

Петля гистерезиса (динамический метод)

Каспаров Николай, Б01-304

October 5, 2024

Цель работы: Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных токах

В работе используются: Автотрансформатор, понижающий трансформатор, интегрирующая цепочка, амперметр, вольтметр, электронный осциллограф, делитель напряжения, тороидальные образцы с двумя обмотками (с сердечниками из феррита, пермаллоя и кремнистого железа).

1 Ход работы

1.1 Калибровка канала X ЭО

Закоротим N_0 , через резистор R_0 потечет синусоидальный ток, эффективную величину которого можно измерить амперметром. Измерив $2x$ - длину горизонтальной прямой на экране, можно рассчитать K_x - чувствительность канала X:

$$K_x = \frac{2R_0\sqrt{2}I_{эф}}{2x} \approx (140 \pm 20) \frac{\text{мВ}}{\text{дел}} \quad (1)$$

1.2 Калибровка канала Y ЭО

Аналогично можно откалибровать канал Y:

$$K_y = \frac{2\sqrt{2}U_{эф}}{2x} \approx (70 \pm 5) \frac{\text{мВ}}{\text{дел}} \quad (2)$$

1.3 Измерение параметров интегрирующей ячейки

Постоянная RC нам известна, но её также можно определить и экспериментально. Как известно из РТ-лаб:

$$\tau = RC = \frac{U_{вх}}{wU_{вых}} = (0.43 \pm 0.05) \text{ с} \quad (3)$$

Что совпадает с известным значением: $RC = 0.4 \text{ с}$

1.4 Измерения над пермаллоем

$$N_0 = 15 \text{ витков}$$

$$N_n = 300 \text{ витков}$$

$$S = 0.66 \text{ см}^2$$

$$2\pi R = 14.1 \text{ см}$$

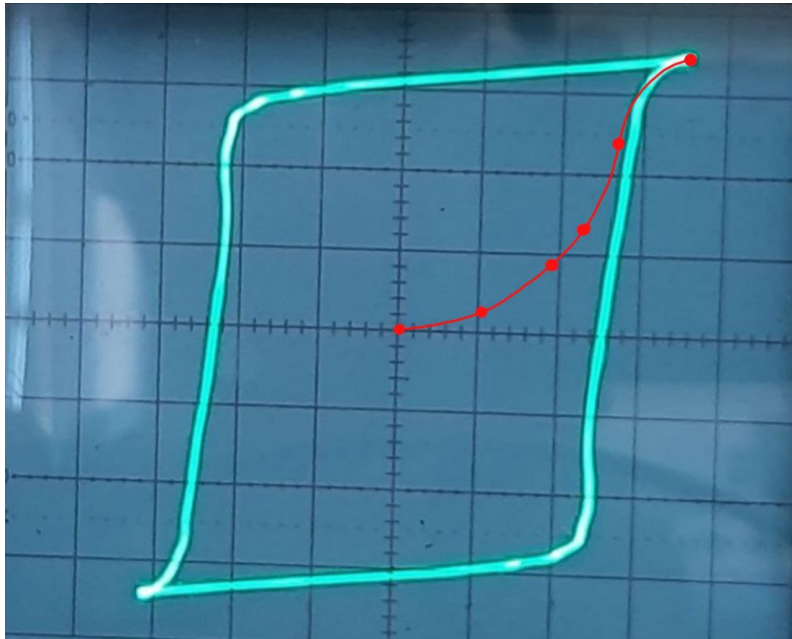


Рисунок 1: Предельная петля гистерезиса для пермаллоя

$$H = \frac{N_0 K_x}{2\pi R R_0} = (15 \pm 3) \frac{A}{м}$$

$$B = \frac{R_n C_n K_y}{S N_n} = (0.70 \pm 0.05) \text{ Тл}$$

$$H_c = (30 \pm 6) \frac{A}{м}$$

$$B_s = (1.4 \pm 0.1) \text{ Тл}$$

1.5 Измерения над ферритом

$$N_0 = 45 \text{ ВИТКОВ}$$

$$N_n = 400 \text{ ВИТКОВ}$$

$$S = 3.0 \text{ см}^2$$

$$2\pi R = 25 \text{ см}$$

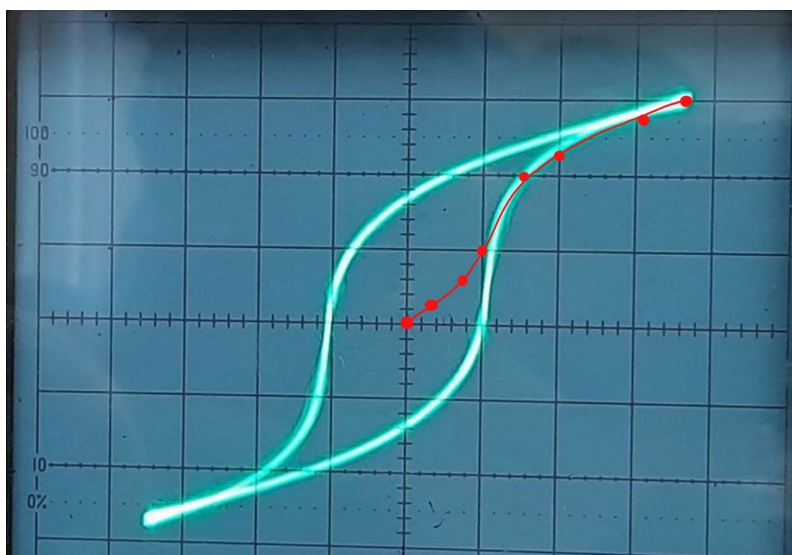


Рисунок 2: Предельная петля гистерезиса для феррита

$$H = \frac{N_0 K_x}{2\pi R R_0} = (14 \pm 2) \frac{A}{M}$$

$$B = \frac{R_n C_n K_y}{S N_n} = (0.19 \pm 0.02) \text{ Тл}$$

$$H_c = (14 \pm 2) \frac{A}{M}$$

$$B_s = (0.6 \pm 0.1) \text{ Тл}$$

1.6 Измерения над кремнистого железа

$$N_0 = 25 \text{ витков}$$

$$N_n = 250 \text{ витков}$$

$$S = 2.0 \text{ см}^2$$

$$2\pi R = 11 \text{ см}$$

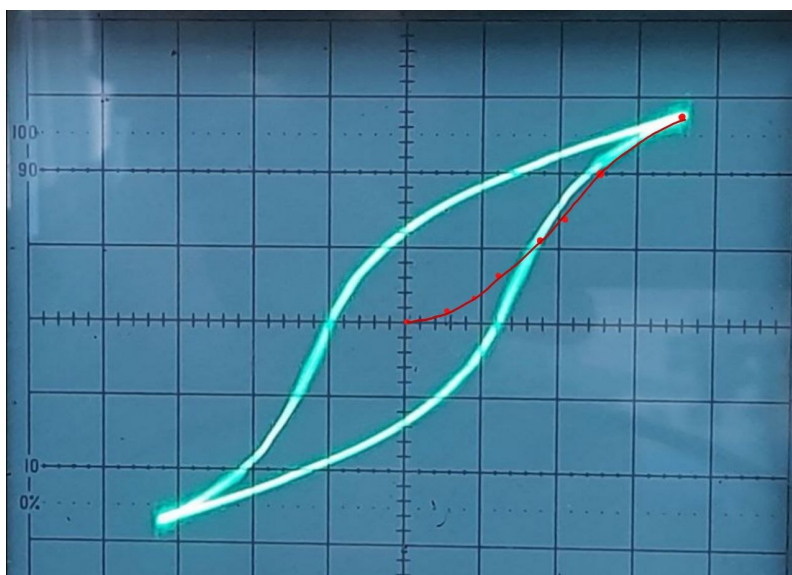


Рисунок 3: Предельная петля гистерезиса для кремнистого железа

$$H = \frac{N_0 K_x}{2\pi R R_0} = (34 \pm 6) \frac{A}{м}$$

$$B = \frac{R_n C_n K_y}{S N_n} = (0.4 \pm 0.1) \text{ Тл}$$

$$H_c = (25 \pm 4) \frac{A}{м}$$

$$B_s = (1.2 \pm 0.2) \text{ Тл}$$

2 Вывод

В рамках данной лабораторной работы были изучены петли гистерезиса для трех разных образцов, и для каждого из них были получены характерные величины, которые по порядку величины совпали с табличными значениями. Также была оценена применимость используемого метода в условиях нашего эксперимента. В результате было подтверждено, что условия применимости соблюдаются, а сам метод является эффективным для определения характерных параметров ферромагнитных материалов.