

ГУАП

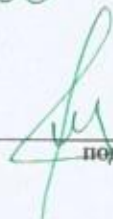
КАФЕДРА № 3

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

105

ассистент

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

05.04.24

М. Д. Рассыхаева
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИСТЕРЕЗИСА ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

по курсу:

ФИЗИКА

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. №

4326



подпись, дата

Г. С. Томчук
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2024

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ

Лабораторная работа №5

Исследование гистерезиса ферромагнитных материалов

Студент группы №

4326

№ группы

Толмач Т.С.

Фамилия, инициалы

Преподаватель каф. №

3

№ кафедры

Росинкова М.Д.

Фамилия, инициалы

Параметры приборов

Прибор	Тип	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	Систематическая погрешность
Генератор сигналов	ГЗ-118	9990 Гц	—	—	—
Осциллограф	ОСЧ-10В	5 дел по «Х» и «У»	0,2 дел	—	—

Для осциллографа $k_x = k_y = 0,5 \frac{\text{В}}{\text{дел}}$.

Результаты измерений

№ петли	x_I , дел	x_{III} , дел	y_I , дел	y_{III} , дел
1	2,2	1,3	1,4	1,3
2	1,8	1,3	1,3	1,2
3	1,6	1,8	1,3	1,2
4	1,5	1,8	1,3	1,1
5	1,3	1,6	1,3	1

Параметры схемы исследуемого образца ферромагнетика:

$N_1 = 100$ витков; $N_2 = 100$ витков;

$r_1 = 4,5$ мм; $r_2 = 3$ мм; $b = 10$ мм;

$R_1 = 52$ Ом; $R_2 = 43$ кОм; $C = 0,24$ мкФ.

Дата « 3 » февраля 2024 г.

Толмач

Подпись студента

Подпись преподавателя

1. Цель работы: изучение магнетизма ферро-магнитных материалов, построение огибающей кривой намагничивания, определение работы перемагничивания в коэрцитивной силе.
2. Описание лабораторной установки

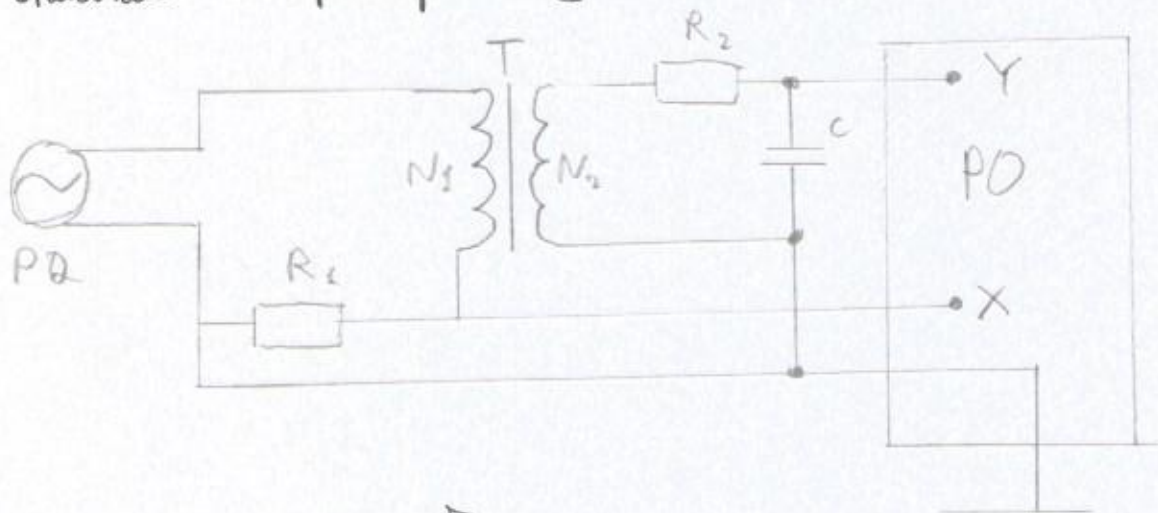


Рис. 1

ГД — звуковой генератор, ЭО — электростатический осциллограф, Т — магнитный трансформатор, $N_1 = 100$ витков, $N_2 = 100$ витков, $r_1 = 4,5$ мм, $r_2 = 3$ мм, $b = 10$ мм, $R_1 = 51$ Ом, $R_2 = 4,3$ кОм, $C = 0,224$ мкФ.

Таблица 1 — параметры приборов

Прибор	Тип	Пределы изм.	μ_0/g	Класс точ.	Сист. погр.
Генератор изм.	ГЗ-118	0,0001 Гц	—	—	—
Осцилл.	ОСН-10В	5 дел. $\times 1/8$	0,2 дел	—	—

3. Рабочие формулы.

$$r_T = \frac{r_1 + r_2}{2}, \quad (1)$$

где r_T — радиус тороида, r_1 и r_2 — внутр. и внеш. радиусы тороида.

и

$$H = \frac{N_1 k_x x}{2\pi r_T R_1} = \alpha k_x x, \quad (2)$$

где H — напряжённость в порошке, k_x — коэф-т отклонения э. луча по горизонтали, x — координата абриса, R_1 — сопротивление, $\alpha = \frac{N_1}{2\pi r_T R_1}$.

$$U_x = k_x x, \quad (3)$$

где U_x — падение напряжения на сопротив-ии R_1 .

$$U_y = k_y y, \quad (4)$$

где U_y — напряжение на конденсаторе, k_y — коэф-т отклонения э. луча по вертикали, y — координата ординат.

$$S_2 = (r_2 - r_1) \cdot b, \quad (5)$$

где S_2 — площадь попереч. сеч. порошка, b — высота порошка.

$$\beta = \frac{R_2 C k_y y}{N_2 \cdot S_2} = \beta k_y y, \quad (6)$$

где β — индукция магнитного поля, $\beta = \frac{R_2 C}{N_2 S_2}$.

$$A_n = \frac{N_1 k_x R_2 C k_y}{2\pi r_T R_1 N_2 S_2} S_n, \quad (7)$$

где A_n — работа перематнивания за один цикл, S_n — площадь петли гистерезиса.

4. Достоверность измерений и вычислений

Таблица 2

N° пемки	x, см	y, см	u _x , В	u _y , В	K, A/м	ΔK, A/м	B, Тл	ΔB, Тл
1	1,9	1,3	0,95	0,65	42	±1,47	0,14	±0,0048
2	1,9	1,2	0,95	0,6	42	±1,47	0,13	±0,0045
3	1,8	1,2	0,9	0,6	40	±1,4	0,13	±0,0045
4	1,8	1,1	0,9	0,55	40	±1,4	0,12	±0,0042
5	1,6	1	0,8	0,5	36	±1,26	0,107	±0,0037

5. Примеры вычислений

По ф-ле (1): $r_T = \frac{4,579}{2} = 6,15 \text{ мм} = 6,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

По ф-ле (2): $K = \frac{100 \cdot 0,5 \cdot 1,9}{10^{-3} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 6,15 \cdot 51} \approx 42,28 \approx 42 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

По ф-ле (3): $u_x = k_x \cdot x = 0,5 \cdot 1,9 = 0,95 \text{ В}$

По ф-ле (4): $u_y = 0,5 \cdot 1,3 = 0,65 \text{ В}$.

По ф-ле (5): $S_2 = (9 - 4,5) \cdot 10 = 45 \text{ мм}^2 = 45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$.

По ф-ле (6): $B = \frac{R_2 C k_y g}{N_2 S_2} = \frac{4,3 \cdot 10^3 \cdot 0,274 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 1,3}{100 \cdot 45 \cdot 10^{-6}} \approx$

$\approx 0,139 \approx 0,14 \text{ Тл}$.

По ф-ле (7): $A_n = \frac{100 \cdot 0,5 \cdot 4,3 \cdot 10^3 \cdot 0,274 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 6,175 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 51 \cdot 45 \cdot 10^{-6}} \cdot 30 \cdot 10^{-6} \approx 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.

6. Вычисление погрешностей

$\Delta K_{1,2} = \Delta k_x \cdot \Delta x \cdot K = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 42 = \pm 1,47 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

$\Delta K_{3,4} = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 40 = \pm 1,4 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

$\Delta K_5 = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 36 \approx \pm 1,26 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

$\Delta B_1 = \Delta k_y \cdot \Delta y \cdot B = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 0,14 = \pm 0,0048 \text{ Тл}$

$\Delta B_{2,3} = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 0,13 = \pm 0,0045 \text{ Тл}$

$$\Delta B_4 = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 0,12 = \pm 0,0042 \text{ Тл}$$

$$\Delta B_5 = \pm 0,07 \cdot 0,5 \cdot 0,107 = \pm 0,0037 \text{ Тл}.$$

г. Выводы

- Определен и построил основную кривую намагничивания, построил макс. петлю гистерезиса, по ней определил площадь и вывели работу перемагничивания за один цикл; определил коэрцитивную силу и тип ферромагнетика.
- $S_n = 30 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 30 \text{ мкм}^2$.
- $A_n = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.
- $H_c = 18,5 \frac{\text{А}}{\text{м}} \Rightarrow \text{ферромагнетик легкий} (H_c < 100 \frac{\text{А}}{\text{м}})$.

7

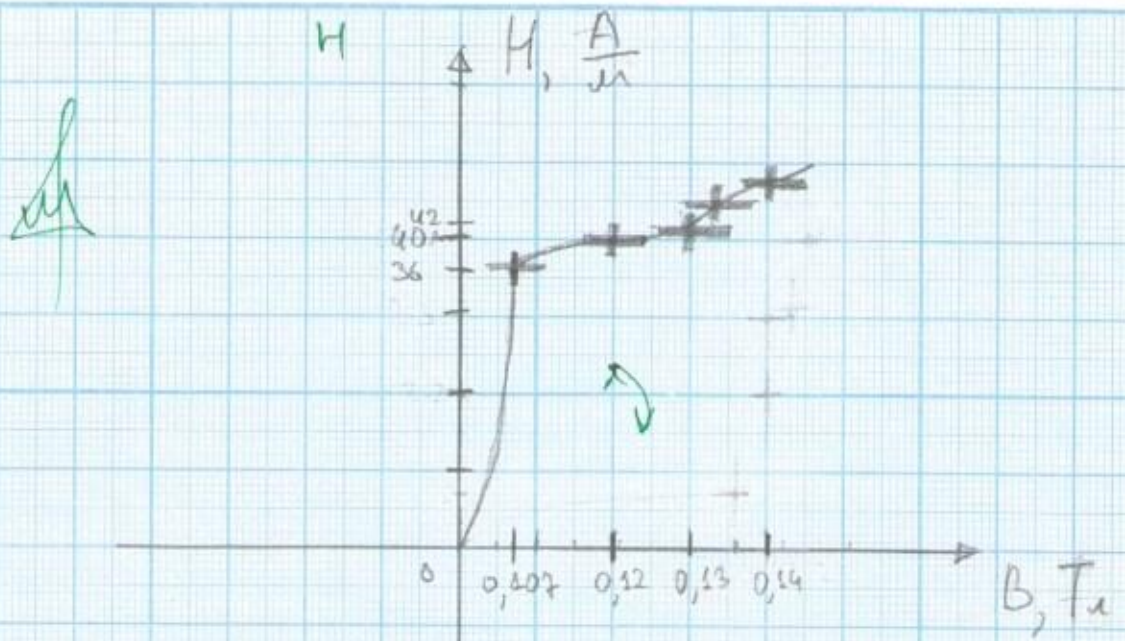


Рис. 2
Основная кривая
магнетизации

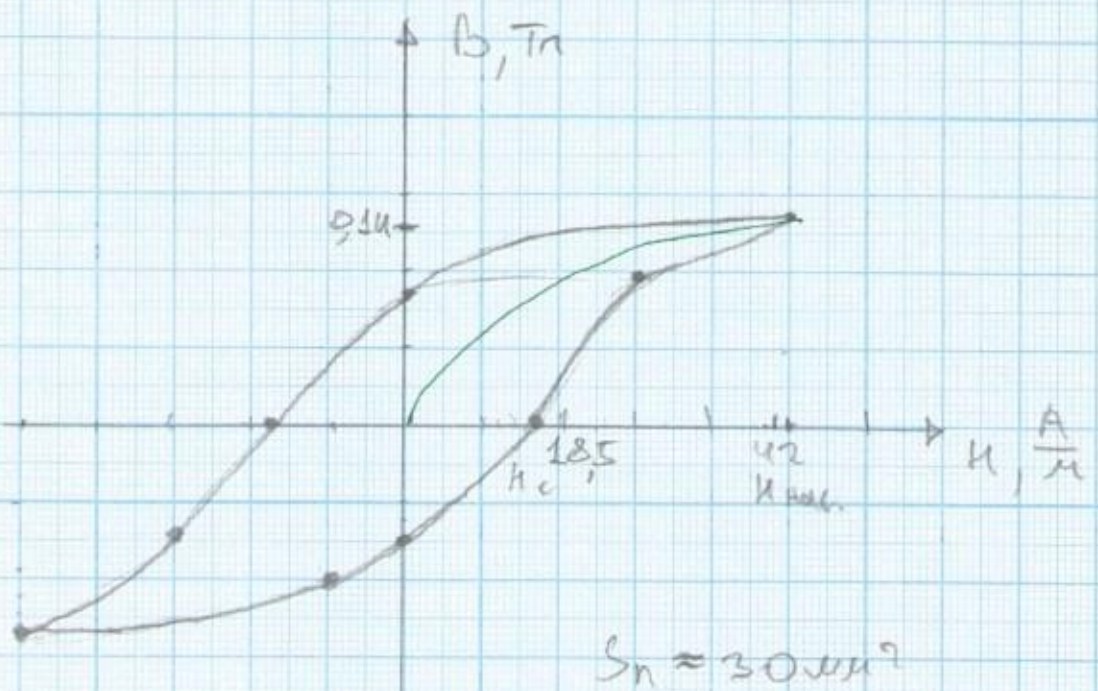


Рис. 3
Максимальная
плотность магнитного
потенциала