

Лабораторная работа №4 (3-65)
Изучение магнитной среды.

Магнитный поток: единица измерения ЭМ
силы, присущая магнитному исходяющимому полюсу.

Теоретическая часть.

Магнитное поле - это концепция тех,
внутри которых проходит магнитный поток.

Магнитная индукция:

Магн. поле - это поле сил, создаваемое
движением заряженных частиц в магн. поле.

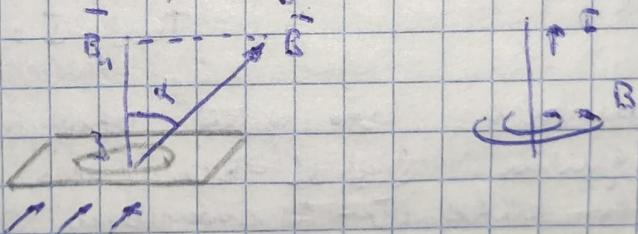
Он же характеризует магн. поле - м. индукция
 B . Она определяется формулой $F_m = qvB$, $[vB] = \text{Н} \cdot \text{м}^2$

Магн. поле подразделяется на магн. поля -
однородные магн. индукции. В однородном поле,
одинаковы по всему полюсу, \Rightarrow постоянны.

Магн. поток

$$\Phi = B_n S$$

$$[\Phi] = BS = \text{Н} \cdot \text{м}^2$$



Если поле неоднородное, а n - то площадь, то $d\Phi = B$

$$\Rightarrow \Phi = \int_S B_n dS \Rightarrow \text{чтобы } \Phi = 0: \int_S B_n dS = 0$$

\Leftrightarrow поле перпендикулярно поверхности \Rightarrow Ориентация магн. потока

ЭМ индукция:

ЭМ индукция - это - это величина, характеризующая
изменение магн. потока за время / един. времени
 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ (Радиоактивность контура).

3. Фарadays:

$$\Delta B \text{ over } t \rightarrow \mathcal{E} \rightarrow \text{ток: } \mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Если бухан сегмент имеет собственное, то

$$\mathcal{E}_i = -\sum d\Phi_i/dt = -d(\xi\Phi_i)/dt = -d\Phi/dt - \text{сумм} \{\xi_i\}$$

где $\Psi = \sum \Phi_i$ — полный магн. поток / поток / поток-суммой

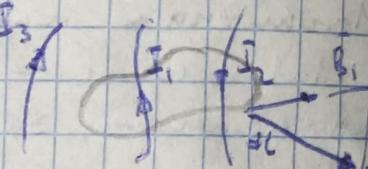
Если поток в контуре $\Phi_j = \text{const}$, то $\Psi = \mu_0 \Phi$, $\mathcal{E}_i = -\mu_0 \Phi_j$

3. Магн. поток в вакууме:

Распределение по з. Бюо-Лебера / т. о. магнитной индукции B в контуре K в нек. точке.

$$B dI = B_i dL, \text{ где } B_i = \text{нр. } B = \mu_0 B_i$$

Значит $\mu_0 \int I$

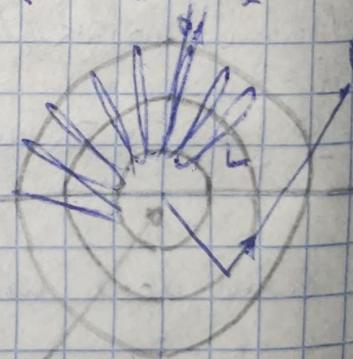


Интеграл по K — магнитная индукция \bar{B} — первичная магнитная индукция тока I в контуре сечения, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/А}$

$$\oint_K B_i dL = \mu_0 I$$

Если I_i и I_{ex} обрачуются
тогда $I_i + I_{ex}$ сущес.
Так $I = I_i + I_{ex} + I_{ext}$

Внутри, то есть ток ограничено контуром $\oint B_i dL = BL$. Если берется N , а тока $I = C$ контуре, то по т. о. магнитной $BL = \mu_0 NI$,
 $B = \mu_0 NI/L = \mu_0 NI/(r+r)$



Магнитное поле B в вакууме.

Рассмотрим в магн. поле намагниченности χ , т.к. действие \vec{B} на магнитную единицу тока — магнитное, контргор. action стабилизирует, а B_{ext} — то же их удерживает.

Задача ток I \rightarrow магнитное поле $\vec{B}_m = I \int K$
где I — с.т. по магнитной контуре J , \vec{B}_m — нап. вектор
нормы \vec{n} $[B_m] = A \cdot m^2$

Следует что вектор магн. момента $I \vec{s}$ \vec{P}_m
нормент

Нормализован $\gamma = \left(\frac{1}{\mu_0}\right) \sum \rho_m$, где ρ_m - магнитный момент, ρ_m - единица измерения.

Суммарный магнит. пот. $H = \frac{B}{\mu_0} - \gamma$, где γ - конст.

B -линия в вакууме $\gamma = 0 \Rightarrow H = \frac{B}{\mu_0}$

$$\text{При } L=0 \quad B=B, \quad I = \left(\frac{B}{\mu_0 N}\right) \left(\frac{L}{\mu} + 2L\right)$$

I (о характере зависимости H)

Через нормальную $H = \text{const}$ сумма пот. в поверхности,
 ост контуров:

$$\oint H dL = I$$

Все B -линии (магнитные) лежат на одна края:

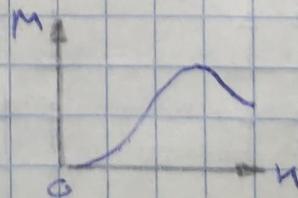
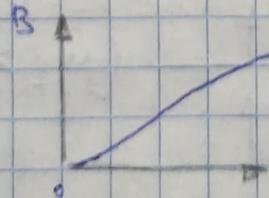
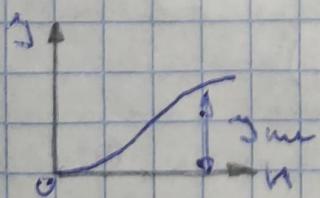
о снаружи и внутри магн. сл-ва

- В снаружи м. $B = \mu H$, где μ - магнитное проницаемость
- $B = \mu_0 (H + \gamma) = \mu_0 \mu_i H$ и $\mu = 1 + k$ - мера проницаемости B -линей от B -линей

Снаружи магн.

$\xrightarrow{\curvearrowleft}$ Региометрическое ($\mu > 1$) $\xrightarrow{\curvearrowright}$ Демагнитич. ($\mu < 1$)
Обычно при μ сила слабо отличается от 1.

- Составные магнитные - прямомагнитные и обратные. Годинность прямомагнитн.: магн. мом. $\chi_B = \chi_B H(n)$ и $B(n)$:



$M = \frac{B}{\mu_0 H}$ - магн. проницаемость прямомагн. $\neq \text{const}$

Расчитать макс. норм. токонесущую способность катушки с
зазором.

$B(H)$ определяется из закона Фарадея
и Торри. С длиной сердечника L и сечением, не
менее начальной, выражена уравнение - НПВ \Rightarrow
но Т.о. зависимость к.с. от H и длины L :

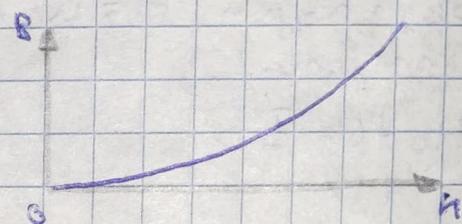
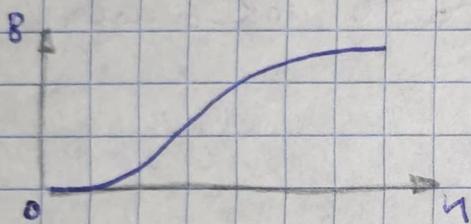
$$dH/dL = NI, \text{ где } \Phi_{H,L} = HL$$

$$H = \frac{NI}{L}$$

Она называется линиями магнитных полей $B(H)$
Зависимость $B(H)$:

есть симметрическая

свойства симметрии



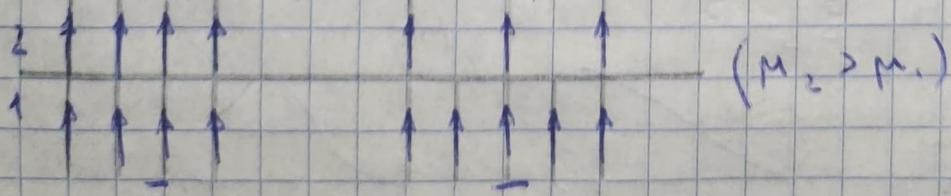
Начальная зависимость B от H называется $B(H)$, выражение:

$B, \text{ Тесла}$	$L, \text{ м}$	N	$I, \text{ А}$	$H, \text{ А/м}$	$B, \text{ Тесла}$	M
1	0,2	100	0,8	400	1,2	2400
2	0,1	200	0,1	200	0,96	3200
3	1,0	600	0,1	60	0,73	5200
4	0,5	820	0,005	3,2	0,0035	870
5	2	80	2	80	0,63	6300

$$M = \frac{B}{\mu_0 H} \quad H = \frac{NI}{L}$$

График зависимости B от H .

Рассмотрим граничные случаи расчета по формуле



На обе стороны уравнения $B_m = B_{2m}$ у. Гаусса

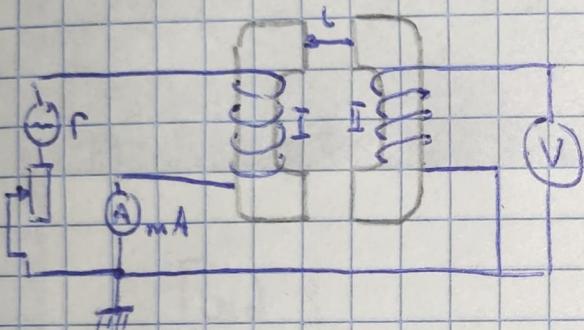
$H_{1,2} = H_{2,1}$ як т. о чирк. : $\oint H_1 dL = I$, тау $I=0$
 якщо $B_1 \text{ та } B_2 \perp$ площини, та $B_1 \text{ та } B_2$, $M_1 H_1 = \mu_2 H_2$

також B мінімальний, то можна H піднести під ноль.

Расіює магнітний цикл.

Істотизвка содержит магнітну систему з двома
 Р-зарядами застосуванням підвищеної стиски L в дужці
 мін. L .

Розглянемо засоби створення дженої L :



I - належить обмотка
 II - підсилювальна обмотка
 l - генератор пр. тока

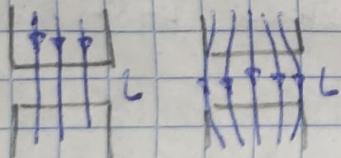
Приєднення Г. О чирк. в H є спрощений магн. цикл:

$HL + H_1 2L = NI$, та H - виняток худож., H_1 - напрям B зиркул.

$$H = \frac{B}{\mu_0 M_0} \quad H_1 = B_1 / \mu_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow LB / \mu_0 M_0 + 2LB / \mu_0 = NI \quad I = \left(\frac{1}{\mu_0 M_0} \right) \left(\frac{LB}{\mu_0} + 2LB \right)$$

що вимірюємо: $B_1 < B$



B над. работе проблема #, але $-n L \Rightarrow$
 $\Rightarrow I(L)$

Методика підсилювання магн. підвищую

B над. работе зде підсилюється B в залежності від I та n -> використання $\exists M$ підвищено \Rightarrow обмотка II супроводжує (V), підсилювачем E_1 на якому і може не бути залежність від I - нічого.

Так зроблено в ω вигляді $B = B_0 \cos \omega t$ II підвищують
 $\Psi = \mu_0 B \sin \omega t$ $E_2 = -d\Psi/dt = \mu_0 B_0 \omega \sin \omega t = E_m \sin \omega t$,
 та $E_m = \mu_0 B_0 \omega$ - амплітуда $\exists DC \Rightarrow$

$$\Rightarrow B_m = \frac{E_m}{n S_m}$$

но т.к. магниты изготавливают для в.з. зна $\Phi \propto B^2$
тогда, при $B = I$, E_m и B_m - зависимы.
(I - сопротивление)

$$\Rightarrow B = E / n S_m$$

Экспериментальная часть

Задание №1. Ознакомиться с установкой и подготовить
её к работе.

Таблица 3.

Параметры лабораторной установки						
Магнитопровод			Число витков обмотки		Частота	
L, м	S, м ²	I, м	N	n	V, Гц	
0,4	0,00205	0...0,005	200	50	750	

L - длина средней линии

S - площадь попереч. сечения

l - диаметр измерения длины одного зазора.

Задание №2. Для различной длины зазоров измерять
силу тока, необходимого для получения постоянной
магнитной индукции в ядре.

Таблица 4

L, м	I, А
0,0052	0,05243
0,0043	0,04832
0,0031	0,037722
0,00275	0,034878
0,0021	0,028685
0,001	0,016204
0,0007	0,01402
0,0005	0,011332
0	0,00491

$$\text{ФДС } E = 0,8627 B$$

Обработка результатов измерений.

Задание №1.* Постройте экспериментальную характеристику

Задание №2. Определите магнитную проницаемость.

Таблица №5

Домек!

ММС

$\varepsilon, \text{ В}$	$B, \text{ Тл}$	$I, \text{ А}$	$H, \text{ А/м}$	μ
0,8627	0,00179	0,00491	2,455	578,9398

$$B = \frac{\varepsilon}{n \cdot \omega} = \frac{\varepsilon}{n \cdot 2\pi \cdot 50} = 0,00179 \text{ Тл}$$

$$H \cdot L + H_0 \cdot 2L = NI \Rightarrow \{ L=0 \} \Rightarrow H \cdot L = NI \Rightarrow H = \frac{NI}{L} = 2,4 \frac{A}{m}$$

$$M = \frac{B}{M_0 \cdot H} = \frac{B}{4\pi \cdot 10^{-3} \cdot H} = 578,94$$

Задание №3. Постройте расчетное выражение.

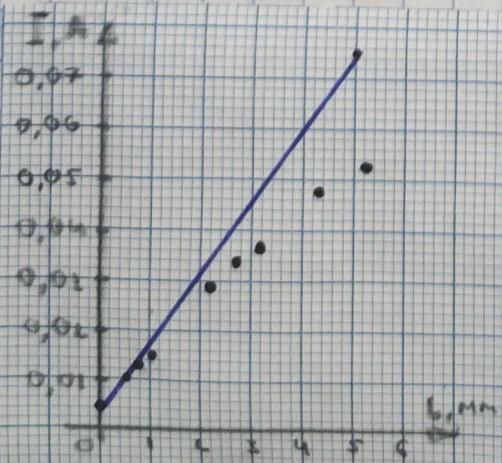
Таблица №6.

$L, \text{ м}$	$I, \text{ А}$
0	0,00491
0,005	0,07597

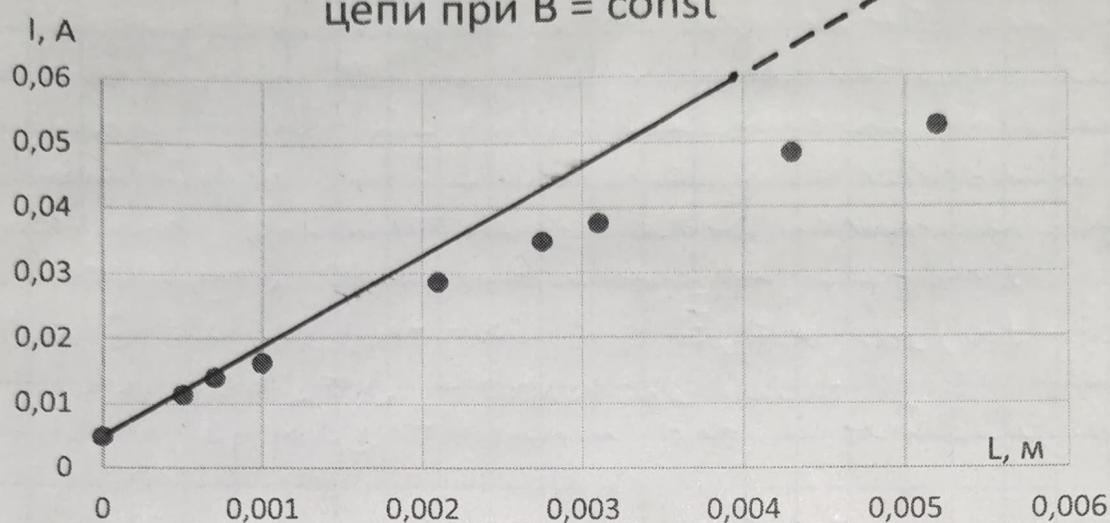
$$I = \left(\frac{B}{M_0 \cdot N} \right) \left(\frac{L}{\mu} + 2L \right)$$

$$I(L=0) = \left(\frac{B}{4\pi \cdot 10^{-3} \cdot N} \right) \left(\frac{L}{\mu} \right) = 4,91 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$I(L=0,05) = \left(\frac{B}{4\pi \cdot 10^{-3} \cdot N} \right) \left(\frac{L}{\mu} + 2 \cdot 0,05 \right) = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$



Характерная зависимость $I(L)$ для магнитной цепи при $B = \text{const}$



Вывод: При недостаточном загоре эки. точки расположены близко к прямой пропорциональности, но с увеличением загоре удаляются и разброс в значениях, при этом значения, полученные экспериментально всегда будут ниже теор. значений.