

Тема. Шунти. Розширення меж вимірювання сили струму амперметром

Теоретичні відомості та практичні поради

Основною частиною будь-якого амперметра і вольтметра є високочутливий прилад магнітоелектричної системи (гальванометр, мікроамперметр, міліамперметр). Гальванометр може слугувати, як амперметром, так і вольтметром у залежності від способу його ввімкнення у електричне коло. Для вимірювання сили струму, гальванометр вмикають у коло послідовно з тим провідником, у якому необхідно виміряти силу струму. Гальванометр має певну чутливість, і стрілка його відхиляється на всю шкалу під час проходження певного струму I_{Γ} .

Для вимірювання сили струму, більшої за ту, на яку розрахований амперметр (гальванометр), можна скористатись цим самим гальванометром та розширити межі вимірювання сили струму. Для розширення меж вимірювання сили струму прилад (гальванометр), яким його вимірюють, шунтують, тобто паралельно до приладу приєднують резистор відповідного опору. Цей резистор називають шунтом (shunt – слово англійське і означає відгалуження). Шунт приєднують до гальванометра згідно зі схемою, зображеною на рис.1.

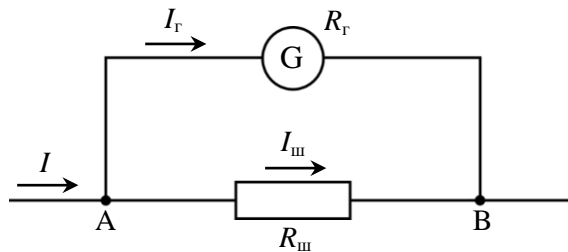


Рисунок 1

Нехай через провідник тече струм деякої сили I , який необхідно виміряти. У точці A цей струм розгалужується на два струми – один силою $I_{\text{ш}}$ протікає через шунт, другий силою I_{Γ} – через гальванометр. Шунт і амперметр ввімкнені паралельно (рис. 1), тому:

$$I_{\Gamma} R_{\Gamma} = I_{\text{ш}} R_{\text{ш}} \quad \text{або} \quad I_{\Gamma} R_{\Gamma} - I_{\text{ш}} R_{\text{ш}} = 0, \quad (1)$$

звідки: $\frac{I_{\Gamma}}{I_{\text{ш}}} = \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\Gamma}}$, де $R_{\text{ш}}$ – опір шунта, а R_{Γ} – опір гальванометра.

Тобто струми, що течуть через шунт і гальванометр, обернено пропорційні їхнім опорам. З формули (1) складемо похідну пропорцію:

$$\frac{I_{\Gamma}}{I_{\Gamma} + I_{\text{ш}}} = \frac{I_{\text{ш}}}{I_{\Gamma} + I_{\text{ш}}} \quad (2)$$

Добирають шунт такого опору, щоб $\frac{I}{I_{\Gamma}} = n$. Підставляючи це у формулу (2) і розв’язуючи відносно $R_{\text{ш}}$, матимемо формулу шунта:

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_{\Gamma}}{n-1}.$$

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

Шунт можна виготовити з ніхромової (константової) дротини. Розрахунок виконати за формулою:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

де R – опір дротини (шунта), l – довжина дротини, S – площа поперечного перерізу дроту,
 ρ – *питомий опір речовини з якої виготовлений дріт.*

Тема. Шунти. Розширення меж вимірювання сили струму амперметром

Мета: розширити межі вимірювання сили струму.

Обладнання: набірне поле, джерело живлення, амперметр, вольтметр, реостат, ключ, з'єднувальні провідники, з'єднувальні модулі, гальванометр, ніхромова дротина, штангенциркуль, вимірювальна стрічка.

Виконання роботи

1. Уважно розглядаю гальванометр та визначаю його внутрішній опір $R_{\Gamma} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ом, ціна поділки $I_{ц.п.} = \underline{\hspace{2cm}}$ А, а максимальна сила струму, яка вказана на шкалі гальванометра: $I_{\Gamma} = \underline{\hspace{2cm}}$ А.

2. Розраховую опір шунта $R_{ш}$ так, щоб амперметром можна було виміряти силу струму $I = \underline{\hspace{2cm}}$ А:

$$n = \frac{I}{I_{\Gamma}}; \quad n = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}; \quad R_{ш} = \frac{R_{\Gamma}}{n-1}; \quad R_{ш} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Ом}; \quad R_{ш} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Ом}.$$

3. Вимірюю діаметр ніхромової дротини (мікрометром, штангенциркулем, або методом «рядів»):

$$d_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм}; \quad d_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм}; \quad d_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм};$$
$$d_c = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}; \quad d_c = \frac{\underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}}}{3} \text{ мм}.$$

4. Обчислюю площу поперечного перерізу дротини:

$$S = \frac{\pi d_c^2}{4}; \quad S = \frac{\underline{\hspace{2cm}}}{4} \text{ мм}^2.$$

5. Розраховую довжину дротини так, щоб її опір дорівнював $R_{ш} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ом:

$$l = \frac{R_{ш} S}{\rho}, \text{ де } \rho - \text{питомий опір ніхрому}; \quad l = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}.$$

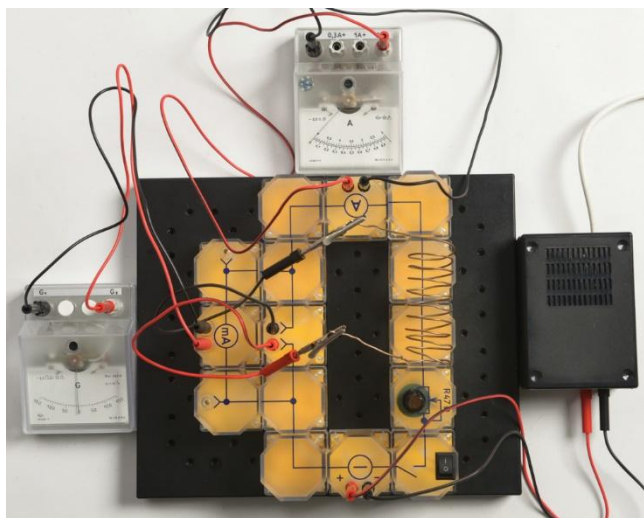
6. Виготовляю ніхромовий провідник довжиною $l = \underline{\hspace{2cm}}$ м, та опором $R_{ш} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ом.

7. Розраховую ціну поділки виготовленого амперметра з розширеними межами вимірювання:

$$\text{Ц.п.} = \frac{I}{k}, \text{ де } k - \text{кількість поділок на всій шкалі гальванометра};$$

$$\text{Ц.п.} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ А}; \quad \text{Ц.п.} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ А}.$$

8. Складаю електричне коло за схемою (рис. 2), де $R_{\text{ш}}$ – виготовлений шунт, $A_{\text{к}}$ – контрольний амперметр, яким є лабораторний амперметр, R – змінний резистор.



Малюнок 1

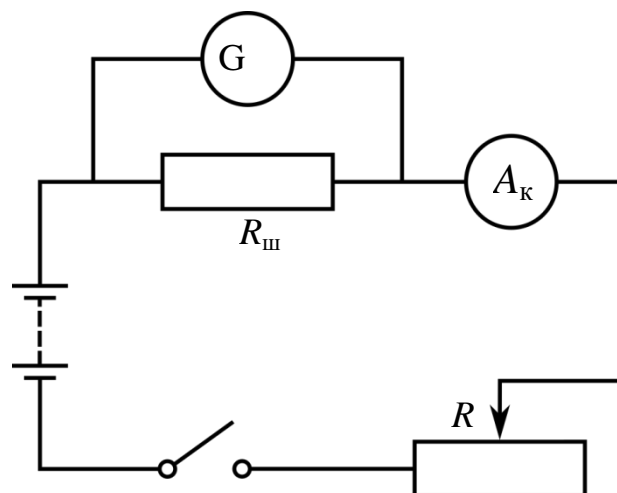


Рисунок 2

9. Повзунок реостата розташовую так, щоб його опір був мінімальним. Замикаю ключ. Записую покази контрольного амперметра та покази амперметра з розширеною межею вимірювання:

$$I_{\text{к1}} = \text{___} \text{ В}; \quad I_1 = \text{___} \text{ В.}$$

10. Переміщую повзунок реостата вправо та збільшую опір реостата декілька разів. Кожного разу записую покази контрольного амперметра та покази амперметра з розширеною межею вимірювання:

$$I_{\text{к2}} = \text{___} \text{ А}; \quad I_2 = \text{___} \text{ А};$$

$$I_{\text{к3}} = \text{___} \text{ А}; \quad I_3 = \text{___} \text{ А.}$$

11. Порівнюю покази контрольного амперметра та покази гальванометра:

12. Аналіз результатів експерименту:

Роботу виконав учень _____ класу

Роботу перевірів вчитель _____