## Практические занятия №1,2

Тема: Расчет катушки электромагнитного аппарата при постоянном и переменном токе

Цель работы: Рассчитать обмоточные данные и размеры катушки электромагнита.

## 1. Конструктивный расчет при постоянном токе



Исходные данные:

U = 24 (В)

Ф = 7,1 · 10-4 (Вб)

d = 30 (мм)

с = 28 (мм)

= 3,0 (мм)



= 2,2 (мм)



= 2,7 (мм)



H = 70 (мм)

a = 30 (мм)

в = 24 (мм)

Q = 300 (Н)

U1 = 127 (В)

U2 = 380 (В)

U - напряжение питающей сети;

Ф - магнитный поток в рабочем воздушном зазоре;

d - диаметр сердечника магнитопровода;

с, Н - параметры окна магнитопровода;

, - параметры каркаса;



- воздушный зазор (рабочий ход якоря);



а, в - размеры сечения якоря.

Ход работы:

1. Магнитная цепь содержит участки стального сердечника и якоря, а также воздушный зазор , через который замыкается основная часть рабочего потока.



Сердечник магнитопровода имеет цилиндрическую форму; ярмо и якорь выполнены из стали одинакового прямоугольного сечения.

Намагничивающая сила:

, где



- напряженности поля на участках сечения сердечника, якоря и воздушного зазора соответственно, А/м.



## 1.1 Магнитная индукция в сердечнике по формуле

, где , (Тл)



## 1.2 Определяем магнитную индукцию в якоре и ярме по формуле

(Тл), где



(Тл)



## 1.3 Определяем напряженности поля сечения сердечника и якоря

,



## 1.4 Определяем значения напряженности поля в якоре и ярме и в сердечнике электромагнита по кривой намагничивания, соответствующие полученным значениям Вя и Вс.

Hя = 150 (Н ·А)

Hс = 200 (Н ·А)

## 1.5 Определяем полную намагничивающую силу по формуле



(Н)



## 1.6 Определяем размеры катушки по заданным размерам магнитопровода

## 1.6.1 Определяем внутренний диаметр катушки по формуле



(мм)



## 1.6.2 Наружный диаметр катушки d2 зависит от размера окна магнитопровода и ограничивается в пределах d2 d 3, т.к в противном случае значительно возрастают потоки рассеяния



(мм)



## 1.6.3 Определяем радиальный размер катушки по формуле



(мм)



## 1.6.4 Определяем осевой размер катушки по формуле



(мм)



## 1.7 Обмоточные данные катушки. Определяли геометрическое сечение катушки по формуле



(мм2)



Т. к. фактически часть площадь окна магнитопровода занята изоляцией провода, то в расчет вводит так называемый коэффициент заполнения проводниками обмотки площади окна электромагнита kз.

, где



g - сечение провода, мм2

w - число витков катушки.

Для обмоточных проводов круглого сечения коэффициент заполнения обмотки изменяется в зависимости от диаметра провода.

При намотке катушек электромагнитных аппаратов наиболее употребительны медные провода с эмалевой изоляцией марок ПЭЛ и ПЭВ для температур до 105 и 125°С при продолжительном режиме работы аппарата.

## 1.7.1 Определяем среднюю длину витка катушки по формуле



(мм)



## 1.7.2 Определяли сечение провода по формуле

, где



- удельное электрическое сопротивление меди для катушки в нагретом состоянии



,



температурный коэффициент меди



## 1.7.3 Марка и ближайшее большее значение сечения в соответствии со стандартом на обмоточные провода

= 10 (мм2)



3.4 Для выбранной марки при известном диаметре провода находили соответствующее значение kз

kз = 0,83

## 1.7.4 Определяем число витков катушки по формуле

, (витков)



## 1.7.5Определяем электрическое сопротивление по формуле

, (Ом)



## 1.7.7 Определяем ток катушки по формуле

, (А)



## 1.7.8 Соответствие тока требуемой намагничивающей силе

, (Н)



Сравнили полученное значение со значением F, полученным в п.1.5

53,75 54,525



## 1.7.9 Определяем фактическую плотность тока по формуле

, , (А/мм2)



## 2. Конструктивный расчет при переменном токе

Исходные данные:

U = 220 В

Q = 300 H

Q - усилие притяжения якоря электромагнита.

Размеры магнитопровода из предыдущего расчета.

## 2.1 Определяем магнитную индукцию по формуле



(Тл)



## 2.2 Определяем магнитный поток по формуле



(Вб)



## 2.3 Сделаем допущение

E U; E = 4,44f (Фw)



Отсюда определяли потокосцепление

Фw = U/4,44f

Фw = 220/4,4449,55 = 0,99



## 2.4 Определяем число витков катушки по формуле



(витков)



## 2.5 Определяем значение напряженности поля в сердечнике по кривой намагничивания Hc

Hc = 200 (H ·А)

## 2.6 Определяем полную намагничивающую силу по формуле



(H)



## 2.7 Определяем ток катушки по формуле



(А)



## 2.8 Определяем сечение обмоточного провода по формуле

, исходя из того, что



(мм2)



## 2.9 Выбрали ближайшее большее значение сечения в соответствии со стандартом на обмоточные провода и определяли диаметр провода

gн = 0,12 (мм2); D = 0,39 (мм)

## 2.10 Определяем размеры катушки согласно п.2 разд.1

d1 = 34,4 (мм); d2 = 81 (мм); В = 23,3 (мм); h = 64,6 (мм)

## 2.11 Рассчитываем активное сопротивление катушки по формуле



(Ом)



## 2.12 Определяем падение напряжения в активном сопротивлении по формуле



(В)



## 2.13 Для учета допущения по п.3. определяли поправку на число витков по формуле



(витков)



Вывод: Рассчитал обмоточные данные и размеры катушки электромагнита.