

8. Поясните ход кривой  $L_{12}(x)$  в отсутствие ферромагнетиков. Как изменится кривая при введении железного сердечника?
9. Выведите формулу для расчета относительной погрешности  $\frac{\Delta L_{21}}{L_{21}}$ .

### Описание аппаратуры и метода измерений

Рассмотрим два контура 1, 2, расположенные близко друг к другу (рис. 1). Если в контуре 1 течет ток силы  $I_1$ , он создает через контур 2 полный магнитный поток

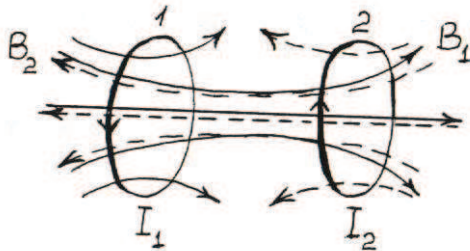


Рис.1.

$$\psi_2 = L_{21}I_1, \quad (1)$$

называемый потокоцеплением. Поле, создающее этот поток, изображено на рисунке сплошными линиями. При изменении тока  $I_1$  в контуре 2 индуцируется ЭДС

$$\varepsilon_{i2} = -\frac{d\psi_2}{dt} \quad (2)$$

Аналогично, при протекании в контуре 2 тока силы  $I_2$  возникает сцепленный с контуром 1 поток

$$\psi_1 = L_{12}I_2$$

Поле, создающее этот поток, изображено пунктирными линиями. При изменении тока  $I_2$  в контуре 1 индуцируется ЭДС

$$\varepsilon_{i1} = -\frac{d\psi_1}{dt}$$

Контуры 1, 2 называются связанными, а явление возникновения ЭДС в одном из контуров при изменении силы тока в другом называется взаимной индукцией.

Коэффициенты пропорциональности  $L_{12}$  и  $L_{21}$  называются взаимной индуктивностью контуров. Их величина зависит от формы, размеров и взаимного расположения контуров, а также от магнитной проницаемости окружающей контуры среды.

Измеряется  $L_{12}$  в тех же единицах, что и индуктивность  $L$ , то есть в Гн (Генри).

Найдем взаимную индуктивность  $L_{21}$  двух катушек 1 и 2, расположенных соосно друг с другом (рис. 2). Если по катушке 1 идет ток силы  $I_1$ , он создает через катушку 2 потокосцепление

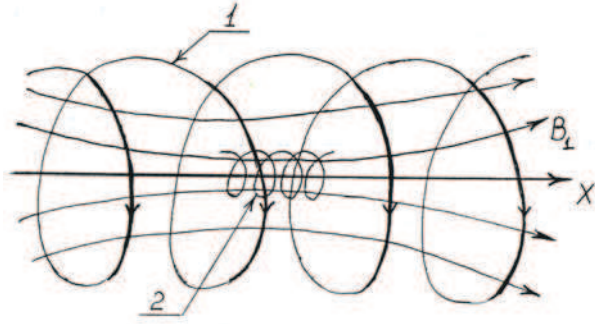


Рис.2.

$$\psi_2 = B_1 S_2 N_2,$$

где  $B_1$  – поле на оси катушки 1;  $S_2$  и  $N_2$  – площадь витка и число витков катушки 2, соответственно.

В соответствии с формулой (1) потокосцепление  $\psi_2$  пропорционально току в 1-ой катушке  $I_1$ , следовательно, для взаимной индуктивности  $L_{21}$  получаем:

$$L_{21} = \frac{B_1 S_2 N_2}{I_1} \quad (3)$$

Если при заданной силе тока  $I_1$  в соленоиде 1 измерить зависимость индукции магнитного поля  $B_1(x)$  от расстояния  $x$ , отсчитываемого вдоль оси катушек, то, пользуясь формулой (3), можно найти зависимость  $L_{21}(x)$ .

Можно, однако, измерить взаимную индуктивность  $L_{21}$  другим способом. Пусть по катушке 1 течет переменный ток  $I_1(t)$ , изменяющийся по закону

$$I_1 = I_{10} \cos \omega t,$$

где  $I_{10}$  – максимальное значение (амплитуда) силы тока в соленоиде 1. Тогда по формуле (1) зависимость от времени магнитного потока  $\psi_2$ , пронизывающего катушку 2, имеет вид

$$\psi_2(t) = L_{21} I_{10} \cos \omega t$$

Индукцируемая в катушке 2 ЭДС индукции в соответствии с формулой (2) равна

$$\varepsilon_{i2}(t) = -\frac{d\psi_2}{dt} = L_{21}I_{10}\omega \sin \omega t = \varepsilon_{20} \sin \omega t,$$

где  $\varepsilon_{20} = \omega I_{10} L_{21}$  - максимальное значение (амплитуда) ЭДС индукции в катушке 2. Из последнего уравнения получаем:

$$L_{21} = \frac{\varepsilon_{20}}{\omega I_{10}} \quad (4)$$

### Вариант А. Описание аппаратуры и метода измерений.

В данном варианте лабораторной работы зависимость взаимной индуктивности двух катушек  $L_{21}(x)$  от расстояния, отсчитываемого вдоль оси катушек, измеряется вторым из указанных выше способов. Расчет по формуле (3) служит для контроля экспериментальных результатов.

Схема установки приведена на рис. 3. Цифрами 1 и 2

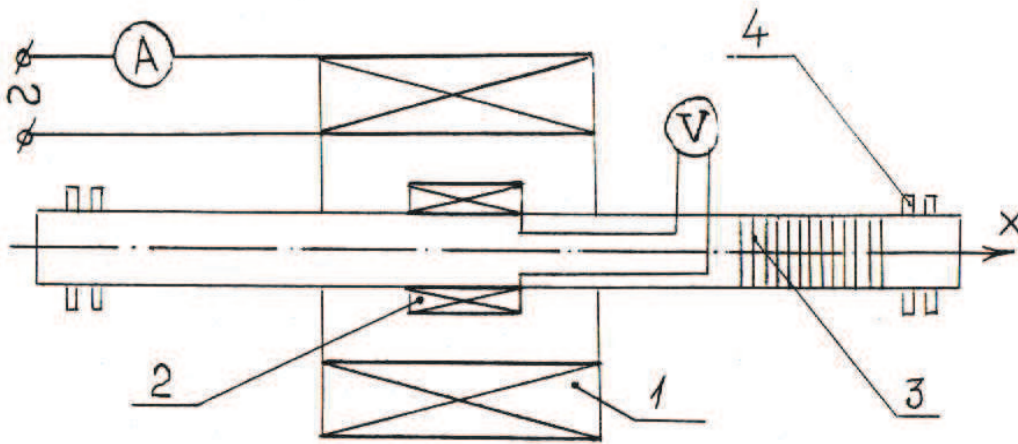


Рис.3.

обозначены катушки 1 и 2, соответственно. Амперметр  $A$  измеряет эффективную силу тока  $I_{1\text{эфф}}$  в катушке 1, а вольтметр  $V$  – эффективное значение ЭДС индукции  $\varepsilon_{i2\text{эфф}}$ , индуцируемой во 2-ой катушке. Учитывая, что эффективные значения величин пропорциональны их амплитудным значениям

$$I_{10} = I_{1\text{эфф}} \sqrt{2}, \quad \varepsilon_{20} = \varepsilon_{i2\text{эфф}} \sqrt{2},$$