



РАБОЧИЙ ПРОТОКОЛ И ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3.07
"Изучение свойств ферромагнетика"

Группа: 2.1.1
Студент: Денисова А.А., Пименова Е.А.,
Шнейдерис Г.Г.
Преподаватель: Хвастунов Н.Н.

К работе допущен:
Работа выполнена:
Отчет принят:

1 Цель работы

- Изучение свойств ферромагнетика в состоянии насыщения и измерение потерь энергии при перемагничивании

2 Задачи, решаемые при выполнении работы

- Измерение зависимости магнитной индукции в ферромагнетике от напряженности магнитного поля $B = B(H)$
- Определение по предельной петле гистерезиса индукции насыщения, остаточной индукции и коэрцитивной силы
- Получение зависимости магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля $\mu = \mu(H)$ и оценка максимального значения величины магнитной проницаемости
- Расчет мощности потерь энергии в ферромагнетике в процессе его перемагничивания

3 Метод экспериментального исследования

- С помощью осциллографа измерить координаты петли гистерезиса (вершины и точки пересечения с осями координат) для разных значений амплитуды напряжения на генераторе
- Также для каждой амплитуды по координатам и коэффициентам α, β вычисляем: коэрцитивную силу H_c , остаточную индукцию B_r , а также H_m и B_m вершины

4 Рабочие формулы и исходные данные

1) Данные об установке

$$R_1 = 68 \text{ Ом} \pm 10\% \quad R_2 = 47 \text{ кОм} \pm 10\%$$

$$N_1 = 1665 \text{ вит} \quad N_2 = 970 \text{ вит}$$

$$l = 7,8 \pm 0,1 \text{ см} \quad C_1 = 0,47 \text{ мкФ} \pm 10\% \quad S = 0,64 \pm 0,05 \text{ см}^2$$

2) Коэффициенты α , β и χ

$$\alpha = \frac{N_1}{l \cdot R_1} \quad \beta = \frac{R_2 \cdot C_1}{N_2 \cdot S} \quad \chi = \frac{N_1 \cdot R_2 \cdot C_1}{N_2 \cdot R_1} \cdot f$$

3) Коэрцитивная сила

$$H = \frac{N_1}{l \cdot R_1} \cdot U$$

4) Остаточная индукция

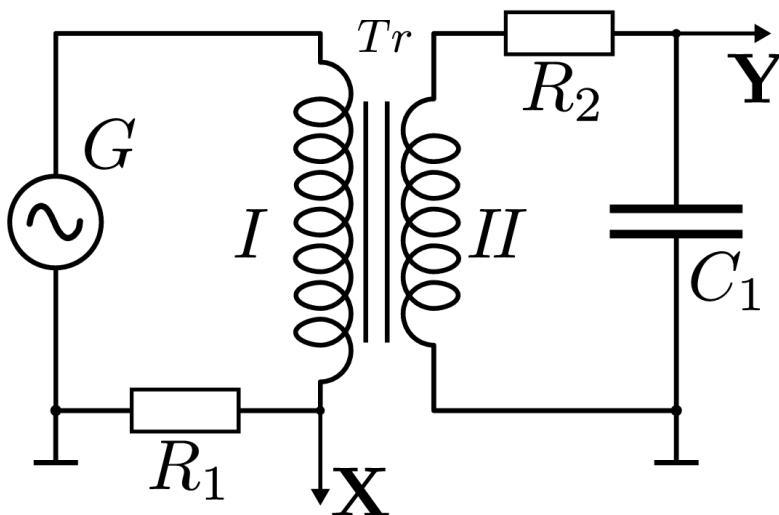
$$B = \beta \cdot U$$

5 Измерительные приборы:

№	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон
1	Цифровой осциллограф GDS-71102B	измерительный	1Гц - 1ГГц
2	ИСХ1	цифровой	0В - 17В

Таблица 1: Измерительные приборы

6 Схема установки:



7 Результаты прямых измерений и их обработки:

U, В	X, дел	K _x , В/дел	H, А/м	Y, дел	K _y , В/дел	B, Тл	μ
20,00	2,20	0,10	69,06	2,00	0,05	0,04	410,02
19,00	2,08	0,10	65,29	1,92	0,05	0,03	416,32
18,00	1,72	0,10	53,99	1,64	0,05	0,03	430,04
17,00	1,64	0,10	51,48	1,60	0,05	0,03	440,02
16,00	1,56	0,10	48,97	1,56	0,05	0,03	451,02
15,00	1,44	0,10	45,20	1,44	0,05	0,03	451,02
14,00	1,32	0,10	41,44	1,40	0,05	0,02	478,35
13,00	1,16	0,10	36,41	1,20	0,05	0,02	466,57
12,00	1,08	0,10	33,90	1,20	0,05	0,02	501,13
11,00	1,04	0,10	32,65	1,04	0,02	0,01	180,41
10,00	0,96	0,10	30,14	1,00	0,02	0,01	187,92

7.0.1 Еще параметры:

$B_R = 0,025$ Тл – Остаточная индукция в состоянии насыщения

$H_C = 7,66$ А/м – Коэрцитивная сила в состоянии насыщения

$\mu = 434$ – Магнитная проницаемость в состоянии насыщения

$P_{cp} = 713,7$ Вт – Мощность потерь на перемагничивание ферромагнетика

$S = 6,4$ дел² – Площадь петли гистерезиса в условных единицах

7.0.2 Примеры расчетов:

Расчёт напряжённости магнитного поля H :

$$H = \alpha \cdot K_x \cdot X = 313,91 \cdot 0,10 \frac{\text{В}}{\text{дел}} \cdot 2,20 \text{ дел} = 69,06$$

Расчет индукции магнитного поля в образце B :

$$B = \beta \cdot K_y \cdot Y = 0,36 \cdot 0,05 \frac{\text{В}}{\text{дел}} \cdot 2,00 \text{ дел} = 0,04 \text{ Тл}$$

Расчет магнитной индукции μ :

$$\mu = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{0,04 \text{ Тл}}{\mu_0 \cdot 69,06 \text{ А/м}} = 410,02$$

8 Расчёт результатов косвенных измерений

Расчет коэффициента α :

$$\alpha = \frac{N_1}{l \cdot R_1} = \frac{1665}{0,078 \cdot 68} = 313,91 \frac{1}{\text{М} \cdot \text{Ом}}$$

Расчет коэффициента β :

$$\beta = \frac{R_2 \cdot C_2}{N_2 \cdot S_2} = 3,56 \frac{\text{Ом} \cdot \Phi}{\text{м}^2}$$

Таблица 1:

X_c , дел	Y_r , дел	H_c , А/м	B_r , Тл
1,2	1,4	37,669	0,024909

Расчет коэрцитивной силы H_c :

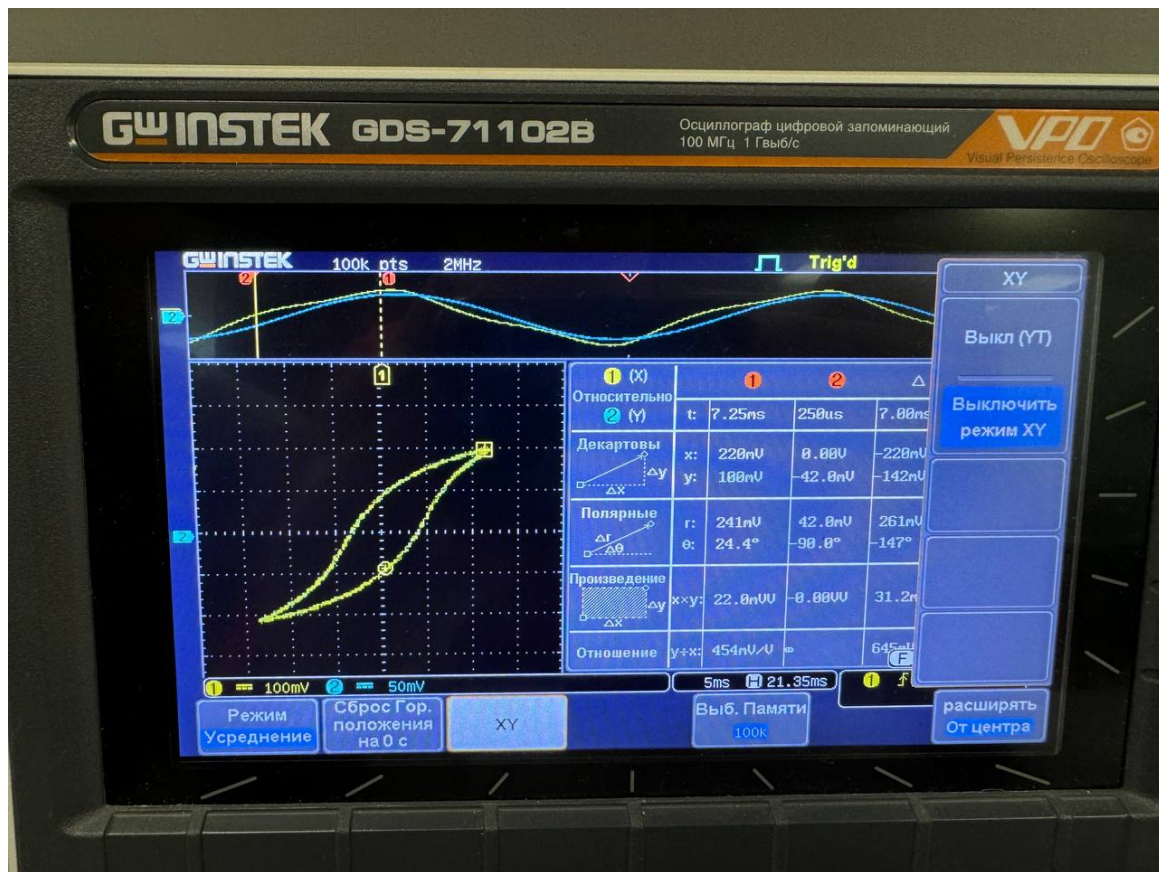
$$H_c = \alpha \cdot X_c \cdot K_x = 313,91 \cdot 1,2 \cdot 0,10 = 37,67 \text{ А/м}$$

Расчет остаточной индукции B_r :

$$B_r = \beta \cdot Y_r \cdot K_y = 3,56 \cdot 1,4 \cdot 0,05 = 0,02 \text{ Тл}$$

Таблица 2:

X_m , дел	Y_m , дел	H_m , А/м	B_m , Тл	μ_m
2,8	2,7	87,895	0,048037	434,90



Расчет магнитной проницаемости μ :

$$\mu = \frac{B_m}{\mu_o \cdot H_m} = 434,91$$

Площадь петли S :

$$S = 6,4 \text{ дел}^2$$

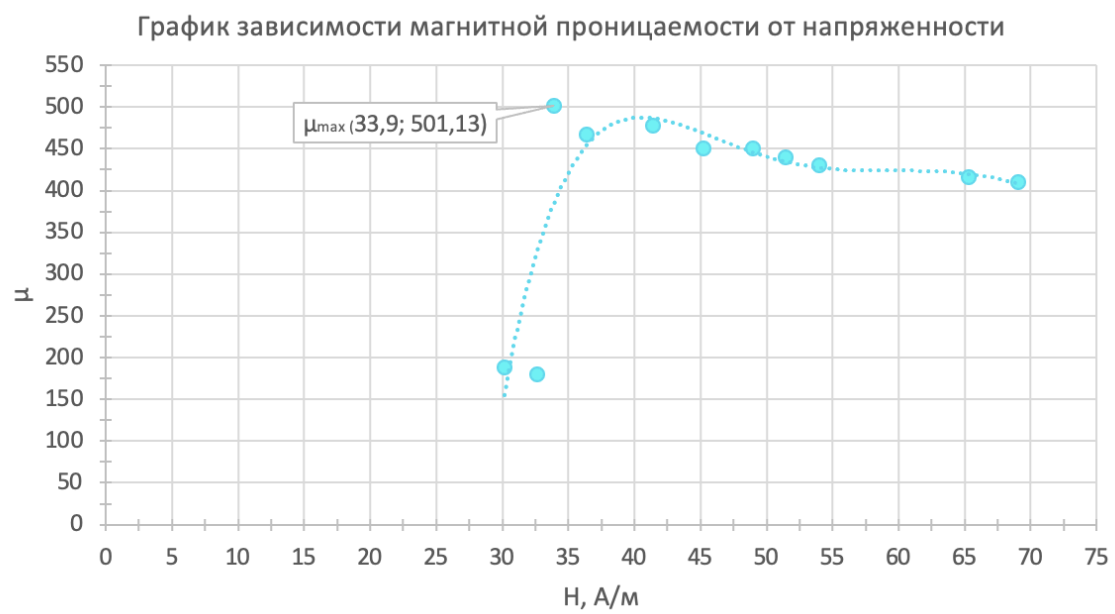
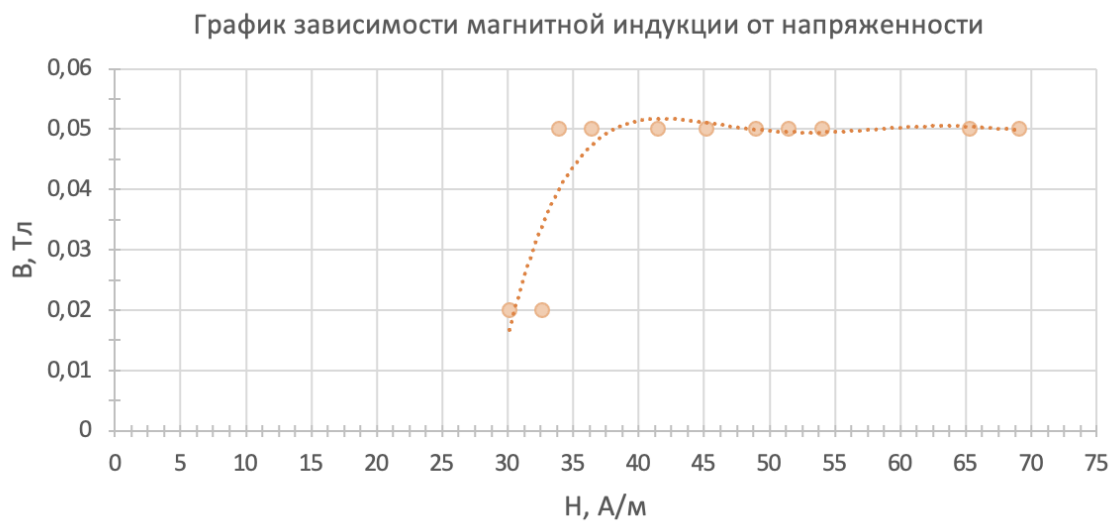
Расчет коэффициента χ

$$\chi = K_x \cdot K_y \cdot \frac{N_1 \cdot R_2 \cdot C_1}{N_2 \cdot R_1} \cdot f = 100 \cdot 50 \cdot \frac{1665 \cdot 470000 \cdot 0,47 \cdot 10^{-6}}{970 \cdot 68} \cdot 40 = 111,52 \text{ Дж/с}$$

Средняя мощность P , расходуемая на перемагничивание образца:

$$P = \chi \cdot S_{\text{пр}} = 111,52 \cdot 6,4 = 713,74 \text{ Вт}$$

9 Графики



10 Окончательные результаты:

$$H_c = 37,67 \text{ А/м}$$

$$B_r = 0,02 \text{ Тл}$$

$$\mu = 410,02$$

$$P = 713,74 \text{ Вт}$$

$$\mu_{max} = 501,13 \text{ при } H = 33,9 \text{ А/м}$$

11 Выводы и анализ результатов работы

В результате выполнения лабораторной работы 3.07 были изучены свойства ферромагнетиков, измерены зависимости магнитной индукции от напряженности магнитного поля, изучено, что такое предельная петля гистерезиса, а также определены по ней значения индукции насыщения, остаточной индукции и коэрцитивной силы. В процессе обработки результатов измерений мы получили зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля, нашли и оценили максимальное значение величины магнитной проницаемости. (Команда) Бригада «НЕЙРОТЕХ» очень старалась, разбираясь с незнакомыми словами в методичке и осваивая такие приборы для измерений, как сциллограф и генератор.