



РАСЧЕТ МАГНИТОПРОВОДОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ

Петров Максим

студент, Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта
РФ, г. Улан-Удэ

Минисламов Иван Алексеевич

студент, Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта
РФ, г. Улан-Удэ

Павлова Светлана Валерьевна

научный руководитель, Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта
РФ, г. Улан-Удэ

Задачи: ознакомиться с понятиями магнитопроводов и электромагнитных реле, рассчитать параметры обмотки реле.

Расчет магнитных цепей:

Магнитопровод (МТС) представляет собой устройство, состоящее из ферромагнитных сердечников с воздушными зазорами или без них, через которые замкнут магнитный поток. Использование ферромагнетиков направлено на получение наименьшего магнитного сопротивления, при котором требуется наименьшее магнитное сопротивление для получения желаемого

Простейшая магнитная цепь - это сердечник кольца воющей катушки. Используются неразветвленные и разветвленные магнитопроводы с отдельными секциями, изготовленными из одних и тех же или разных материалов.

Расчет магнитной цепи сводится к определению MDS для заданного магнитного потока, размера цепи и ее материалов.

Для расчета схема делится на сегменты 11, 12 и т.д. при едином поперечном сечении по всей длине участка, то есть при однородном поле, на каждом из них определяется магнитная индукция $B=$, и на кривых намагничивания находят соответствующие значения напряженности магнитного поля. Магнитопровод (ЯК) состоит из двух основных элементов: - источника магнитной энергии; - магнитопровода.

Источник магнитной энергии в реальном УАС бывает двух типов:

- Постоянный магнит; - электромагнит.

Электромагнит - это катушка индуктивности, расположенная на магнитном проводе и подключенная к источнику напряжения.

Магнитная цепь по своей конструкции может быть разветвленной и неразветвленной.

На рис.1. половина неразветвленной магнитной цепи с электромагнитом.

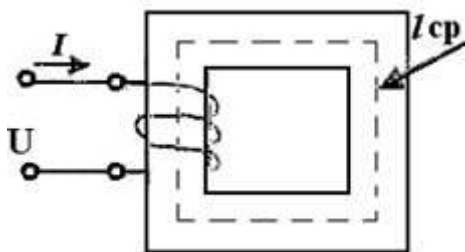


Рисунок 1. Половина неразветвленной магнитной цепи с электромагнитом

Законы Кирхгофа для магнитных цепей.

Расчет магнитных цепей основан на законах Кирхгофа для магнитных цепей. Есть два таких закона.

Первый закон Кирхгофа

Он наносится на магнитные узлы разветвленной магнитной цепи. Согласно этому закону, алгебраическая сумма токов равна нулю.

Для цепочки (см. рис. 26.2) мы имеем

Второй закон Кирхгофа

Он применяется к магнитным цепям. Согласно этому закону, алгебраическая сумма магнитных напряжений равна алгебраической сумме сил намагничивания в цепи.

Для контура AVSD (см. рис.26.1) мы получаем

$$I_1 w_1 = H_1 l_{DA} + H_1 l_{AB} + H_3 l_{BC} + H_B l_B + H_1 l_{CD}$$

$$I_1 w_1 = U_{mDA} + U_{mAB} + U_{mBC} + U_{mCD}$$

$$U_{mDA}; U_{mAB}; U_{mBC}; U_{mCD}$$

где: - магнитные напряжения на разных частях магнитной цепи

Единицей измерения магнитного напряжения является ампер (А)

Рисунок 2 ко второму закону кирхгофа

Часто при расчете магнитопроводов для сечения магнитопровода используется закон Ома. Аналогично магнитной цепи, сопротивление нити выражается соотношением

Магнитное сопротивление магнитопровода показано на рис.26.2. равно:

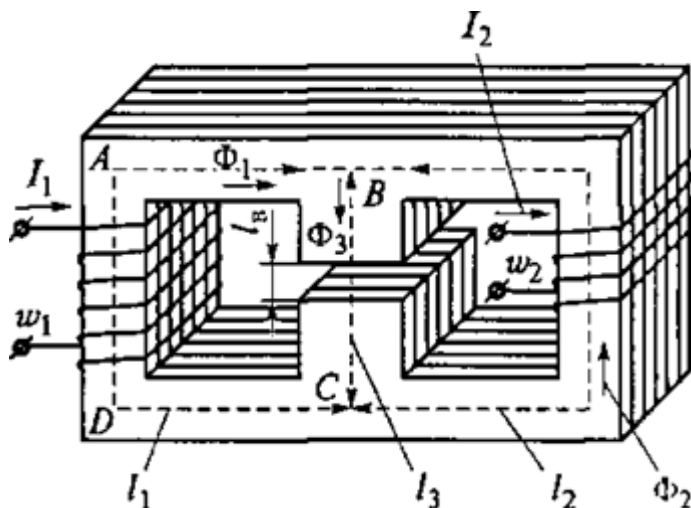


Рисунок 2. Для расчета магнитного сопротивления цепи

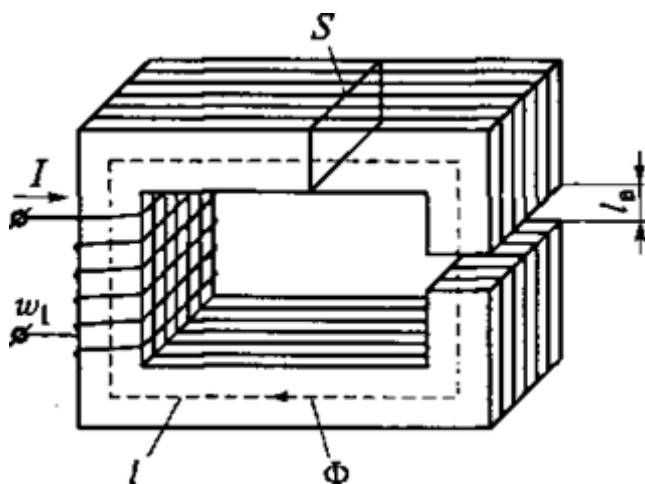


Рисунок 3. Для расчета магнитного сопротивления цепи

$$R_{\text{м.м}} = \frac{U_{\text{м.м}}}{\Phi} = \frac{HI}{BS} = \frac{HI}{\mu_r \mu_0 HS} = \frac{l}{\mu_r \mu_0 S}$$

$$R_{\text{м.в}} = \frac{U_{\text{м.в}}}{\Phi} = \frac{H_B l_B}{BS} = \frac{H_B l_B}{\mu_0 H_B S} = \frac{l_B}{\mu_0 S}$$

Сопротивление магнитному воздушному зазору $R_{\text{м.с}}$ та же схема одинакова.

Где: - магнитные напряжения в магнитопроводе или воздушном зазоре соответственно;

S - область магнитного серого цвета.

б) Примеры расчета магнитной цепи.

При расчете неразветвленной магнитной цепи различают две задачи: прямую и обратную.

В прямой задаче известны геометрические размеры, магнитные свойства магнитопровода и величина индукции магнитной нити или магнитного потока.

В обратной задаче магнитный поток или индукция определяются заданным значением обмотки расчета MDS магнитопровода. И задача решается путем последовательных приближений, когда значение желаемого магнитного потока задается произвольно, а прямая задача решается путем нахождения соответствующего MDS. Если он не соответствует указанному, измените значение потока и снова решите прямую проблему. Процесс повторяется до тех пор, пока вычисленный MDS не будет соответствовать указанному.

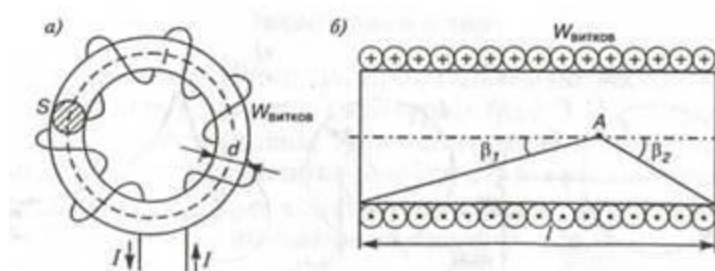


Рис. 3.3

Рисунок 4. Схема

$$H_0 = B_0 / \mu_0 \approx 0,8 \cdot 10^6 \text{ B}_0, \quad (3-22)$$

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 l_0 + \dots = I \omega.$$

Расчет электромагнитной цепи:

Часть электрического устройства, отдельные секции корпуса выполнены из ферромагнитных материалов, через которые замкнут магнитный поток, называемый магнитопроводом. В простой магнитной цепи сердечник катушки может служить измерителем (см. рис. 3.3, а). Магнитопроводы трансформаторов, электрических машин и других приборов и приспособлений имеют более сложную форму.

Электромагнитная мишень - это устройство, состоящее из ферромагнитных сердечников, в которых магнитный поток замкнут.

Использование ферромагнетиков направлено на получение наименьшего магнитного сопротивления, при котором для получения желаемого магнитного потока требуется наименьший MD.

Простейшая магнитная цепь - это сердечник кольцевой катушки. Используются неразветвленные и разветвленные магнитопроводы, отдельные секции которых изготовлены из одних и тех же или разных материалов.

Расчет магнитной цепи состоит из определения $m \cdot d \cdot s$ в соответствии с заданным магнитным потоком, размером цепи и ее материалами.

- Для расчета цепочка делится на участки l_1, l_2 и так далее. при однородном поле на каждом из них определяют магнитную индукцию $B = F/S$, а на кривых намагничивания находят соответствующие значения напряженности магнитного поля. Напряженность поля в воздушном зазоре или в неферромагнитном материале

где H выражается в амперах на метр, а B_0 в теслах, или $H_0 = 0,8 B_0$, но при выражении в амперах на сантиметр, а B_0 в Гауссах.

Согласно закону суммарного тока, сумма магнитных напряжений в отдельных секциях равна $m d s$, т.е..

пример:

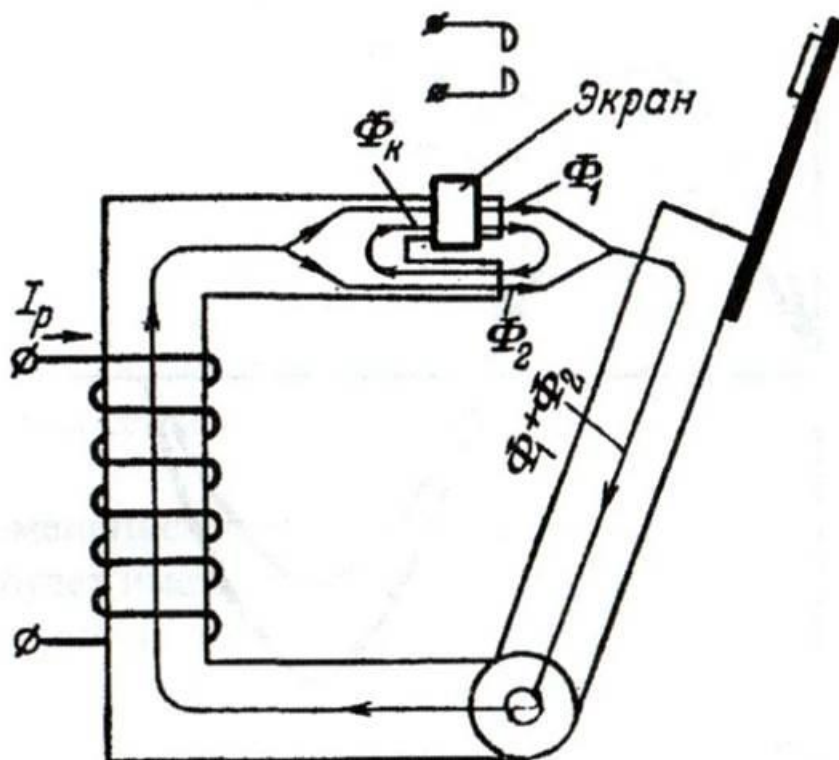


Рисунок 5. Схема

1. Определение магнитного потока в рабочем зазоре

Квадратный метр = (2,44) КВАДРАТНЫЙ метр = $3,35 \cdot 10^{-6} = 16,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$

$$S_c = b m^4$$

2. Определение магнитного потока на конце полюса

$$F'b = k \delta f b$$

а) Проводимость G_3 между плоскостями полюса и якоря

б) G_9 - проводимость части полого цилиндра, образованной между торцевой поверхностью якоря и плоскостью полюсам = 0,9

с) Проводимость между концевым краем якоря и плоскостью полюса

$$G_6 = G'_6 = \mu 00,52 l = \mu 02,610^{-3} \text{ Вт/Д}$$

д) Проводимость 2 сферических квадрантов между концевыми секциями якоря и полюса и между концевыми секциями якоря и анкера

$$G_{10} = \mu 00,077 \delta = \mu 00,310^{-3} \text{ Вт/Д}$$

$$G'_{10} = \mu 00,077 \delta_1 = \mu 00,06210^{-3} \text{ Вт / Д}$$

д) Определите проводимость между краем якоря и боковой поверхностью столба и между краем столба и боковой поверхностью якоря

е) Проводимость между якорем, обращенным друг к другу, и полюсом

г) Проводимость между якорем, обращенным друг к другу, и полюсом

$$ГБ = G_3 + G_9 + G'_9 + G'_6 + G_6 + 2(G_{16} + G_{15} + G_{12} + G_{10} + G'_{12} + G'_{10})$$

$$Гб = \mu 010^{-3}(83,22 + 6,5 + 0,66 + 2,6 + 2,6 + 2(3,2 + 0,13 + 0,25 + 0,225 + 0,062)) = \mu 0 \cdot 103,3 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/Д}$$

$$F'b = \mu 01,245,5910^{-3} = \mu 06,910^{-6} \text{ Вб}$$

3. Определение магнитного сопротивления двух воздушных зазоров и силы намагничивания, необходимой для прохождения через рабочий воздушный зазор.

$A/Bб$

Мы определяем силу намагничивания

4. Определяем магнитное сопротивление двух соединений и вычисляем силу намагничивания, необходимую для прохождения магнитного потока через стоки. Магнитный провод расположен между сердечниками и полюсами, так как сердечник плотно прилегает к концам полюсов по всей плоскости. Мы принимаем расстояние между сердечником и полюсом равным 0,005 мм.

Вб/А

А/Вб

А/Вб

$$(IW)_{st} = F'VR_{2ST} = 12,7 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

5. Определите

$$(IW)_w = (IW)_i + (IW)'_{mo} + (IW)''_{mo} + (IW)_c$$

Как определить якорь

Тесла

Индукция полых наконечников

Тесла

$$S'_{mo} = S''_{mo} = 6,4, 0,8, 10^{-6} = 5,12, 10^{-6} \text{ м}^2$$

На диаграмме мы находим магнитную проницаемость $\mu = f(B)$

$$\mu_{кя} = 2000, \mu_{кмп} = 2000 \text{ Ом}$$

$$(CP)_{я} = F_{в ря} = \mu_{06.9} 10^{-6} 0.95 / \mu_0 = 6,55 10^{-6} \text{ и}$$

$$(CP)_{MO} = \Phi'_{в ТФ} = \mu_{06.9} 10^{-6} 0.67 / \mu_0 = 4,6 10^{-6} \text{ а}$$

$$G_{21} = g\ell$$

Вб/А

Мир

Банк Тесла

Ом

$$\mu_{кс} = 35$$

$$(IW)_c = F_s R_s = 14,3 10^{-6} 85,7 = 1,22 10^{-3} \text{ А}$$

$$(IW)_w = (6,55 + 4,6 + 7,245 + 1220) 10^{-6} = 1238,4 10^{-6} \text{ А}$$

ом

6. Определяем общую силу намагничивания

$$(IW)_0 = (IW)_b + (IW)_{st} + (IW)_z = (134 + 12,7 + 1238,4) 10^{-6} = 1385,1 10^{-6} \text{ А}$$

$$7. (IW)_n = K_z (IW)_0$$

$$\text{Концентрационный лагерь} = 1,2 \cdot 4,0$$

$$\text{Мы принимаем } K_z = 1,75$$

$$(IW)_n = 1,75 \cdot 1385,1 \cdot 10^{-6} = 2423,9 10^{-6} \text{ А}$$

8. Рассчитываем параметры обмотки реле

а) Конструктивные параметры внутренний диаметр катушки

$$D_0 = D + 2\delta_1,$$

где D - диаметр сердечника для круглой катушки

$$D_0 = 13,8 \cdot 10^{-3} + 20,8 \cdot 10^{-3} = 15,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

наружный диаметр катушки мм

радиальный размер катушки

$$h_k = D_h - D_0/2 = 14 \cdot 10^{-3} - 15,4 \cdot 10^{-3}/2 = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

осевой размер катушки

$$\ell_k = L - 2\delta_2 = 3,9 - 2,1 = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

б) Напряжение $U = 48 \text{ В}$

в) Средняя длина катушки

$$\ell_c = 2(a + b) + \pi h_k = 2(15 + 5) + 3,14 \cdot 6,3 = 59,8 \text{ мм}$$

д) Напряжение срабатывания

$$U_{ab} = 0,5U = 24 \text{ В}$$

е) Диаметр намоточного провода , мм

е) Табличные данные, основанные на d

$$d_1 = 0,0375 \text{ мм}$$

$$\omega_0 = 561$$

$$C_0 = 82,75$$

$$f_0 = 0,314$$

ж) Количество витков катушки реле

$$W = W_0 \ell_{KH} k_{106} = 561 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot 106 = 54,6 \cdot 10^3$$

з) Сопротивление обмотки

$$R = C_0 \ell_{KH} k_{109} [2(a + b)/\pi + h_k]_{109} = 82,75 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot 6,3 \cdot 10^{-3} [2(15 + 5)/3,14 + 6,3]_{109} = 16,6$$

Закключение СОМ; изучив концепции магнитопроводов и электромагнитных реле, они рассчитывают параметры обмотки реле.