

Вариант № 2

Задача № 1. Катушку, активным сопротивлением которой можно пренебречь, включили в сеть переменного тока напряжением U В частотой f Гц и в ней установился ток I А. Определить индуктивность катушки.

Дано:

U = 24 В

f = 50 Гц

I = 6,2 А

Найти:

L - ?

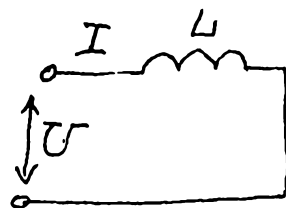
Решение

Реактивное сопротивление катушки по закону Ома

X_L = U / I = 24 / 6,2 = 3,87 Ом.

Для переменного тока

X_L = ωL = 2πfL,



откуда

L = X_L / (2πf) = 3,87 / (2π · 50) ≈ 0,0123 Гн = 12,3 мГн.

Ответ: L = 12,3 мГн.

Задача № 2. Определить ток в цепи и наибольшее значение мгновенной мощности в электрической лампе номинальной мощностью P Вт, включенной в сеть переменного тока с напряжением U В.

Дано:

P = 150 Вт

U = 110 В

Найти:

I, P_max - ?

Решение

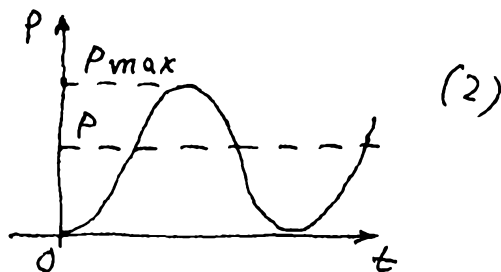
мгновенная мощность, поступающая в цепь

p = U · I [cos φ - cos(2ωt - φ)], (1)

где коэффициент мощности для электрической лампы cos φ = 1; φ = 0°.

Тогда

P_max = 2UI = 2P.



Ток в цепи

$$I = \frac{P}{U} = \frac{150}{110} = 1,36 \text{ А.}$$

Максимальная мощность

$$P_{\text{max}} = 2 \cdot P = 2 \cdot 150 = 300 \text{ Вт.}$$

Ответ: $I = 1,36 \text{ А}$; $P_{\text{max}} = 300 \text{ Вт}$.

Задача № 3. В сеть с переменным напряжением U В включается электрическая лампа, номинальное напряжение которой U_a В и мощность P Вт. Для "погашения" части напряжения последовательно с лампой включается конденсатор. Определить необходимую емкость конденсатора, если частота f Гц.

Дано:

- $U = 48 \text{ В}$
- $U_a = 24 \text{ В}$
- $P = 100 \text{ Вт}$
- $f = 60 \text{ Гц}$

Найти:
 $C = ?$

Решение

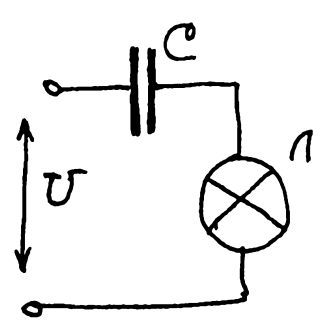


Рис. 1

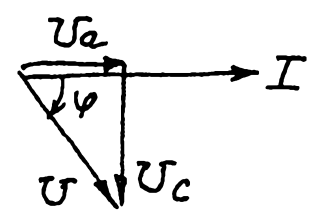


Рис. 2

На основании условия задачи составим схему цепи (рис. 1).

Для расчета воспользуемся векторной диаграммой (рис. 2):

$$U_c = \sqrt{U^2 - U_a^2} = \sqrt{48^2 - 24^2} \approx 41,6 \text{ В.}$$

Сопротивление лампы

$$R = \frac{U_a^2}{P} = \frac{24^2}{100} = 5,76 \text{ Ом.}$$

Ток в цепи (последовательное соединение)

$$I = \frac{P}{U_a} = \frac{100}{24} = 4,17 \text{ А.}$$

Реактивное сопротивление конденсатора

③

$$X_C = \frac{U_C}{I} = \frac{41,6}{4,17} = 9,98 \text{ Ом.}$$

Откуда находим

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C};$$

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 9,98} = 0,000319 \text{ Ф} = \\ \approx 320 \text{ мкФ.}$$

Проверка:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{48}{\sqrt{5,76^2 + 9,98^2}} = 4,17 \text{ А.}$$

Ответ: $C = 320 \text{ мкФ.}$

Вариант № 3

Задача № 1. Найти период и угловую частоту переменного тока, если частота f Гц.

Дано $f = 50 \text{ Гц}$	Решение Угловая частота $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 314 \frac{1}{\text{с}}$
Найти: $T, \omega - ?$	Период $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ с.}$

Ответ: $\omega = 314 \frac{1}{\text{с}}$;
 $T = 0,02 \text{ с.}$

Задача № 2. Электрический чайник мощностью P Вт включен в сеть переменного тока с напряжением U В. Определить сопротивление нагревательного элемента и какое количество энергии потребляет чайник за t минут.

Дано: $P = 1000 \text{ Вт}$ $U = 110 \text{ В}$ $t = 30 \text{ мин}$	Решение 1. Сопротивление нагревательного элемента чайника $P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R};$ $R = \frac{U^2}{P} = \frac{110^2}{1000} = 12,1 \text{ Ом}$
---	--

2. Энергия, потребляемая чайником за $t = 30$ мин
 $W = P \cdot t = 1000 \cdot 30 = 30000 \text{ Вт} \cdot \text{мин} = 500 \text{ Вт} \cdot \text{час.}$

Ответ: $R = 12,1 \text{ Ом};$
 $W = 0,5 \text{ кВт} \cdot \text{час.}$

Задача № 1. Емкостное сопротивление конденсатора при частоте f Гц составляет X_C Ом. Определить емкость конденсатора.

Дано:

$$X_C = 20 \text{ Ом}$$

$$f = 1000 \text{ Гц}$$

Найти:

C - ?

Решение

Сопротивление конденсатора
переменному току

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

откуда

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000 \cdot 20} = 7,96 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

Ответ: $C = 7,96 \text{ мкФ.}$

Задача № 2. Определить номинальную мощность электрической лампы, включенной в сеть переменного тока напряжением U В и ток в цепи, если за t минут работы потребляется W Вт·час электроэнергии.

Дано

$$U = 24 \text{ В}$$

$$t = 20 \text{ мин}$$

$$W = 100 \text{ Вт·час}$$

Найти

I, P - ?

Находим

$$P = \frac{W}{t} = \frac{100 \text{ Вт·час}}{1/3 \text{ час}} = 300 \text{ Вт};$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{300 \text{ Вт}}{24 \text{ В}} = 12,5 \text{ А.}$$

Ответ: $P = 300 \text{ Вт}; I = 12,5 \text{ А.}$

Решение

Количество энергии, потребленной лампой

$$W = P \cdot t.$$

Мощность лампы

$$P = U \cdot I.$$

Задача № 3. В сеть с переменным напряжением U В частотой f Гц, для "погашения" части напряжения, последовательно с лампой включается конденсатор емкостью C мкФ, при этом в цепи протекает ток $0,01$ А. Определить номинальное напряжение и мощность лампы.

Дано:

$$U = 24 \text{ В}$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

$$C = 122 \text{ мкФ}$$

$$I = 0,01 \text{ А.}$$

Найти:
 $U_a, P_a - ?$

Решение

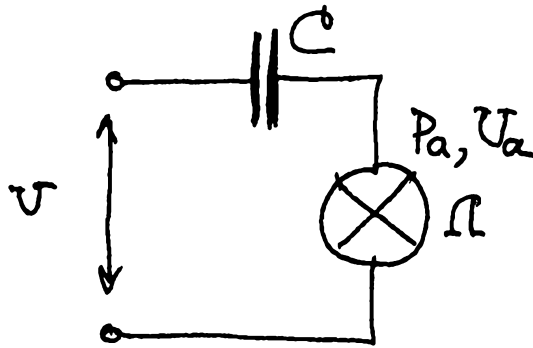


Рис. 1

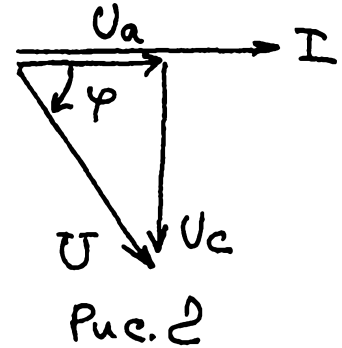


Рис. 2

Реактивное сопротивление конденсатора

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} =$$

$$= \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 122 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{314 \cdot 122} = 26,1 \text{ Ом.}$$

Напряжение на конденсаторе

$$U_c = I \cdot X_c = 0,01 \cdot 26,1 = 0,26 \text{ В}$$

из векторной диаграммы (рис. 2)

$$U_a = \sqrt{U^2 - U_c^2} = \sqrt{24^2 - 0,26^2} = 23,998 \approx 24 \text{ В.}$$

Т.к. коэффициент мощности лампы $\cos \varphi = 1$, то

$$P_a = U_a \cdot I = 24 \cdot 0,01 = 0,24 \text{ Вт.}$$

Ответ: $U_a = 24 \text{ В};$

$P_a = 0,24 \text{ Вт.}$

2. Расчет нелинейных цепей.

Задача № 1. Определить динамическое и статическое сопротивления перехода К-Э транзистора МП 40 в электронном фильтре, если напряжение в рабочей точке $U_{кэр} = 18 В$, при этом $\Delta U_{кэ} = 3 В$, $I_b = 0,2 мА$.

Дано:

$U_{кэр} = 18 В$
 $I_b = 0,2 мА$
 $\Delta U_{кэ} = 3 В$

Найти:
 $R_{дин}, R_{ст} - ?$

Решение

1. По выходной ВАХ (рис. 1) определяем $I_{кр}$ в рабочей точке.

Проводим вертикальную линию, соответствующую $U_{кэр} = 18 В$ до пересечения с ВАХ ($I_b = 0,2 мА$), из точки пересечения, это и есть R_T , проводим

горизонтальную линию до пересечения с осью тока и определяем величину:

$$I_{кр} = 5 мА.$$

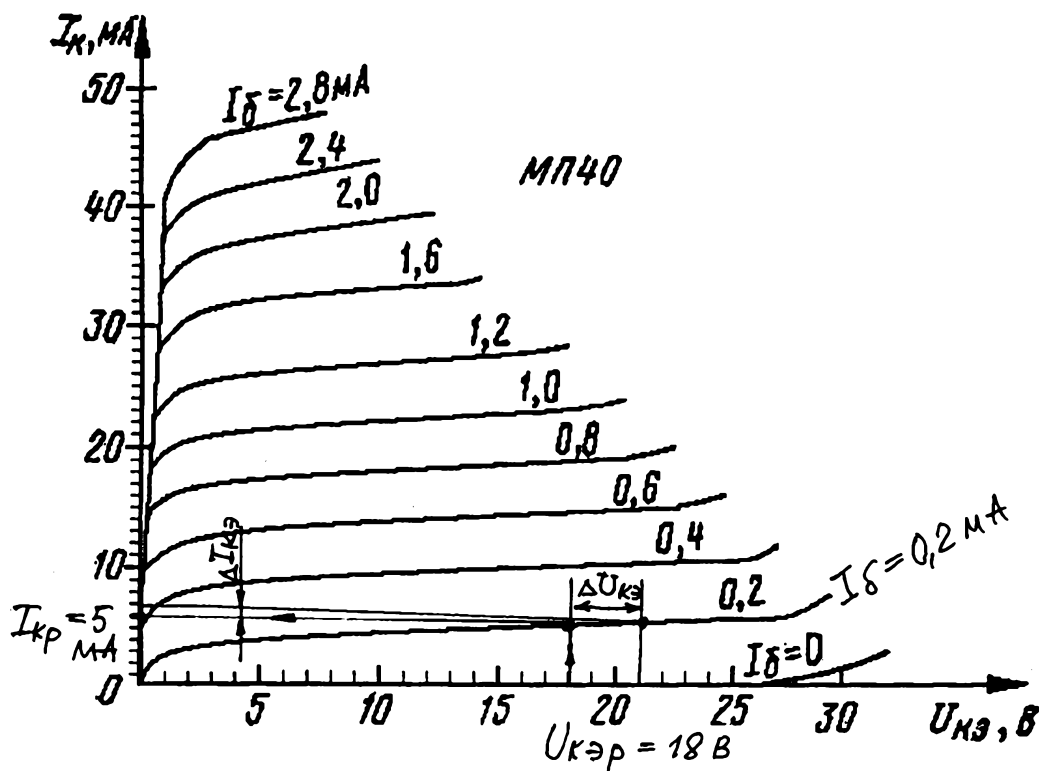


Рис. 1

2. Определим $R_{ст}$:

$$R_{ст} = \frac{U_{кэп}}{I_{кр}} = \frac{18}{5 \cdot 10^{-3}} = \frac{18 \cdot 10^3}{5} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Ом.}$$

3. По выходной ВАХ определим $\Delta I_{кр}$ для $\Delta U_{кэ} = 3 \text{ В}$:

$$\Delta I_{кр} = 0,5 \text{ мА}$$

4. Определим $R_{дин}$:

$$R_{дин} = \frac{\Delta U_{кэ}}{\Delta I_{кр}} = \frac{3}{0,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{3 \cdot 10^3}{0,5} = 6 \cdot 10^3 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R_{дин} = 6 \text{ кОм}$;

$R_{ст} = 3,6 \text{ кОм}$.

Задача № 3. Определить, какое сопротивление нужно включить в базовую цепь транзистора МП 40, входящего в усилительный каскад, чтобы при напряжении $U_{вх} = 1$ В, базовый ток не превышал $I_{б} = 2$ мА, при этом напряжение $U_{кэ} = 5$ В.

Дано:

$$U_{вх} = 1 \text{ В}$$

$$U_{кэ} = 5 \text{ В}$$

$$I_{б} = 2 \text{ мА}$$

Найти:

$$R_{б} - ?$$

Решение

1. Нарисовать усилительный каскад (рис.1)

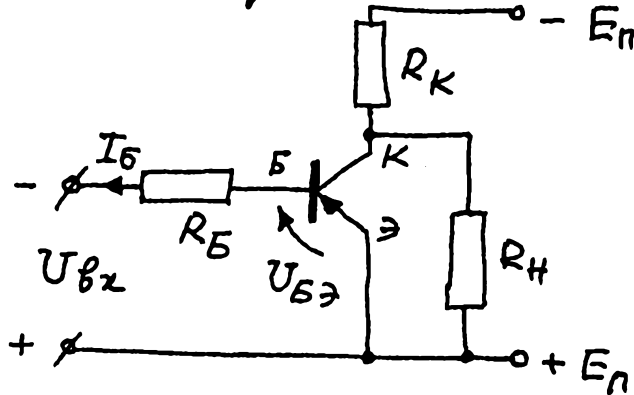


Рис. 1

Сопротивление $R_{б}$ находим из формулы

$$U_{вх} = I_{б} \cdot R_{б} + U_{бэ} \tag{1}$$

2. По входной ВАХ (рис.2), соответствующей $U_{кэ} = 5$ В

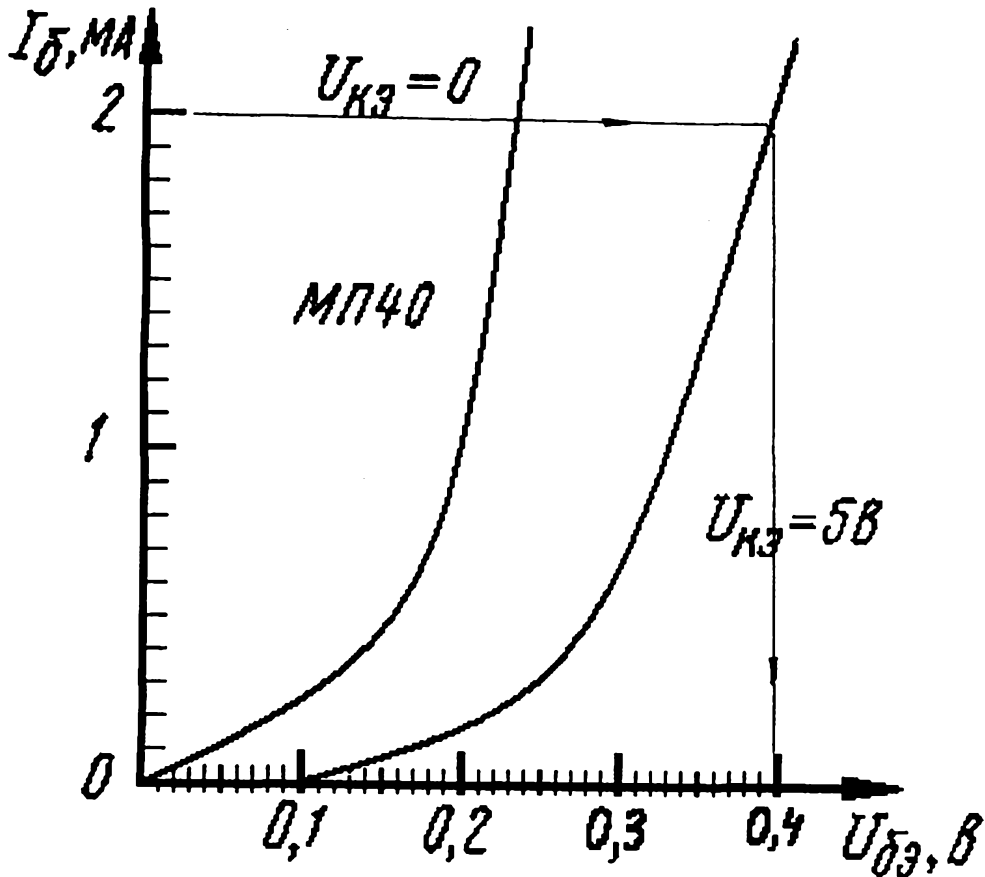


Рис. 2

определим $U_{БЭ}$. Для этого из точки, соответствующей току $I_{Б} = 2 \text{ мА}$, проведем горизонтальную линию до пересечения с кривой ($U_{кЭ} = 5 \text{ В}$). (10)

Из этой точки опустим перпендикулярную линию на ось напряжений и определим

$$U_{БЭ} = 0,4 \text{ В.}$$

3. из формулы (2) определяем $R_{Б}$

$$R_{Б} = \frac{U_{ВХ} - U_{БЭ}}{I_{Б}} = \frac{1 - 0,4}{2 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{2} = 300 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R_{Б} = 300 \text{ Ом.}$

3. Расчет магнитных цепей.

Вариант № 1

Задача № 1. Сердечник выполнен из литой стали толщиной d мм. Форма и размеры сердечника (мм) указаны на чертеже (Рис. 1) и в таблице №3. Найти намагничивающую силу U_m при условии, что магнитная индукция в сердечнике B.

Дано:

a = 0,12 м

b = 0,12 м

c = 0,01 м

d = 0,01 м

B = 1,4 Тл

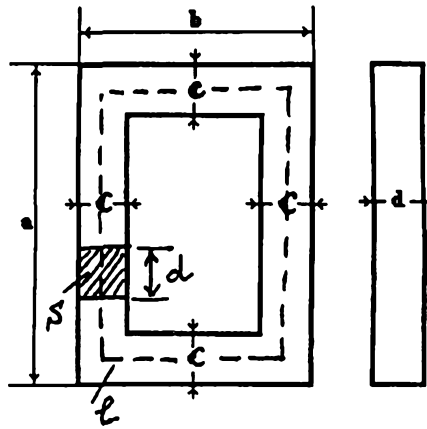


Рис. 1

Найти:

U_m - ?

Решение

1) Пользуясь сердечником, определим длину средней магнитной линии l:

l = 2 * (a - 2 * c/2) + 2 * (b - 2 * c/2) = 2a + 2b - 4c = 2 * 0,12 + 2 * 0,12 - 4 * 0,01 = 0,44 м.

2) Используя кривые намагничивания (рис.2), определим значение напряженности магнитного поля в сердечнике, имея в виду, что сердечник изготовлен из литой стали

H = 25 А/м.

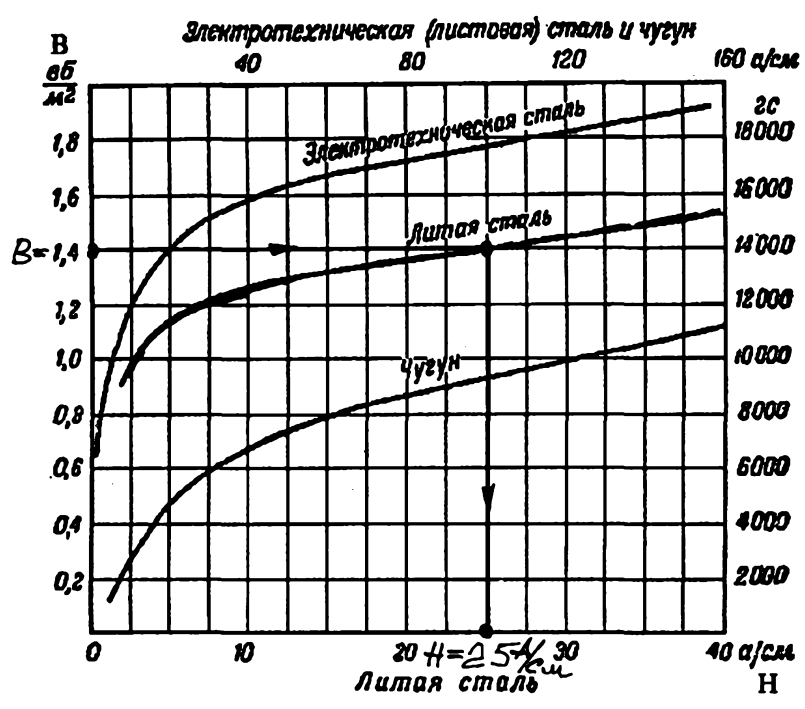


Рис. 2

3) определяем на магнитовыделывающую силу

$$U_M = H \cdot l = 2500 \frac{\text{А}}{\text{м}} \cdot 0,44 \text{ м} = 1100 \text{ А.}$$

Ответ: $U_M = 1100 \text{ А.}$

Задача № 2. Определить намагничивающую силу U_m при условии, что магнитная индукция в сердечнике B . Сердечник имеет два воздушных зазора по e мм и изготовлен из электротехнической стали толщиной d мм. Форма и размеры сердечника (мм) указаны на чертеже (Рис. 1) и в таблице №3.

Дано:

$$a = 0,12 \text{ м}$$

$$b = 0,12 \text{ м}$$

$$c = 0,01 \text{ м}$$

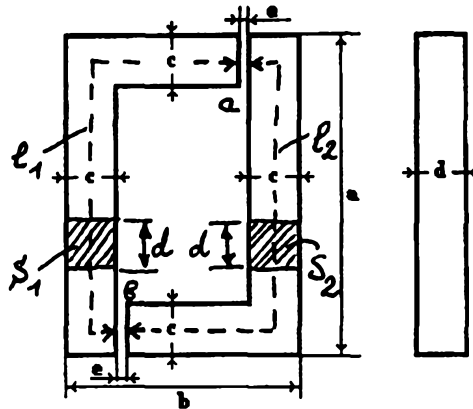
$$d = 0,01 \text{ м}$$

$$e = 0,0003 \text{ м}$$

$$B = 1,2 \text{ Тл}$$

Искать:

U_m -!



$$S_1 = S_2$$

$$l_1 = l_2$$

Рис. 1

Решение

1) Пользуясь чертежом, определим длину средней магнитной линии

$$l_1 = l_2 = a - 2\frac{c}{2} + b - 2\frac{c}{2} - e = a + b - 2c - e =$$

$$= 0,12 + 0,12 - 2 \cdot 0,01 - 0,0003 = 0,2197 \text{ м.}$$

2) Используя кривые намагничивания (рис. 2), определим значение напряженности магнитного поля в сердечнике, имея в виду, что сердечник изготовлен из электротехнической стали.

$$H = 2,5 \frac{\text{А}}{\text{см}} = 250 \frac{\text{А}}{\text{м}}.$$

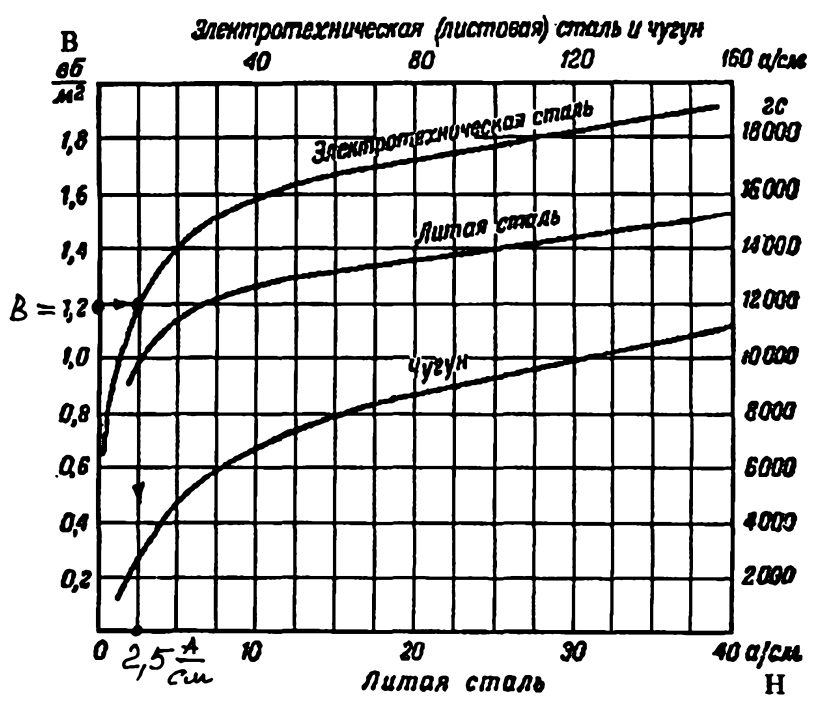


Рис. 2

3) найдем значение магнитной индукции для воздушных зазоров. Т.к. площадь сечения воздушных зазоров $S = S_1 = S_2$, следовательно

$$B_a = B_b = B = 1,2 \text{ Тл.}$$

4) определим напряженность магнитного поля для зазоров

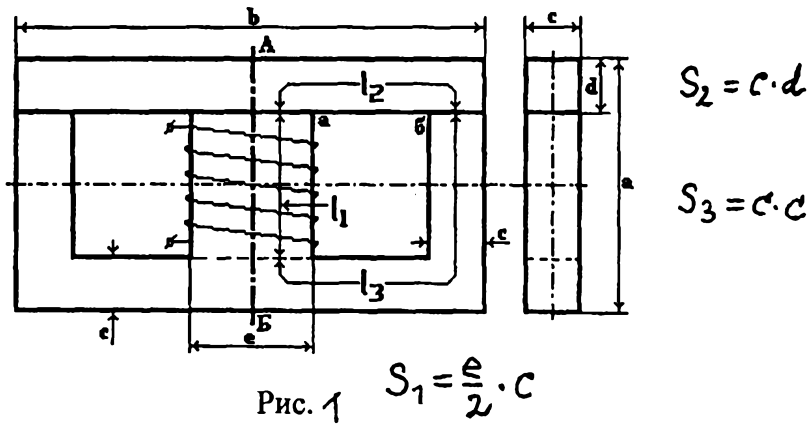
$$H_0 = \frac{B}{4\pi \cdot 10^{-7}} = \frac{1,2}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 9,55 \cdot 10^5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

5) найдем намагнивающую силу

$$\begin{aligned} U_M &= H \cdot (l_1 + l_2) + 2H_0 \cdot e = \\ &= 250 \cdot 0,4394 + 2 \cdot 9,55 \cdot 10^5 \cdot 0,0003 = \\ &= 110 + 573 = 683 \approx 680 \text{ А.} \end{aligned}$$

Ответ: $U_M = 680 \text{ А.}$

Задача № 1. Определить намагничивающую силу катушки, расположенной на среднем стержне, с тем чтобы в нем получить магнитную индукцию B_1 . Форма и размеры сердечника (мм) указаны на чертеже (Рис.1) и в таблице №3. В местах стыка воздушный зазор 0,2 мм. Материал сердечника – чугун.



Дано:

$$B_1 = 0,6 \text{ Тл}$$

$$a = 0,30 \text{ м}$$

$$b = 0,40 \text{ м}$$

$$c = 0,08 \text{ м}$$

$$d = 0,08 \text{ м}$$

$$e = 0,10 \text{ м}$$

Найти:

$$I \cdot w - ?$$

Решение.

Разделим сердечник по оси АБ на две симметричные части, проведем по одной из них среднюю магнитную линию (рис.1).

1) Пользуясь вертенилом, определим длину линии в каждом участке магнитной цепи:

$$l_1 = a - c - d = 0,3 - 0,08 - 0,08 = 0,14 \text{ м};$$

$$l_2 = \frac{b}{2} - \frac{e}{4} - \frac{c}{2} + 2 \frac{d}{2} = 0,2 - 0,025 - 0,04 + 0,08 = 0,215 \text{ м};$$

$$l_3 = l_1 + l_2 = 0,14 + 0,215 = 0,355 \text{ м}.$$

2) найдем значение магнитной индукции для 2-го и 3-го участков, учитывая, что магнитная индукция в первом участке $B_1 = 0,6 \text{ Тл}$:

$$B_2 = \frac{B_1 \cdot S_1}{S_2} = \frac{B_1 \cdot \frac{e}{2} \cdot c}{d \cdot c} = \frac{0,6 \cdot 0,05 \cdot 0,08}{0,08 \cdot 0,08} = 0,375 \text{ Тл};$$

$$B_3 = \frac{B_1 \cdot S_1}{S_3} = \frac{B_1 \cdot \frac{e}{2} \cdot c}{d \cdot c} = \frac{0,6 \cdot 0,05 \cdot 0,08}{0,08 \cdot 0,08} = 0,375 \text{ Тл}.$$

3) найдем значение магнитной индукции для воздушных зазоров.

Т.к. площадь сечения воздушных зазоров

$a - S_1$ и $b - S_3$, следовательно

$$B_a = B_1 = 0,6 \text{ Тл};$$

$$B_b = B_3 = 0,375 \text{ Тл}.$$

4) используя кривые намагничивания (рис. 2), определим значение напряженности магнитного поля для соответствующих участков, имея в виду, что стержни изготовлены из чугуна

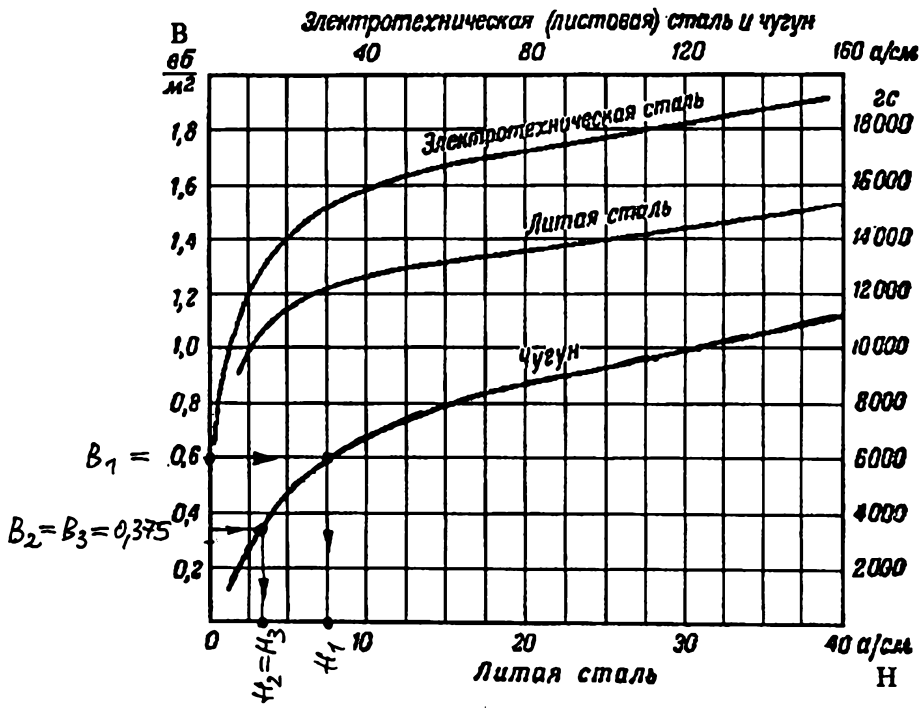


Рис. 2

$$B_1 = 0,6 \text{ Тл} \Rightarrow H_1 = 7,5 \frac{\text{А}}{\text{см}} = 750 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_2 = B_3 = 0,375 \text{ Тл} \Rightarrow H_2 = H_3 = 3,3 \frac{\text{А}}{\text{см}} = 330 \frac{\text{А}}{\text{м}}.$$

5) Определим на участке коэф магнитного поля для зазоров

$$H_{0a} = \frac{B_a}{4\pi \cdot 10^{-7}} = \frac{0,6}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 4,775 \cdot 10^5 \text{ A/м};$$

$$H_{0\delta} = \frac{B_\delta}{4\pi \cdot 10^{-7}} = \frac{0,375}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 2,984 \cdot 10^5 \text{ A/м}.$$

6) Определим намагничивающую силу каждого участка

$$U_{M1} = H_1 \cdot l_1 = 750 \cdot 0,14 = 105,0 \text{ A};$$

$$U_{M2} = H_2 \cdot l_2 = 330 \cdot 0,215 = 71,0 \text{ A};$$

$$U_{M3} = H_3 \cdot l_3 = 330 \cdot 0,355 = 117,1 \text{ A};$$

$$U_{Ma} = H_{0a} \cdot l_a = 4,775 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 95,5 \text{ A};$$

$$U_{M\delta} = H_{0\delta} \cdot l_\delta = 2,984 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 59,7 \text{ A}.$$

7) Определим намагничивающую силу катушки

$$I \cdot w = \sum (H \cdot l) = 105 + 71 + 117,1 + 95,5 + 59,7 = 448 \text{ A}.$$

Ответ: $I \cdot w \approx 450 \text{ A}.$