

Группа Р3114 К работе допущен 20.03.20 ГРД
Студент Патун Владимир Михайлович Работа выполнена 20.03.20 ГРД
Преподаватель Климов Василий Александрович Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.07

Изучение свойств ферромагнетика.

1. Цель работы.

Изучить св-ва ферромагнетиков на практике.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- 1) Измерения зависимости $B = B(H)$
- 2) Определить по предельной петле гистерезиса индукции насыщения, остаточной индукции и коэрцитивной силы.
- 3) Получить зависимость $\mu = \mu(H)$
- 4) Расчет мощности потерь энергии.

3. Объект исследования.

Сердечник трансформатора

4. Метод экспериментального исследования.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$H = \alpha \cdot X \cdot K_x \quad \alpha = \frac{N_1}{\ell R_1}$$

$$B = \beta \cdot y \cdot K_y \quad \beta = \frac{R_2 G}{N_2 S}$$

$$\chi = K_x \cdot K_y \frac{N_1 R_2 G}{N_2 R_1} f$$

$$P = \chi \cdot S_{\text{пр}} \quad \mu = \frac{B}{\mu_0 H}$$

$$R_1 = 68 \Omega \pm 10\% \quad N_1 = 1665 \text{ вит}$$

$$R_2 = 470 \text{ к}\Omega \pm 10\% \quad N_2 = 970 \text{ вит}$$

$$C = 0,47 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$S = 0,64 \pm 0,05 \text{ см}^2 \Rightarrow S = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$\ell = 7,8 \pm 0,1 \text{ см} \Rightarrow \ell = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$K_x = 100 \text{ мВ} \quad K_y = 50 \text{ мВ} \quad f = 40 \text{ Гц}$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	<u>Осциллограф</u>	<u>Электронный</u>	<u>4 дел</u>	<u>0,5 мВ</u>
2	<u>Генератор син</u>	<u>Электронный</u>	<u>1 мГц - 10 МГц</u>	<u>1 мкГц</u>
3				
4				

Приложение 1:

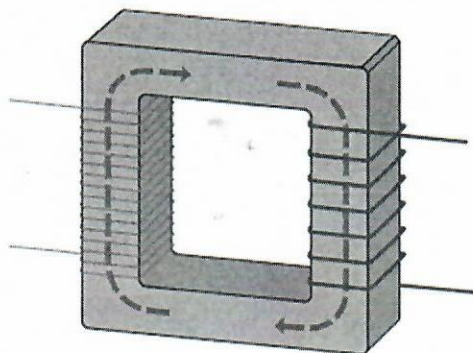


Рис. 2. Магнитопровод (сердечник) трансформатора

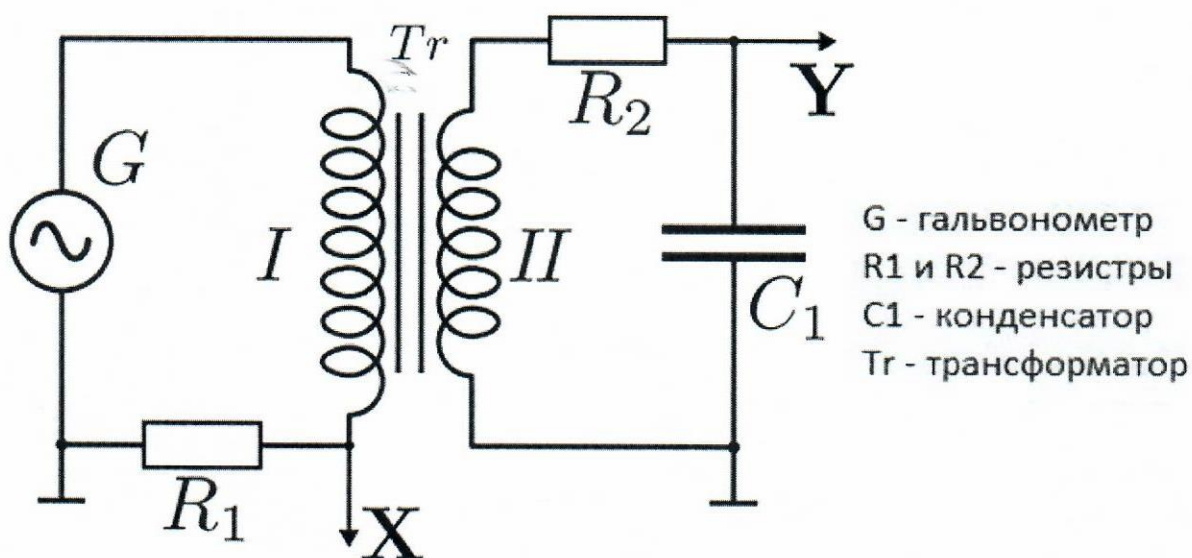


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема установки

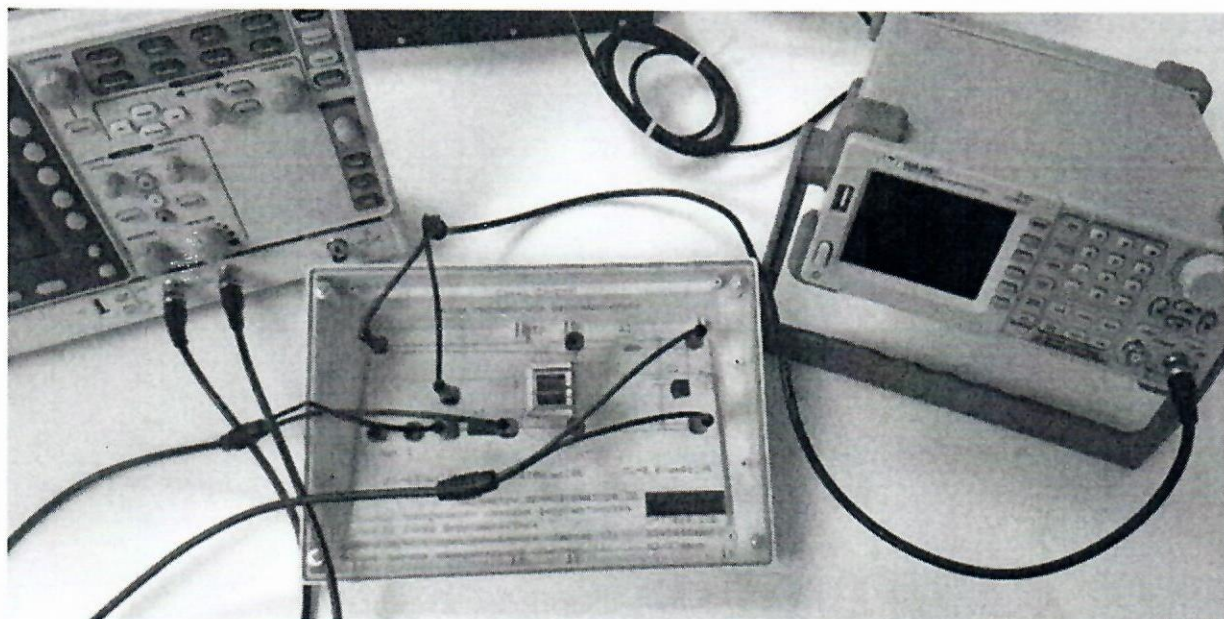


Рис. 4. Общий вид лабораторной установки

Приложение №2

X_c , дел.	Y_r , дел.	H_c , А/м	B_r , Тл
1	1,2	31,	0,21

X_m , дел.	Y_m , дел.	H_m , А/м	B_m , Тл	μ_m
2,3	2	72,2	0,36	3 922

Приложение

Таблица 3: Результаты прямых измерений и расчетов

U, B	X , дел.	K_x , $\frac{B}{\text{дел}}$	H , А/м	Y , дел.	K_y , $\frac{B}{\text{дел}}$	B , Тл	μ
19	2,2	100	69	1,9	50	0,34	3898,6
18	2,1	100	66	1,8	50	0,32	3861
17	2,0	100	63	1,6	50	0,28	3595,7
16	1,9	100	59,6	1,5	50	0,27	3563,3
15	1,8	100	57	1,4	50	0,25	3477
14	3,3	50	52	1,3	50	0,23	3539
13	3,0	50	47	1,2	50	0,21	3615
12	2,9	50	45	1,2	50	0,21	3775
11	2,7	50	42	1,0	50	0,18	3371
10	2,5	50	39	1,0	50	0,18	3630
9	2,4	50	38	2,2	20	0,16	3279
8	2,2	50	35	2,0	20	0,14	3236
7	2,0	50	31	1,7	20	0,12	3106
6	2,0	50	31	1,4	20	0,10	2557
5	1,9	50	30	1,3	20	0,09	2470
4	1,7	50	27	2,2	10	0,08	2333

20.03.20

Расчет параметров:

$$\alpha = \frac{N_1}{\ell R_1} = \frac{1665}{0,078 \cdot 68} = 313,91 \frac{\text{Ват}}{\text{м} \cdot \text{Ам}} \approx 3,1 \cdot 10^2 \frac{\text{Ват}}{\text{м} \cdot \text{Ам}}$$

$$\beta = \frac{R_2 C_1}{N_2 S} = \frac{47 \cdot 10^4 \cdot 4,7 \cdot 10^{-7}}{970 \cdot 6,4 \cdot 10^{-5}} = 3,56 \frac{\text{Ам} \cdot \varphi}{\text{Ват} \cdot \text{м}^2} \approx 3,6 \frac{\text{Ам} \cdot \varphi}{\text{Ват} \cdot \text{м}^2}$$

$$\chi = K_x \cdot K_y \frac{N_1 R_2 C_1}{N_2 R_1} f = 0,1 \cdot 0,05 \cdot \frac{1665 \cdot 47 \cdot 10^4 \cdot 4,7 \cdot 10^{-7} \cdot 40}{970 \cdot 68} = 0,0011 \text{ Вт/Ам}^2$$

$$H_c = \alpha \times K_x = 3,1 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 0,1 = 31 \text{ А/м}$$

$$B_r = \beta \cdot K_y \cdot y = 3,6 \cdot 0,05 \cdot 2 = 0,36 \text{ Тл}$$

$$S_n = \frac{(8+27+10+25+22+41+100+28+25+22+15+21+25+100+18+25+25+28+4+18+10+8)}{1000000} =$$

$$= 60,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$\Delta S = \frac{0,5 \cdot 148}{1000000} = 0,000074 \text{ м}^2$$

$$\varepsilon_s = \frac{\Delta S \cdot 100\%}{S} = \frac{0,000074}{61 \cdot 10^{-5}} \cdot 100\% \approx 12\%$$

$$S_n = (60,7 \pm 7,4) \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \quad \varepsilon_s = 12\%$$

$$P = \chi S_n = 0,0011 \cdot 60,7 \cdot 10^{-5} \approx 7 \cdot 10^{-7} \text{ Вт}$$

$$\varepsilon_x = \sqrt{(\varepsilon K_x)^2 + (\varepsilon K_y)^2 + (\varepsilon R_2)^2 + (\varepsilon C)^2 + (\varepsilon R_1)^2 + (\varepsilon f)^2} =$$

$$= \sqrt{0,25 + 8 + 100 + 100 + 100 + 2,7889} = 14\%$$

$$\Delta X = \frac{\varepsilon_x \cdot X}{100} = \frac{14 \cdot 0,0011}{100} = 0,00016 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ Вт} \cdot \text{Ам} \cdot \varphi$$

$$\varepsilon_P = \sqrt{(\varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_s)^2} = 21\%$$

$$\Delta P = \frac{\varepsilon_P \cdot P}{100} = 15 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}$$

$$P = (70 \pm 15) \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \quad \varepsilon_P = 21\%$$

$$X = (110 \pm 16) \cdot 10^{-5} \text{ Вт} \cdot \text{Ам} \cdot \varphi \quad \varepsilon_x = 14\%$$

Погрешность для $L; \beta$:

$$\varepsilon_L = \sqrt{(\varepsilon_{R_1})^2 + (\varepsilon_{R_2})^2} = \sqrt{1,69 + 100} = 10\%$$

$$\varepsilon_\beta = \sqrt{(\varepsilon_{R_2})^2 + (\varepsilon_S)^2 + (\varepsilon_{C_1})^2} = \sqrt{100 + 64 + 100} = 16\%$$

$$\Delta L = \frac{\varepsilon_L \cdot L}{100} = 32 \frac{\text{Вит}}{\text{м} \cdot \text{Ам}}$$

$$\Delta \beta = \frac{\varepsilon_\beta \cdot \beta}{100} = 0,6 \frac{\text{Ам} \cdot \text{Ф}}{\text{Вит} \cdot \text{м}^2}$$

$$L = (310 \pm 32) \frac{\text{Вит}}{\text{м} \cdot \text{Ам}} \quad \varepsilon_L = 10\%$$

$$\beta = (36 \pm 6) \cdot 10^{-1} \frac{\text{Ам} \cdot \text{Ф}}{\text{Вит} \cdot \text{м}^2} \quad \varepsilon_\beta = 16\%$$

Для таблиц:

$$H = L K_L X = 310 \cdot 2,2 \cdot 0,1 = 68,2 \text{ А/м} \approx 70 \text{ А/м}$$

$$B = \beta \cdot y \cdot K_y = 3,6 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 0,342 \text{ Тл} \approx 0,34 \text{ Тл}$$

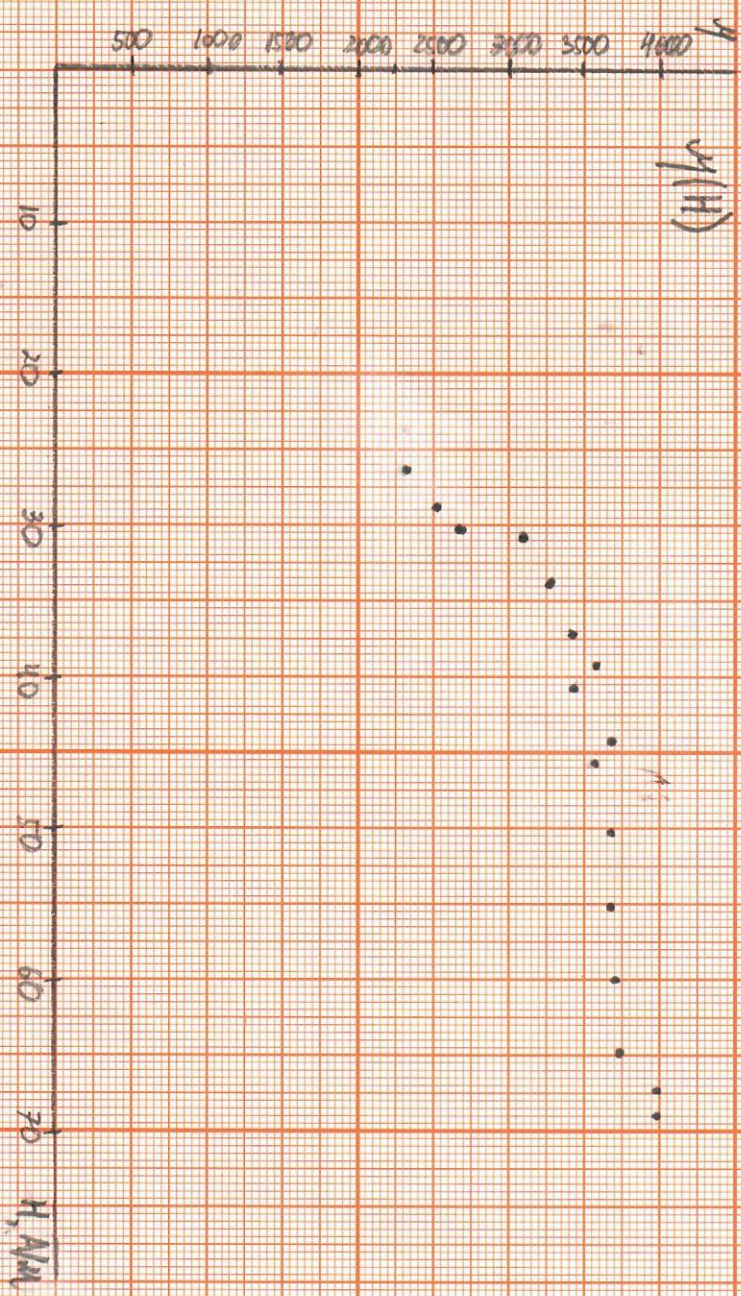
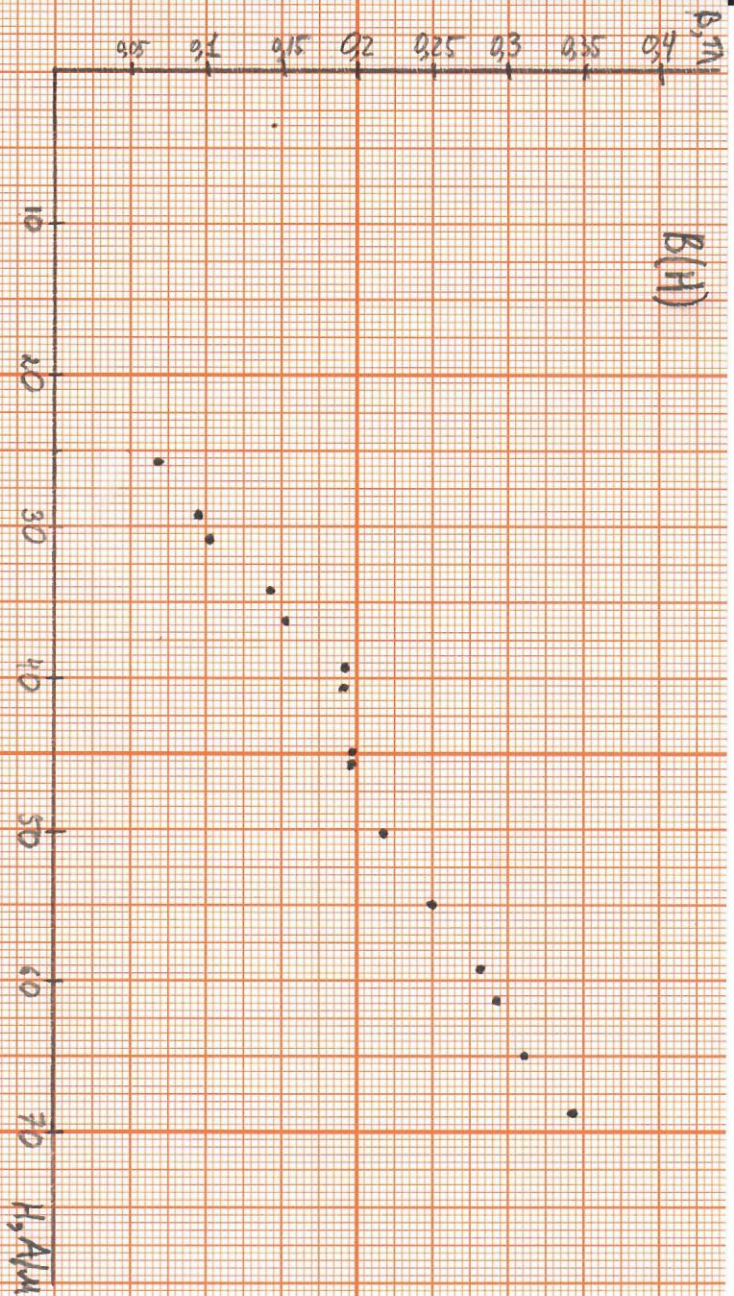
$$\mu = \frac{B}{H \mu_0} = \frac{0,34}{70 \cdot 1,26 \cdot 10^{-6}} = 3800$$

Вывод:

В ходе лабораторной были изучены на практике с-ва ферромагнетиков, нарисована зависимость $B = B(H)$ и $\mu = \mu(H)$. С помощью осциллографа получили изображение по медленной петле гистерезиса по ней получили значение индукции насыщения остаточную индукцию и коэрцитивной силы. Также по изображению петли определили её площадь и мощность потерь энергии.

Графики:

Ниже: ↓



$$S = 6,07 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$$

