

Лабораторная работа № 3.6.1 "Петля гистерезиса - динамический метод"

Кирилл Шевцов Б03-402

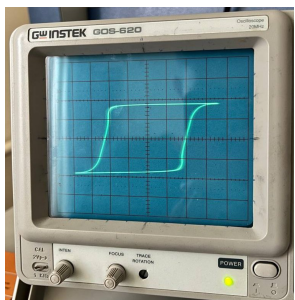
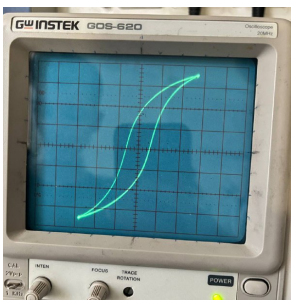
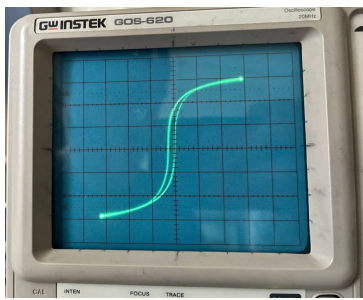
12 декабря 2025 г.

1 Петли гистерезиса

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

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

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

Параметр	Пермаллой	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 τ , полей B_s и H_c

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

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

5. Рассчитаем постоянную времени τ , $U_{вх}$ с частотой $\nu = \omega/2\pi = 50$ Гц.
Входное и выходное напряжение.

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

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

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
$U_{вх}, \text{ В}$	$16,0 \pm 0,1$
$U_{вых}, \text{ В}$	$0,124 \pm 0,001$
$\tau, \text{ с}$	$0,41 \pm 0,01$

6. Полученные данные. Коэрцетивная сила, магнинеое поле образцов можно вычислить согласно соотношениям

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

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 коэрцетивную силу, то есть их размагнитит небольшая напряженность магнитного поля H_c . Кремнистое железо имеет огромную коэрцетивную 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.