.1.



Мал. 7.1

Нехай провідником тече електричний струм деякої сили  $I$ , який необхідно виміряти. У точці  $A$  цей струм розгалуджується на два струми – один силою  $I_{ш}$  протікає через шунт, другий силою  $I_g$  – через гальванометр. Згідно з першим правилом Кіргофа,  $I_g + I_{ш} = I$ . Шунт і гальванометр створюють замкнутий контур, в якому відсутня ЕРС. Згідно з другим правилом Кіргофа,

$$I_g R_g - I_{ш} R_{ш} = 0, \quad (7.1)$$

звідки  $\frac{I_g}{I_{ш}} = \frac{R_{ш}}{R_g}$ . Тобто струми, що течуть через шунт і гальванометр, обернено пропорційні

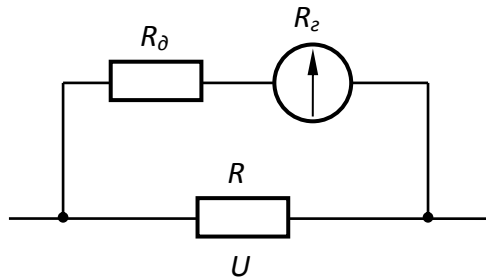
їхнім опорам. Із (1) складено похідну пропозицію:

$$\frac{I_g}{I_g + I_{ш}} = \frac{R_{ш}}{R_g + R_{ш}}. \quad (7.2)$$

Добирають шунт такого опору, щоб через гальванометр протікала  $n$ -а частина загального струму, тобто ставиться вимога, щоб  $\frac{I}{I_g} = n$ .

Підставляючи це в (2) і розв'язуючи відносно  $R_{ш}$ , дістанемо формулу шунта

$$R_{ш} = \frac{R_g}{n-1}. \quad (7.3)$$



Мал. 7.2

Отже, щоб понизити чутливість гальванометра за струмом в  $n$  разів, треба приєднати до нього шунт, опір якого в  $(n-1)$  разів менший від опору гальванометра.

Використовуючи гальванометр, можна вимірювати напругу на резисторі при протіканні через нього певного струму. Величина  $U_2 = I_2 R_2$  виражає чутливість гальванометра за напругою.

Для розширення меж вимірювання напруги до приладу (зокрема, гальванометра), яким вимірюють напругу, послідовно поєднують резистор відповідного опору. Цей резистор називають “додатковим опором”.

Нехай через резистор  $R$  протікає струм деякої сили і на ньому є деяка напруга  $U$ , яку необхідно виміряти. Паралельно до резистора приєднують гальванометр разом з додатковим опором (мал. 7.2). У точці  $A$  струм відгалужується і протікає через гальванометр і додатковий опір, створюючи на них таку саму напругу, як і між точками  $A$  і  $B$ , а тому можна записати:  $U_2 + U_0 = U$ .

Оскільки гальванометр і додатковий опір сполучені послідовно, то через них протікатиме електричний струм однакової сили. За цієї умови напруги на них будуть прямо пропорційними їх опорам, тобто

$$\frac{U_2}{U_0} = \frac{R_2}{R_0}. \quad (7.4)$$

За формулою (7.4) складемо похідну пропорцію:

$$\frac{U_2}{U_2 + U_0} = \frac{R_2}{R_0 + R_2}. \quad (7.5)$$

Добирають такий додатковий опір, щоб на гальванометрі відбувався спад напруги, що становить  $n$ -ну частку загальної напруги, тобто щоб  $\frac{U}{U_2} = n$ . Підставляючи це в (7.5) і виконуючи дії, для додаткового опору дістанемо формулу додаткового опору:

$$R_0 = R_2(n-1). \quad (7.6)$$

Щоб понизити чутливість гальванометра за напругою в  $n$  разів, слід послідовно до нього приєднати резистор, опір якого в  $(n-1)$  разів більший від опору гальванометра. Цей резистор називають додатковим опором.

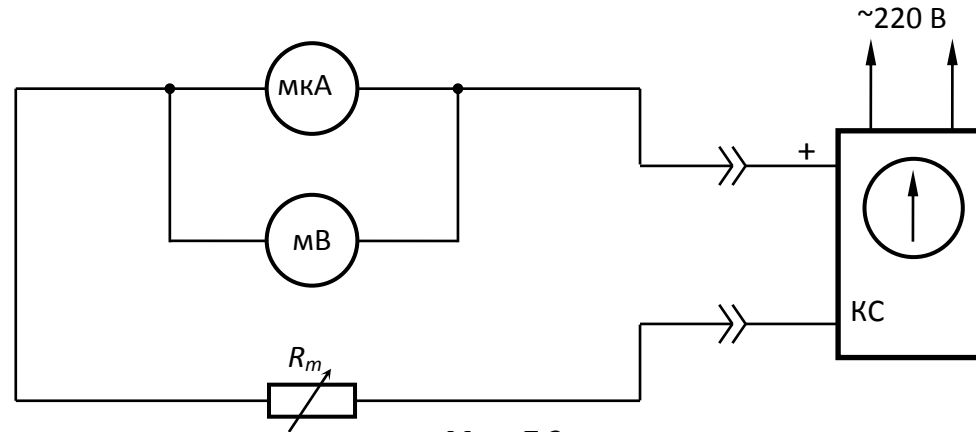
На практиці дуже часто до даного мікроамперметра підбрано систему шунтів і додаткових опорів, які вмикаються перемикачем, вмонтованим у корпусі приладу. Такий прилад називають ампервольтметром.

У роботі як контрольні амперметр і вольтметр використовується ампервольтметр М2018.

Щоб розрахувати й добрати шунт і додатковий опір до даного мікроамперметра, для перетворення його на амперметр чи вольтметр, треба знати його вхідний опір і чутливість за струмом. У переважній більшості випадків чутливість приладу за струмом вказана на його шкалі, а опір часто буває невідомим.

Виконання вимірювань

Завдання I: Визначити опір мікроамперметра. Обчислити опір шунтів на 500 мкА і 500 мА. Експериментально перевірити точність розрахунків.



Мал. 7.3

Визначити опір мікроамперметра.

1. Скласти електричне коло згідно зі схемою, показаною на мал. 7.3.
2. На калібраторі струму встановити діапазон зміни струму 1 мА, регулятор - на нуль.
3. На магазині  $R_m$  встановити максимальний опір.
4. На ампервольтметрі М2018 встановити режим вимірювання напруги з чутливістю 150 мВ, на схемі його позначено як мілівольтметр мВ.
5. Ввімкнути КС в освітлювальну мережу  $\sim 220$  В. Повільно збільшуючи силу струму, що його дає калібратор, стежити за відхиленням стрілки мікроамперметра.
6. При наближенні стрілки до кінця шкали припинити збільшення сили струму. Зміною опорів магазину стрілку мікроамперметра встановити в кінці шкали (100 мкА).
7. Виміряти напругу. Вимкнути КС.
8. За формулою  $R_x = \frac{U_x}{I_x}$  обчислити опір мікроамперметра (гальванометра).

Розрахувати шунт на 500 мкА і порівняти з експериментально підібраним.

9. Скласти коло згідно зі схемою, зображеною на мал. 7.4.

10. На ампервольтметрі М2018 встановити режим вимірювання сили струму 750 мкА, на схемі його позначено як контрольний мікроамперметр мкА<sub>1</sub>, а досліджуваний мікроамперметр – мкА<sub>2</sub>.

11. На магазині  $R_{m_1}$  встановити нульовий початковий опір шунта, а на магазині  $R_{m_2}$  - максимальний опір навантаження.

12. Увімкнути КС в мережу і поступово збільшувати силу струму до 500 мкА.

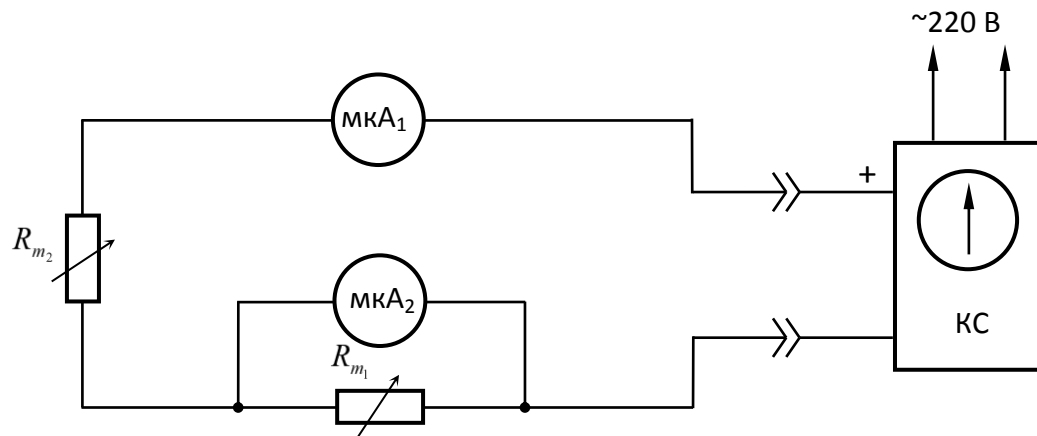
13. Поступово збільшувати опір шунта, починаючи з найменших значень останньої декади. При однакових показах мікроамперметрів припинити зміну опору магазину, яким встановлюється опір шунта. Вимкнути КС. Значення опору магазину й буде підібраним.

14. За формулою 3 розрахувати опір шунта на 500 мкА.

15. Порівняти обчислене й підібране на магазині значення опору шунта.

Розрахувати шунт на 500 мА і порівняти з експериментально підібраним. Виміряти силу струму, що його споживає електрична лампочка.

16. У дослідній установці (схема на мал. 7.4), замість магазину  $R_{m_2}$ , увімкнути лампочку змонтовану на панелі.



**Мал. 7.4**

17. Початковий опір шунта встановити таким, що дорівнює нулю.

18. На ампервольтметрі М2018 увімкнути режим міліамперметра на 750 мА.

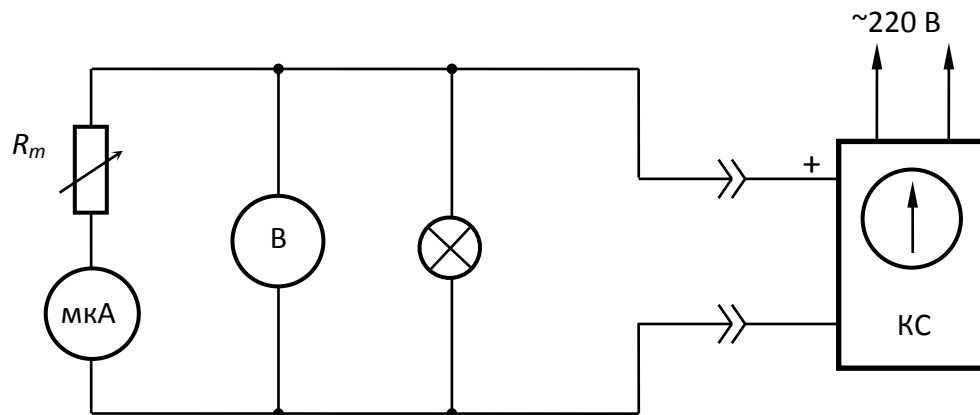
19. На калібраторі струму увімкнути діапазон 500 мА. Увімкнути КС в мережу й поступово збільшувати силу струму. При досягненні 500 мА припинити збільшення сили струму.

20. Поступово збільшувати опір шунта. При досягненні однакових показів контрольного та шунтованого приладів припинити зміну опору шунта. Вимкнути КС. Значення опору магазину й буде підібраним.
21. За формулою 7.3 розрахувати опір шунта на 500 мА.
22. Порівняти обчислене й підібране на магазині значення опору шунта.
23. Результати вимірювань і обчислень записати до таблиці № 7.1. Зробити висновки.

Таблиця № 7.1

Чутливість шунтованого мікроамперметра в розрахунку на шкалу $I_2$	Опір мікроамперметра $R_2$ , Ом	Чутливість зашунтованого приладу в розрахунку на шкалу $I$	Коефіцієнт пониження чутливості зашунтованого приладу $n = \frac{I}{I_2}$	Опір шунта	
				обчислений $R_{шр}$ , Ом	підібраний $R_{шн}$ , Ом

Завдання II: Розрахувати і встановити такий додатковий опір до мікроамперметра, щоб перетворити його на вольтметр зі шкалою на 10 В. Порівняти розрахований і експериментально підібраний додатковий опір при вимірюванні напруги на лампочці.



Мал. 7.5 Принципова схема з додатковим опором

1. Скласти електричне коло згідно зі схемою, показаною на мал. 7.5.
2. Діапазон КС залишити 500 мА.
3. Контрольний вольтметр В створити на основі ампервольтметра М2018 - увімкнути режим вольтметра на 15 В.
4. На послідовно приєднаному до мікроамперметра магазин опорів  $R_m$  встановити максимальне значення опору.
5. Поступово збільшувати силу струму, що його споживає лампочка. При досягненні напруги на лампочці 10 В зміну струму припинити.
6. Зменшувати опір магазину так, щоб обидва прилади показували однаково. Вимкнути КС. Значення опору магазину й буде підібраним.
7. Порівняти обчислене й підібране на магазині значення додаткового опору.
8. Результати обчислень і вимірювань занести до таблиці № 7.2. Зробити висновки.

Таблиця № 7.2

Чутливість мікроамперметра за напругою (у розрахунку на шкалу) $U_2 = I_2 R_2$ , В	Чутливість створеного вольтметра (у розрахунку на шкалу) $U$ , В	Коефіцієнт пониження чутливості вольтметра $n = \frac{U}{U_2}$	Додатковий опір	
			розрахований $R_{op} = R_2(n-1)$ , Ом	експериментально підібраний $R_{de}$ , Ом

*Контрольні питання*

1. Як змінити межі вимірювання сили струму?
2. Як змінити межі вимірювання напруги на ділянці кола?
3. Для шунта і додаткового опору дати означення і показати спосіб приєднання до вимірювального механізму.
4. Вивести формули для обчислення електричного опору шунта і додаткового опору.

*Рекомендована література*

1. Цілінко М. Г. Саморобні електронні прилади в лабораторному практикумі з електрики і магнетизму: Навч. посіб. – К.: ІСДО, 1995. – С. 65-74.

