**Задание**

По данным машины постоянного тока требуется: рассчитать и вычертить эскиз магнитной цепи машины; определить Н.С. возбуждения при номинальном режиме; вычертить развернутую схему обмотки якоря. Тип обмотки – петлевая.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование данных и геометрических размеров | Данные |
| 1 | Режим работы | Генератор |
| 2 | Мощность ***Рн****, кВа* | 35 |
| 3 | Напряжение ***Uн****,В* | 230 |
| 4 | Ток якоря ***Iан****, А* | 155 |
| 5 | Частота вращения ***n***, *об/мин* | 1450 |
| 6 | Число главных полюсов ***2р*** | 4 |
| 7 | Воздушный зазор под главными полюсами δ, мм | 2 |
| 8 | Наружный диаметр якоря ***Da****, мм* | 246 |
| 9 | Диаметр вала ***dв***, *мм* | 75 |
| 10 | Длинна сердечника якоря ***lа****, мм* | 175 |
| 11 | Число радиальных вентиляционных каналов ***nв*** | - |
| 12 | Число пазов якоря ***Z*** | 29 |
| 13 | Глубина паза якоря ***hn***, *мм* | 27 |
| 14 | Ширина паза якоря ***bn***, *мм* | 10 |
| 15 | Число активных проводников ***N*** | 290 |
| 16 | Число параллельных ветвей обмотки ***2а*** | 2 |
| 17 | Сопротивление обмотки якоря и добавочных полюсов при 15ОС ***(Za+Z***δ***)150****, Ом* | 0,073 |
| 18 | Наружный диаметр станины ***D1****, мм* | 516 |
| 19 | Внутренний диаметр станины ***D2****, мм* | 465 |
| 20 | Длинна сердечника главного полюса ***lm****, мм* | 175 |
| 21 | Ширина сердечника главного полюса ***bm****, мм* | 75 |
| 22 | Длинна станины ***lя****, мм* | 345 |
| 23 | Коэффициент полюсной дуги ***αδ*** | 0,64 |
| 24 | Коэффициент магнитного рассеяния ***σ*** | 1,178 |
| 25 | Число пазов ***Z*** | 28 |
| 26 | Число коллекторных пластин ***К*** | 28 |
| 27 | Число полюсов ***2р*** | 4 |
| 28 | Число параллельных ветвей ***2а*** | 8 |
| 29 | Число простых обмоток ***m*** | 2 |

**Решение**

1 Определим номинальный основной магнитный поток с учетом генераторного режима работы;([2]).



где,

*Еан =Uн+[Iан \*(za+zδ)75o+2∆Uщ ]=230+[155\*1,24\*0,073+2\*1]=246В.-ЭДС* при номинальном режиме;

*(za+zδ)75o-* сопротивление обмотки якоря и добавочных полюсов при 75ОС =*1,24(za+zδ)15o=1,24\*0,073Ом*;

*2а=2 (а=1)-*число параллельных ветвей обмотки;

*∆Uщ=1В-*падение напряжения на щеточном контакте;

*2р=4 (р=2) –* число главных полюсов;

*n =1450* частота вращения;

***N*** = 290 число активных проводников.

Отсюда:



2 Построим кривую намагничивания машины, зависимость основного магнитного потока от нормальной силы возбуждения. Для этого рассчитаем магнитную цепь генератора ряда значений основного магнитного потока - (0,5; 0,8; 1,0; 1,1; 1,2) *Фδн*

Данные расчетов занесем в таблицу 1.

Определим магнитное поле и Н.С. воздушного зазора.

Полюсное деление.



Расчетная полюсная дуга - *bδ*;



Длинна якоря в осевом направлении;



Расчетная длинна якоря;



Индукция в воздушном зазоре;



Нормальная сила в воздушном зазоре;



Где: *μ0 – 4хπх10-7Гн/м -* магнитная проницаемость стали.

*kδ –* коэффициент зубчатости, равный



где *t1 –* зубцовое деление, равное



*bз1 –* ширина зуба в верхней части, равна



γ - коэффициент равный



отсюда



Из этого



Определим магнитное поле и Н.С. зубцовой зоны.

Зубцовое деление по основанию пазов:



Наименьшая ширина зубца:



Ширина зуба посредине высоты:



Определим индукцию в зубцах при kс = 0,9 – коэффициенте заполнения пакета якоря сталью;

Так как вентиляционных канавок не предусмотрено *lc(длинна пакета стали)=la*



Пазовый коэффициент у основания паза:



Определим напряженность магнитного поля по характеристикам намагничивания для стали 1211;

Для: *Вз1 =1,4Т* намагниченность *Нз1=1580А/м* выбираемпо таблице намагниченности [2].

*Вз2 =2,16Т* намагниченность *Нз2=66000А/м* выбираем по семейству кривых (рис 2-9[1]).

*Взср =1,71Т* намагниченность *Нзср=8200А/м* выбираемпо таблице намагниченности [2].

Расчетное значение напряженности магнитного поля;



Определим Н.С. для зубцового слоя;



Определим магнитное поле и Н.С. для сердечника якоря.

Высота сердечника якоря;



Индукция в сердечнике якоря;((2-23),[1])



Напряженность магнитного поля в сердечнике якоря по характеристикам намагничивания для стали 1211;

*На=458А/м*

Средняя длинна пути магнитного потока в сердечнике якоря;



Н.С. для сердечника якоря;



Определим магнитное поле и Н.С. для сердечника полюса.

Индукция в сердечнике полюса при *kс =* 0,95 ((2-27),[1]);



Напряженность магнитного поля в полюсе по характеристикам намагничивания для стали 3413(Вп>1,6T);

*Нm = 665А/м*

Н.С. для сердечника полюса;



где - высота полюса.



Определим магнитное поле и Н.С. для ярма.

Индукция в ярме;



где



- высота (толщина) ярма.



Отсюда



Напряженность магнитного поля в ярме по характеристикам намагничивания для стали 1211,[2];

*Ня =* 800*А/м*

Н.С. для ярма;



где:



средняя длинна магнитной линии в ярме.

Отсюда:



Определим Н.С. на полюс, необходимую для создания основного потока;



Воспользовавшись данными таблицы 1 построим кривую намагничивания генератора, рисунок 1.

3 Определим коэффициент насыщения магнитной цепи;



4 Построим переходную магнитную характеристику генератора рис. 2, представляющую собой зависимость индукции в воздушном зазоре при холостом ходе от суммы Н.С. воздушного зазора и зубцов на один полюс.



Из таблицы 1 возьмем соответствующие данные и рассчитаем.



По переходной магнитной характеристике генератора определим размагничивающую Н.С. поперечной реакции якоря.

,



где, и - определим из рисунка 2;



bδ – расчетное значение полюсной дуги;

Аа – линейная нагрузка на якорь -



5 Рассчитаем Н.С. обмотки возбуждения при номинальном режиме;



где *2Fo* – Н.С. генератора на холостом ходу на пару полюсов, соответствующая магнитному потоку *Фδн*.

6 Определим число витков обмотки возбуждения на один полюс



где *iв* – ориентировочное значение тока возбуждения равное *0,025хIан* т.к. мощность генератора небольшая.

7 Вычертим развернутую схему обмотки якоря, для этого;

Рассмотрим тип обмотки.

Имеем: *т=2, 2р=4, 2а=8, Z=K=28*. При данных условиях симметрия соблюдаются т.к. *2а=2рт* и *т*=2, а *К/р* =28/2=14 - четное число.

Исходя из вышеперечисленного, получаем симметричную двухходовую двукратнозамкнутую петлевую обмотку.

Рассчитаем шаги обмотки

Определим первый частичный шаг обмотки



Определим результатирующий шаг обмотки и шаг по коллектору.

*y=yk=+2* т.к*. т=2.*

Второй частичный шаг.

*y2=y - y1=2 - 8= -6*

По известным значениям шагов построим таблицу соединений секционных сторон обмотки.

1й ход 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27

обмотки 9’ 11’ 13’ 15’ 17’ 19’ 21’ 23’ 25’ 27’ 1’ 3’ 5’ 7’

2й ход 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28

обмотки 10’ 12’ 14’ 16’ 18’ 20’ 22’ 24’ 26’ 28’ 2’ 4’ 6’ 8’

Шаг уравнительных соединений первого рода.

*y*п *= К/р* =28/2=14

Шаг уравнительных соединений второго рода.

Так как две равнопотенциальные точки обмотки удалены на одной стороне якоря на *y*п*= 14* элементарных пазов и принадлежат одному ходу обмотки, то выполнение уравнителей второго рода на одной стороне якоря невозможно. Для того чтобы уравнять потенциалы обмоток разных ходов необходимо соединить середину лобовой части секции 1 на стороне противоположной коллектору и коллекторную пластину 2. Уравнительное соединение второго рода достаточно одного, так как оно служит и уравнителем и для середины секции 15 и начала секции 16.

Уравнительное соединение второго рода являются одновременно и уравнителями третьего рода. Как видно из рис. 3 при движении коллектора щетка В1 сначала замкнет пластины 1-2 и тем самым левую половину секции 1, а затем пластины 2-3 – правую половину секции 1.

**Литература**

1. Вольдек А.И. Электрические машины - Л.: Энергия 1978 г.

2. Методические пособия по расчетам машин постоянного тока. ЮУрГУ

3. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. Ч.1. Машины постоянного тока. Трансформаторы - Л.: Энергия 1972 г.