# Контрольная работа

# Силовые преобразовательные устройства

**ЗАДАНИЕ 1**

Рассчитать и выбрать вентили в схеме регулирования напряжения нагревателей электропечи. Напряжение сети Uф=220В, потребляемый ток Iн. В режиме разогрева номинальный ток потребляется при половине напряжения на нагревателях. Схема преобразователя приведена на рисунке.

Вентили выбрать для номинального режима и проверить по потере мощности, по нагреву. Данные к заданию №1 приведены в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Мощность нагрев. установки, Рн, кВт | Напряжение нагрев. установки, Uф, В |
| 25 | 127 |

Определяем ток нагрузки:



Средний ток фазы :



Средний ток вентиля



Максимальное напряжение, приложенное к вентилю равно амплитуде линейного:



Предельный ток вентилей при естественном охлаждении:



Выбираем вентиль: Т10-50. предельный ток - IПР = 50 А , повторяющееся напряжение UП = 400-1000 В, прямое падение напряжения ΔUПР = 1,76 В, тепловое сопротивление Rt – 0,9 0C/Вт.

Ток через вентиль в течении первой полуволны Потери мощности в вентиле Температура структуры вентиля



Температура расчетная 70о С не выше допустимой. Кремниевые теристоры могут работать при температуре 120 – 140ОС.

**ЗАДАНИЕ 2**

Рассчитать индуктивность дросселя, установленного в цепи преобразователя электродвигателя при некотором значении минимального тока – Imin, действующем значении напряжения - Uп. Питание цепей выполняется от сети с частотой 50 Гц через трансформатор. Число фаз выпрямителя m=3. Постоянный коэффициент С =0,1-0,25 для компенсированных машин, С= 0,5-0,6 для некомпенсированных машин. Данные к расчету в таблицах.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Вар | Номинальная скорость NНОМ,  Об/мин | Мощность, РНОМ. кВт | Номинальный ток, IНОМ, А | Сопротивление якоря RЯ,Ом | Сопротивление обмотки возбуж  дения  rВ, Ом | Ток обмотки возбуждения *I*В, А | Номинальное напряжение, В |
| 5 | 600 | 23 | 120 | 0,845 | 62 | 2,55 | 400 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Мощность тр-ра, SНТ, кВА | Напряжение сетевой обмотки,В | Напряжение вен  тильной обмотки,  В | Напряжение корот  кого замыкания тр-ра, UК% |
| 29,1 | 500 | 410 | 5,2 |

# Полная индуктивность якорной цепи

Гн



где В - напряжение пульсаций



m=6, ω=314 с-1

Индуктивность якоря Гн



С=0,1-0,25 для компенсированных машин

# С=0,5-0,6 для некомпенсированных машин

*р-*число пар полюсов

*n* – cкорость, об/мин

Расчетная индуктивность трансформатора, приведенная к цепи постоянного тока



где а=1 для нулевых схем

а=2 для мостовых схем

Хтр– индуктивное сопротивление фазы трансформатора



Индуктивность дросселя

Гн



**ЗАДАНИЕ 3**

Построить регулировочную и внешнюю характеристики преобразователя. Напряжение короткого замыкания сетевого трансформатора UK%, преобразователь - тиристорный постоянного тока. Граничный угол регулирования -α - зависит от схемы выпрямления. Данные для расчета в таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| Напряжение короткого замыкания тр-ра UK% | Cхема выпрямления |
| 6,5 | Трехфазная нулевая |



Где А- коэффициент наклона внешней характеристики

А=0,5 для трехфазных схем

А=0,35 для однофазных схем

UК% - напряжение короткого замыкания,

UК%=8 для трансформаторов типа ТСЗП и ТСЗ

Преобразователь работает на индуктивную нагрузку и непрерывный ток в области 0< α <60.

Для построения характеристики задаваться значениями α=0 ÷600, для удобства построения расчеты в таблицу.

Рассчитываем данные, согласно заданного варианта.

Для α=0 , =0



### Для α=0 , =0,5



### Для α=0 , =1,0



### Аналогично находим данные для α=300 и 600 ,при =0; 0,5; 1,0.



Результат вычисления заносим в таблицу.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0 | 1 | 0,9 | 0,5 |
| 0,5 | 0,98 | 0,88 | 0,48 |
| 1,0 | 0,97 | 0,87 | 0,47 |

Строим по найденным данным внешнюю характеристику.



**Регулировочная характеристика:**



Где *р* – число пульсаций за период Т = π/*m* = π/1 = π

*p=2·m=2·3* = 6, для простых симметричных схем, *m-*число фаз выпрямителя

α - граничный угол регулирования , индуктивность цепи принимаем. Для построения характеристики заполняем таблицу , задаваясь значениями α0.



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| α 0 | 0 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 |
|  | 1 | 1,09 | 1,1 | 1,4 | 1,9 | 1,4 | 1,2 | 0,8 | 0,3 |

Строим по найденным данным регулировочную характеристику.



##### ЗАДАНИЕ 4

Рассчитать потери мощности заданного преобразователя

Данные: ТСП-63/0,7 УХЛ Вентильная Преобразователь: Uс = 660В, обмотка: Диод кремнеевый-2шт Sн.т = 58кВА, U = 205В U = 230В Рх х = 330Вт, I = 164А I = 200А Рк.з = 1900Вт Uк% = 5,5 Iх.х% = 6

Мощность потерь выпрямителя:

ΔРd = ΔРв + ΔРт + ΔРф + ΔРв.с

Потери в вентиле при протекании прямого тока:

ΔРв = nв\*ΔUпр\*Iв.ср = 2\*0,5\*0,039 =0,039Вт

nв =2, кол-во вентилей, по которым одновременно протекает ток в плече моста ΔUпр = (0-1,2В) – падение напряжения

Iв.ср. = Iср/2 = 0,039; Iср = Iнагр/1,11=0,088/1,11 = 0,079А

Потери в трансформаторе:

Потери в электрических фильтрах:

ΔРф = I2d\*rдр=2002\*1,2=48Вт

rдр=U/I=230/200=1,2Ом

ΔРвс = (0,5-1,5) Рd = 0,5\*46=23Вт

ΔРd = 0,039+ +48+23 = Вт

##### ЗАДАНИЕ 5

## Рассчитать и выбрать тиристоры в цепи якоря двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

## Выбрать трансформатор для преобразователя в цепи двигателя. Uн = 220В. Напряжение выпрямителя

Udo = 1,15\*Uн = 1,15\*220 = 253В

В схеме оборудования установим отсечки, формирующие экскаваторную характеристику с током упора.

Iупор. = 1,8\*Iн = 1,8\*120 = 216А

Принимаем ток нагрузки:

Id = Iупор = 216А

Средний ток вентиля:

Iв.ср = Id/3 = 216/3 = 72А

Максимальное обратное напряжение:

Uобр.макс = 1,045\*Udo = 1,045\*253 = 264,4В

Прямое максимальное напряжение:

Uпрям.макс. = √6\*U2ф \* sinα = √6\*220\*1 = 538,9В

Выбираю вентиль: ТЛ-200; Iпр = 250А; Uп = 400-1000В; ΔUпр = 0,85;

Rt = 0,180С/Вт.

Выбранный вентиль проверяем:

Iв = 0,577\*Id = 0,577\*250 = 144,3А

Потери мощности в тиристоре:

ΔРв = Iв\*ΔUпр = 144,3\*0,85=122,6Вт

Температура структуры вентиля:

θв = ΔРв\* Rt +θокр = 122,6\*0,18+25 = 470С<1250С,

Выбранный вентиль проходит по условиям проверки

Трансформатор выбираем по типовой мощности и вторичному напряжению.

Sт = 1,05\*Рd = 1,05\*253\*216 = 57,38кВА

U2ф= 0,427\*Udo = 0,427\*253 = 108В

I2ф = 0,817\*Id = 0,817\*216 = 176,5А

Кт = U1ф/U2ф = 253/108,03 = 2,3

Ток первичной обмотки трансформатора:

I1 = 0,817\*(Id/Кт) = 0,817\*(216/2,3) = 75,4А

Выбираю трансформатор: ТСЗР-63/0,5-68

##### ЗАДАНИЕ 6

Инверторный режим нереверсивного преобразователя, статические характеристики, диаграммы.

Инвертирование – это процесс преобразования постоянного тока в переменный. В преобразовательных установках инверторный режим очень часто чередуется с выпрямительным, например, в электроприводах постоянного тока. В двигательном режиме преобразовательная установка выполняет функции выпрямителя, передавая мощность двигателю постоянного тока. При переходе электродвигателя в генераторный режим (движение под уклон, спуск груза, торможение и т.д.) преобразователь работает в инверторном режиме, отдавая энергию генерируемую машиной постоянного тока, в сеть переменного тока. Таким образом, при инвертировании источник постоянного напряжения работает как генератор электрической энергии, характеризующийся тем, что направление его ЭДС и тока совпадают, а нагрузка переменного тока – как потребитель, у которого направления ЭДС и тока встречные.

Преобразователи частоты – это устройства, преобразующие переменный ток одной частоты в переменный ток другой частоты.

В промышленных электроприводах постоянного тока эффективное и вместе с тем наиболее экономичное торможение двигателя может быть достигнуто переводом двигателя в генераторный режим, при этом преобразователь выполняет функцию инвертора и поток мощности, изменив направление, проходит от машины постоянного тока в сеть переменного напряжения.

Принципиальная схема преобразователя, допускающего двухстороннее обращение потока мощности в вентильном электроприводе постоянного тока, приведена на рисунке. Питание вентиля осуществляется через две трехфазные группы обмоток, соединенных в зигзаг. Выходы от преобразователей присоединены к внешним зажимам машины противоположными полюсами. При такой перекрестной схеме система сеточного управления одного из преобразователей настраивается на работу его в качестве выпрямителя, питающего двигатель, а у другого – на работу его в качестве инвертора, ведомого сетью. Последний обеспечивает режим генераторного торможения.

Сопряжение углов α и β определяющих положение внешних характеристик, производится, исходя из равенства средних значений напряжения на выпрямителе и инверторе при таком минимальном значении постоянного тока, ниже которого кривая выпрямленного тока становится прерывистой. При таком сопряжении углов α и β не только обеспечивается плавный переход от выпрямительного режима к инверторному, но и приемлемая величина циркуляционного тока, протекающего по замкнутым контурам анодных ветвей выпрямителя и инвертора.

При уменьшении тока двигателя, при снятии нагрузки скорость вращения двигателя возрастет, при минимуме тока преобразователь переходит в инверторный режим. В приводе появляется при этом тормозной момент. Для получения минимального времени торможения угол опережения β инвертора постепенно увеличивается по мере снижения скорости генератора.

Движение рабочей точки в режиме форсированного торможения проходит по зигзагообразной кривой (левая часть рисунка), включающей пунктирные и промежуточные участки и участки инверторных характеристик.

При выполнении преобразователя по перекрестной схеме возможно изменение направления вращения (реверс). При этом изменяется настройка углов управления: в инверторе от углов β совершается переход на углы α. А в выпрямителе углы α заменяются углами β.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Преображенский В.И., Полупроводниковые выпрямители. М.: Энергоатомиздат. 1986
2. Промышленная электроника. Каганов И.Л., М. «Высшая школа», 1988.
3. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами. Под редакцией Круповича В.И., Барыбина Ю.Г., Самовера М.Л. Издание третье. М.: Энергоатомиздат. 1982.
4. Беркович Е.И., Ковалев В.Н, Ковалев Ф.И. и др.Полупроводниковые выпрямители. М.: Энергия, 1978.