

# МАГНІТНИЙ МОМЕНТ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ

## Мета роботи

Визначити момент сили, зумовлений магнітним моментом в постійному магнітному полі, як функцію:

- індукції магнітного поля;
- кута між напрямком магнітного поля та магнітного моменту;
- величини магнітного моменту.

## 1. Робоча формула

Якщо магнітне поле буде неоднорідним, то воно буде різне на різних частини контура, який вміщений у це магнітне поле і, відповідно, на різні частини контура діяти різний обертальний момент. Для того, щоб цього уникнути, бажано використовувати однорідне магнітне поле, що забезпечується завдяки котушкам Гельмгольца.

У даній роботі контур — це пласка петля, що має  $N$  витків, по якій тече постійний струм  $I'$ , діаметр кільця  $d$ . А тому, його магнітний момент дорівнює:

$$p_m = I' \frac{N\pi d^2}{4},$$

а обертальний момент тоді визначатиметься як:

$$M = I' \frac{N\pi d^2}{4} B \sin \alpha.$$

Далі, враховуючи, що магнітне поле котушок Гельмгольца пропорційні силі струму, що тече по ним ( $B = CI$ , де  $C$  — величина, що залежить від параметрів котушок і називається *константою котушок Гельмгольца*) можемо записати:

$$M = \frac{\pi}{4} C I I' N d^2 \sin \alpha. \quad (1)$$

### 1.1. Дослід 1. Залежність обертального моменту від сили струму в контурі

Константами експерименту є величини в табл. ??.

Таблиця 1. Константи експерименту

Величина	Значення
Число витків контура, $N$	3
Діаметр контура, $d$ , м	0.12
Струм в котушках Гельмгольца, $I$ , А	2.85
Орієнтація контура, $\alpha$ , °	90

Для даного дослідження, константу котушок можна обчислити, знаючи коефіцієнт лінійної апроксимації графіка  $M = M(I')$ :

$$M = kI'. \quad (2)$$

Виходячи з формули (2) та даних таблиці ?? бачимо, що

$$C = \frac{4k}{IN\pi d^2 \sin \alpha} = 10.35 \cdot k. \quad (3)$$

В експериментах було виміряно момент сили, що діє на контур зі струмом в магнітному полі. Оскільки динамометр прилада градуирований в мН, то для отримання значення моменту, вказані значення сили необхідно домножити на плече, що дорівнює 12 см. Результати занесені до таблиці ??

Таблиця 2. Результати вимірювань

$I', \text{ А}$	$F, \cdot 10^{-3} \text{ Н}$	$M, \cdot 10^{-4} \text{ Н}\cdot\text{м}$
0.00	0.00	0.00
0.50	0.40	0.48
0.80	0.60	0.72
1.00	0.70	0.84
1.50	1.00	1.20
1.90	1.30	1.56
1.70	1.20	1.44
1.20	0.75	0.90

За даними результатами побудовано графік ??.

$M, \cdot 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$

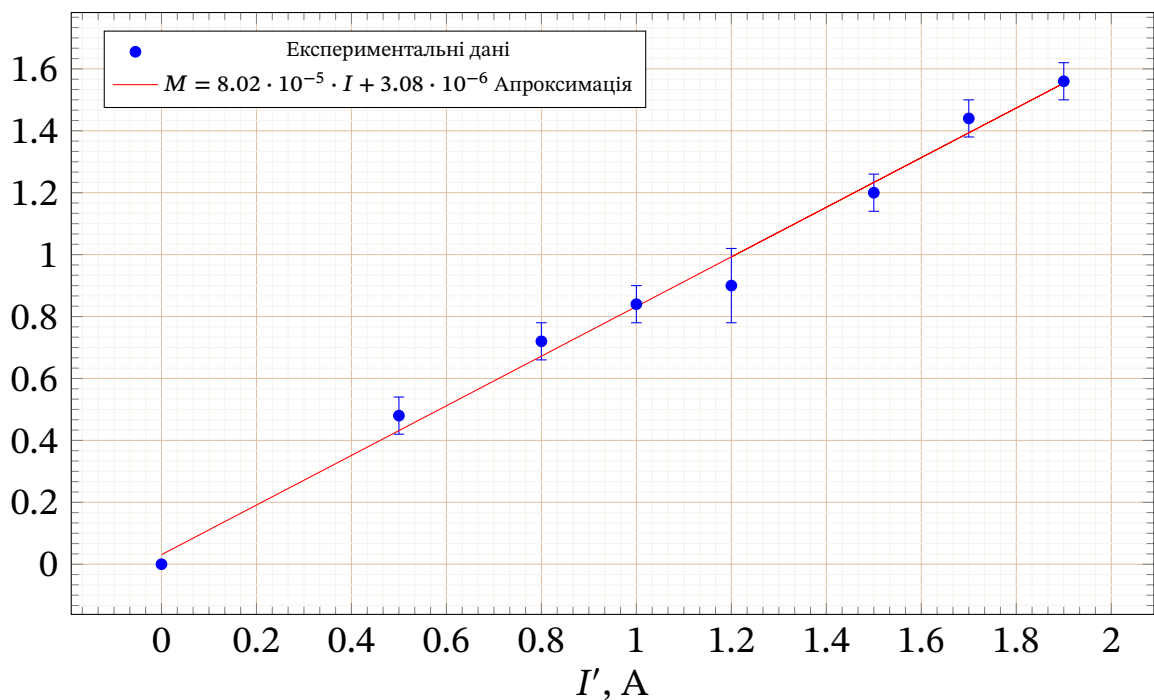


Рис. 1. Графік залежності обертового моменту від струму у витку  $M(I')$ .

З лінійної апроксимації результатів (рис. ??) бачимо, що коефіцієнт нахилу  $k = 8.02 \cdot 10^{-5} \text{ Н/А}$ , а значення константи котушок можна розрахувати з (??)

$$C \approx (8.3 \pm 1.2) \cdot 10^{-4} \text{ Тл/А}$$

Відносна похибка:

$$\epsilon \approx 15 \, \%.$$

Відмінність експериментального значення від теоретичного становить  $\left( \frac{C_{\text{exp}}}{C_{\text{theor}}} - 1 \right) \cdot 100 \, \% = 19.74 \, \%$ .

**1.2. Дослід 2. Залежність обертового моменту від сили струму в котушках Гельмгольца**

**1.3. Дослід 3. Залежність обертового моменту від орієнтації контура**

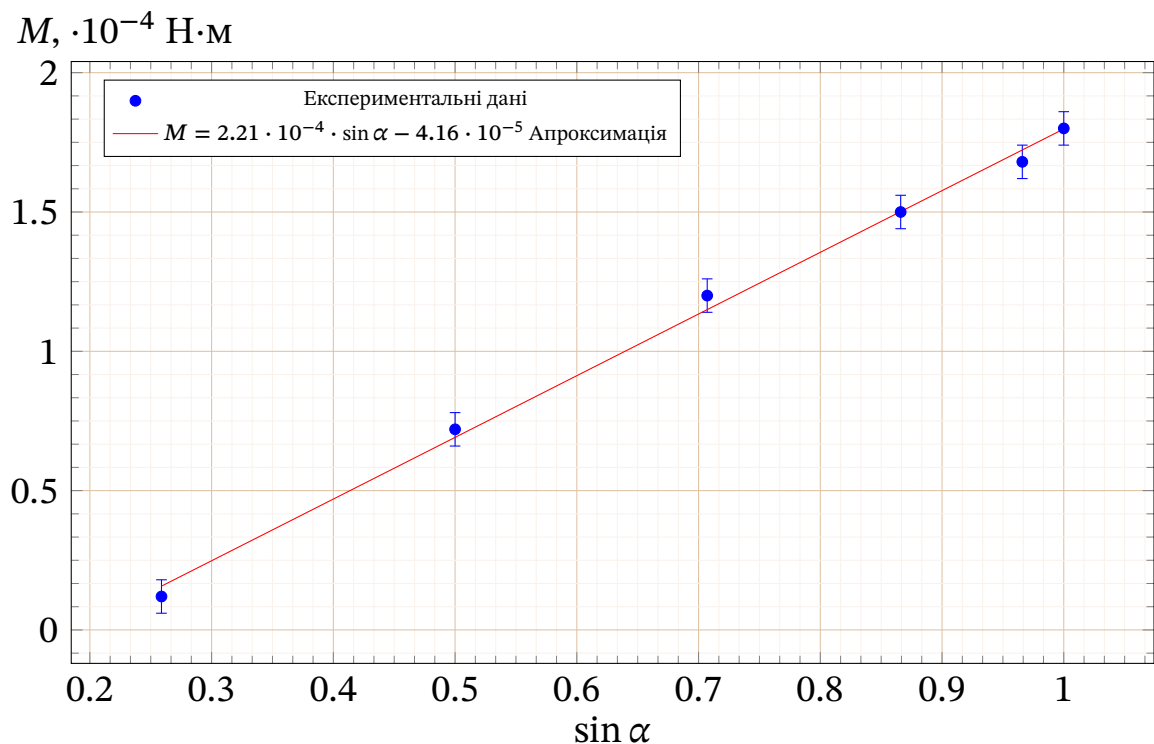


Рис. 2. Графік залежності обертового моменту від  $\sin \alpha$  у витку  $M(\sin \alpha)$ .

З лінійної апроксимації результатів (рис. ??) бачимо, що коефіцієнт нахилу  $k = 2.21 \cdot 10^{-4} \text{ Н/А}$ , а значення константи котушок можна розрахувати з (??)

$$C \approx (1.1 \pm 0.6) \cdot 10^{-4} \text{ Тл/А}$$

**1.4. Дослід 4. Залежність обертового моменту від площі контура**

**1.5. Дослід 5. Залежність обертового моменту від кількості витків контура**

## **2. Обговорення результатів**

### **Висновки**