

# Лабораторная работа № 3.6.1 "Петля гистерезиса - динамический метод"

Кирилл Шевцов Б03-402

12 декабря 2025 г.

## 1 Петли гистерезиса

- Параметры установки:  $R_0 = 0,22 \text{ Ом}$ ,  $R_u = 20 \text{ кОм}$ ,  $C_u = 20 \text{ мкФ}$ .
- Характеристики образцов.

Параметр	Пермалloy	Кремнистое железо	Феррит
$N_0$ , витков	15	20	45
$N_i$ , витков	300	200	400
$S$ , $\text{см}^2$	0,66	2,0	3,0
$2\pi R$ , см	14,1	11,0	25,0

- Калибровка осциллографа, значение тока для получения петли гистерезиса, картины петель гистерезиса для трех образцов.

Параметр	Пермалloy	Кремнистое железо	Феррит
$2x$ , дел	$7,8 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$
$2y$ , дел	$3,8 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$
$I_{\text{эф}}$ , мА	$257,8 \pm 0,1$	$1004,3 \pm 0,1$	$549,9 \pm 0,1$
$K_X$ , В/дел	0,02	1,0	0,05
$K_Y$ , В/дел	0,05	0,02	0,02
Петля гистерезиса			

## 2 Калибровка осциллографа, расчет постоянной $\tau$ , полей $B_s$ и $H_c$

- Отключаем намагничивающую обмотку от цепи, подсоединяя оба провода к одной из ее клемм. Чувствительность экрана  $W = 2\sqrt{2R_0I_{\text{эф}}}/(2x)$

Параметр	Пермаллой	Кремнистое железо	Феррит
$I_{\text{эфф}}, \text{ А}$	$0,248 \pm 0,001$	$1,043 \pm 0,001$	$0,525 \pm 0,001$
$2x, \text{ дел}$	$6,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$
$W, \text{ В/дел}$	$0,025 \pm 0,001$	$0,092 \pm 0,001$	$0,032 \pm 0,001$
$K_X, \text{ В/дел}$	0,02	1,00	0,05

5. Расчитаем постоянную времени  $\tau$ ,  $U_{\text{вх}}$  с частотой  $\nu = \omega/2\pi = 50 \text{ Гц}$ .

Входное и выходное напряжение.

$$U_{\text{вх}} = 2y \cdot K_Y \quad U_{\text{вых}} = 2x \cdot K_X \quad (1)$$

где  $K_X, K_Y$  - чувствительности каналов  $X$  и  $Y$  осциллографа. Постоянная времени  $\tau = RC = (U_{\text{вх}})/(\omega \cdot U_{\text{вых}})$

Параметр	Значение
$2y, \text{ дел}$	$8,0 \pm 0,1$
$2x, \text{ дел}$	$6,2 \pm 0,1$
$K_Y, \text{ В/дел}$	2
$K_X, \text{ В/дел}$	0,02
$U_{\text{вх}}, \text{ В}$	$16,0 \pm 0,1$
$U_{\text{вых}}, \text{ В}$	$0,124 \pm 0,001$
$\tau, \text{ с}$	$0,41 \pm 0,01$

6. Полученные данные. Коэрцитивная сила, магнитное поле образцов можно вычислить согласно соотношениям

$$H_c = \frac{IN_0}{2\pi R} = \frac{N_0}{2\pi R} \frac{K_X}{R_0} \quad B_s = \frac{R_u C_u U_{\text{вых}}}{SN_u} = \frac{R_u C_u}{SN_u} 2y \cdot K_Y \quad (2)$$

Материал	Параметр	Эксперимент
Пермаллой	$H_c, \text{ А/м}$	$9,67 \pm 1,00$
	$B_s, \text{ Тл}$	$1,01 \pm 0,01$
Кремнистое железо	$H_c, \text{ А/м}$	$826,4 \pm 1,0$
	$B_s, \text{ Тл}$	$0,20 \pm 0,01$
Феррит	$H_c, \text{ А/м}$	$16,3 \pm 1,0$
	$B_s, \text{ Тл}$	$0,067 \pm 0,001$

Видно, что пермаллой и феррит - это ферромагнетики, которые имеют небольшую коэрцитивную силу, то есть их размагнитит небольшая напряженность магнитного поля  $H_c$ . Кремнистое железо имеет огромную коэрцитивную силу - именно по этому его называют "жестким" ферромагнетиком.

### 3 Вывод

В ходе лабораторной работы были экспериментально исследованы магнитные свойства трёх ферромагнитных материалов. Получены петли гистерезиса ферромагнитных материалов с помощью осциллографа.