Министерство путей сообщения Российской Федерации Уральский государственный университет путей сообщения

Кафедра электрической тяги

Пояснительная записка

к курсовому проекту

**Расчет преобразователя для питания вспомогательных цепей электровоза**

Екатеринбург 2010

Содержание

1. Основные преимущества схемы питания вспомогательных цепей

2. Схема питания вспомогательных цепей и описание ее работы

3. Расчет вторичных цепей

3.1 Расчет вторичных ЭДС

3.2 Выбор вентилей вторичных цепей

3.3 Расчет величины индуктивностей сглаживающих реакторов

4. Выбор вентилей автономного инвертора

5. Расчет входного фильтра

6. Функциональная схема управления инвертором

Список литературы

Введение

Современный электрический подвижной состав (ЭПС) содержит разнообразные преобразователи, построенные на базе современных полупроводниковых приборов.

Совершенствуются схемы силовых, а также вспомогательных цепей ЭПС, в трех направлениях: создание более экономичных, более надежных и более удобных в эксплуатации преобразователей.

В настоящее время могут быть предложены следующие схемы питания вспомогательных цепей:

а) непосредственно от контактной сети (современный подвижной состав постоянного тока);

б) от вращающегося расщепителя фаз (современный подвижной состав переменного тока);

в) от непосредственного преобразователя частоты (на электровозах переменного тока с асинхронными вспомогательными машинами);

г) от трехфазного автономного инвертора (асинхронные машины на электровозах постоянного тока);

д) от преобразователя «автономный однофазный инвертор трансформатор - управляемые выпрямители» (на электровозах постоянного тока).

Возможны другие схемы питания вспомогательных машин, не перечисленные выше.

В курсовом проекте выполнен расчет параметров основных элементов силовой цепи преобразователя «автономный однофазный инвертор – трансформатор – управляемые выпрямители» для электровоза постоянного тока с коллекторными вспомогательными машинами.

1. Основные преимущества схемы питания вспомогательных цепей

В данном курсовом проекте по дисциплине «Электронная техника и преобразователи» ставится задача рассчитать параметры основных элементов силовой цепи преобразователя «автономный однофазный инвертор -трансформатор - управляемые выпрямители» для электровоза постоянного тока с коллекторными вспомогательными машинами. Такая схема питания вспомогательных машин имеет следующие преимущества по сравнению с традиционной схемой:

а) меньшая установленная мощность вспомогательных машин (мотор – компрессора, мотор – вентилятора и др.) из-за отсутствия колебаний напряжения на них и, в частности, падение напряжения до минимальной величины, что и является причиной завышения мощности приблизительно на 15...20% у вспомогательных машин, устанавливаемых на современном ЭПС;

б) возможность установки стандартных машин общепромышленного назначения;

в) выбор машин на сравнительно низкое напряжение (220, 440 В) повышает надежность их работы, уменьшает габариты, понижает стоимость;

г) улучшенные условия эксплуатации машин, связанные со стабильностью напряжения на них, так как ни колебания, ни броски напряжения на них практически не возможны из-за наличия входного и выходного фильтров преобразователя и управляемого выпрямителя, стабилизирующего выходное напряжение;

д) возможность автоматического пуска вспомогательных машин при стабилизации пускового тока, а также возможность регулирования скорости вращения мотор – вентилятора в функции нагрева тяговых двигателей.

2. Схема питания вспомогательных цепей и описание ее работы

Схема питания вспомогательных цепей постоянного тока приведена на рисунке 2.1. На этой схеме представлены:

1. ХА -пантограф;
2. разрядник;
3. QS1- разъединитель;необходим для проведения профилактических осмотров и ремонтов;
4. QF1 - быстродействующий выключатель; защищает электрическую цепь, как тяговых двигателей, так и вспомогательных цепей от токов короткого замыкания и токов аварийной перегрузки;
5. L1C1 - входной фильтр; необходим для питания преобразователей тяговых двигателей (импульсные преобразователи) и автономного инвертора вспомогательных цепей;
6. автономный однофазный мостовой инвертор напряжения; построен на запираемых тиристорах (VS1...VS4) и обратных диодах (VDI...VD4),
7. преобразует постоянное напряжение контактной сети в прямоугольное переменное напряжение;

7) многообмоточный специальный трансформатор; работает на повышенной частоте и прямоугольном напряжении. На высокой частоте трансформаторы имеют повышенные потери в меди и стали. Из-за эффекта вытеснения тока и периферии проводника его эффективное сопротивление возрастает. Чтобы уменьшить эти потери, используют полые проводники или делают обмотку из фольги. Потери в стали на вихревые токи и перемагничивание также возрастают. Для борьбы с вихревыми токами применяют более тонкую сталь (толщиной 0,1 мм) с большим активным сопротивлением. Используются также специальные ферромагнитные материалы: феррит, альсифер. Для уменьшения потерь от перемагничивания выбирают материал с узкой петлей гистерезиса. При прямоугольном напряжении потери в стали несколько ниже (приблизительно на 30 %). Потери в стали зависят от амплитуды напряжения, а действующее значение напряжения при синусоидальном напряжении в раз меньше. При прямоугольном напряжении амплитуда и действующее значение равны:



(2.1)



8) первая вторичная обмотка; питает через управляемый выпрямитель якорь двигателя - компрессора.

9) QF2 - линейный контактор; отключается на период остановки двигателя. Установить выпрямителю угол не всегда возможно, поэтому может наступить явление «ползучей скорости». При токах перегрузки, не превышающих аварийные величины, линейный контактор может разорвать дугу, если автомат не отключился. На ток короткого замыкания он не рассчитан.



10) QF3 - автомат постоянного тока; отключается при коротком замыкании и аварийной перегрузке;

11) сглаживающий реактор; сглаживает ток и напряжение для якоря двигателя;

1. вторая вторичная обмотка; аналогична первой и питает двигатель вентилятора;
2. третья вторичная обмотка; через управляемый выпрямитель питает обмотки возбуждения двигателей компрессора и вентилятора. Защита этих цепей осуществляется предохранителями (плавкими вставками);

14) четвертая вторичная обмотка; питает обмотки возбуждения тяговых двигателей в режиме рекуперативного торможения, а также в тяговом режиме;

15) выпрямитель однофазный управляемый реверсивный нулевой;

16) VD5, VD6 - светодиоды; показывают машинисту направление движения (вперед или назад);

17) пятая вторичная обмотка; через регулятор переменного тока питает другие вспомогательные цепи электровоза. Регулятор с помощью угла регулирования а стабилизирует выходное напряжение при колебаниях напряжения контактной сети;

18) L2C2 - выходные фильтры; необходимы для отфильтровки гармоник с частотой, отличной от 400 Гц;

19) напряжение 220 В частотой 400 Гц; используется для:

а) питания цепей управления преобразователей;

б) питания цепей освещения и отопления;

в) питания собственных нужд машиниста (электрочайник, электроплита, кондиционер, холодильник и т. д.).

3. Расчет вспомогательных цепей

3.1 Расчет вторичных ЭДС

Среднее значение выпрямленного напряжения Udα для всех выпрямителей.

Среднее значение выпрямленного напряжения холостого хода можно определить, суммируя заштрихованные площадки согласно рисунку 3.1, при угле коммутации γ=0

(3.1)



где - амплитуда ЭДС вторичной обмотки, равная по величине действующему значению этой ЭДС (при прямоугольном, приложенном к первичной обмотке трансформатора, напряжении), В;



α - угол регулирования, рад.



Рисунок 3.1 – диаграмма напряжений и выпрямленного тока

При коммутации вентилей ток вторичной обмотки трансформатора должен изменить свое направление на противоположное под действием ЭДС вторичной обмотки .



По второму закону Кирхгофа,

(3.2)



где - индуктивность вторичной и первичной обмоток трансформатора, связанные потоками рассеяния соответствующих обмоток;



- индуктивное сопротивление вторичной и приведенной к вторичной первичной обмоток трансформатора, Ом;



- текущее значение угла.



Найденное из формулы (3.2) путем интегрирования значение тока



, (3.3)



где С – постоянная интегрирования.

Постоянная интегрирования может быть найдена из начальных условий:

при ; ;



. (3.4)



Таким образом, окончательно имеем

. (3.5)



Поскольку =const в течение полупериода, не имеет значения точка отсчета угла. Пусть в начале коммутации , а в конце коммутации . При этом ток достигнет значения



. (3.6)



Отсюда

. (3.7)



Среднее значение падения напряжения, связанное с коммутацией вентилей, определится из площади прямоугольника, приведенного на рисунке 3.1.

. (3.8)



Учитывая формулы (3.7) и (3.8), имеем

. (3.9)



Выражение , имеет такое же значение, как и для выпрямителей, питающихся синусоидальным напряжением.



. (3.10)



Выражения для определения ЭДС вторичных обмоток

ЭДС вторичных обмоток для питания мотор-компрессора и мотор – вентилятора. Номинальное напряжение на двигателе определяется выбранным типом двигателя. Наиболее подходят двигатели с напряжением 220 и 440 В. Номинальное напряжение соответствует углу регулирования α=0 и номинальному току . В курсовом проекте трансформатор не рассчитывается, а значит, величина сопротивления неизвестна, поэтому примем падение напряжения, связанное с коммутацией, равным 7 % от напряжения холостого хода.



Поэтому имеем

. (3.11)



Откуда

. (3.12)



Прежде чем получить *UdH*, необходимо выбрать двигатели.

Рассчитаем мощность двигателя компрессора:

, (в рад) (3.13)



где *n* – порядковый номер по списку, *n* = 16



Рассчитаем мощность двигателя вентилятора:

, (3.14)



Выбираем двигатель для компрессора типа 4ПФ200М с напряжением Uк = 440 В, который имеет следующие характеристики:

* Мощность – 55 кВт,
* Напряжения якоря – 440 В,
* Ток якоря – 144 А,
* КПД – 84,9 %,
* Номинальная частота вращения – 1000 об/мин,
* Максимальная частота вращения – 4000 об/мин.

Выбираем двигатель для вентилятора типа 4ПФ180М с напряжение Uв=440 В, который имеет следующие характеристики:

* Мощность – 37 кВт,
* Напряжения якоря – 440 В,
* Ток якоря – 97,6 А,
* КПД – 83 %,
* Номинальная частота вращения – 825 об/мин,
* Максимальная частота вращения – 4500 об/мин.

Выбор обусловлен тем, что данный тяговый электродвигатель имеет высокий КПД при максимальной скорости электровоза.

Выбираем пассажирский шестиосный электровоз постоянного тока ЧС2. Выбор обусловлен тем, что в отличие от грузовых поездов, вес которых достигает 5000-6000 т, а максимальная скорость движения не превышает 90 км/ч, пассажирские поезда с локомотивной тягой обычно имеет вес состава не более 1100 т, но скорость движения до 120 км/ч; на некоторых направлениях пассажирские поезда развивают скорость 140-160 км/ч.

Пассажирский локомотив должен обладать плавным ходом и лучшими динамическими качествами с тем, чтобы при высоких скоростях движения его воздействие на путь не превышало допустимых пределов. Поэтому в отличие от грузовых электровозов пассажирские строятся с меньшими нагрузками от колесных пар на рельсы и тяговыми двигателями, установленными на рамах тележек. Весь вес от двигателей на оси колесных пар при этом передается через рессоры, что уменьшает динамические нагрузки на путь и благоприятно влияет на работу самих двигателей.

Шестиосный электровоз ЧС2 предназначен для обслуживания пассажирских поездов на электрифицированных линиях постоянного тока с номинальном напряжением 3 кВ и снижении его до 2700 В.

Выбираем тяговый электродвигатель постоянного тока AL4846eT. Выбор обусловлен тем, что данный тяговый электродвигатель имеет высокий коэффициент использования мощности (0,78) при максимальной скорости электровоза.

Год начала выпуска: 1960

Напряжение контактной сети =3000 В;



Напряжение на зажимах двигателя =1500 В;



Коэффициент возбуждения, %

номинальная – 100%;

Масса двигателя (без зубчатой передачи) G=5250 кг;

Часовой режим

Мощность на валу Рч=700 кВт;

Ток =500 А;



Частота вращения =680 об/мин;



КПД на валу =94,3 %



Продолжительный режим

Мощность на валу =610 кВт;



Ток =435 А;



Частота вращения =720 об/мин;



КПД на валу =94,8 %;



Максимальная частота вращения =1185 об/мин;



Общее сопротивление обмоток двигателя , Ом:



при температуре 110ºС - Ом



Тогда найдем по формуле (3.12):



В, В.



ЭДС вторичных обмоток возбудителя двигателей компрессора и вентилятора.

Имея в виду, что обмотки возбуждения двигателей компрессора и вентилятора включены параллельно, напряжение на них обычно равно номинальному напряжению якорных обмоток, т.е. 440 В. Поэтому ЭДС определяется по выражению (3.12).

В, В.



ЭДС вторичных обмоток возбудителя тяговых двигателей.

Максимальное напряжение, необходимое для получения максимального тока в обмотках возбуждения, может быть найдено из выражения:

, (3.15)



где *nд* – число двигателей электровоза (число осей);

*nд* =6;

*Кпер* – коэффициент рабочей перегрузки тяговых двигателей;

*Кпер=1,5;*

*Iч* – часовой ток тяговых двигателей (номинальный), *А*;

*Rов* – сопротивление обмоток возбуждения тягового двигателя,

при максимальной температуре 110ºС,*Ом*.

.



Далее ЭДС каждой полуобмотки нулевого выпрямителя определяется по формуле (3.12).



ЭДС обмотки собственных нужд.

ЭДС этой обмотки должна компенсировать падение напряжения, связанного с коммутацией симистора, а также потери в выходном фильтре. Эти потери составят примерно 20%, поэтому ЭДС можно найти из выражения:

. (3.16)



3.2 Выбор вентилей вторичных цепей

Максимальное значение тока тиристора выпрямителя, питающего двигатель компрессора.

Максимальное значение выпрямленного тока, протекающего в якоре двигателя компрессора, определяется по формуле

,(3.15)



где Рк - мощность выбранного типа двигателя компрессора, Вт;

*Кпер* – коэффициент перегрузки по току двигателя компрессора при пуске, *Кпер* = 1,2.



Максимальное значение тока тиристора выпрямителя, питающего двигатель вентилятора.

,(3.17)



где Рв - мощность выбранного типа двигателя вентилятора, Вт;

*Кпер* – коэффициент перегрузки по току двигателя вентилятора при пуске, *Кпер* = 1,0.



Максимальные значения токов тиристоров возбудителя двигателей компрессора и вентилятора.

(3.18)



где - ток возбуждения двигателей компрессора и вентилятора, А;



*Кпер* – коэффициент перегрузки ток возбуждения в системе автоматического регулирования (САР) стабилизации тока, *Кпер* = 1,0.

Максимальное значение токов тиристоров возбудителя тяговых двигателей.

Значение максимального тока возбуждения тяговых двигателей находится по формуле:

(3.19)



Максимальное значение тока симистора в цепи собственных нужд.

Поскольку симистор работает без пауз, ток симистора равен току собственных нужд

(3.20)



где -ток собственных нужд электровоза;



=(50…100) А, (3.21)



А.



Среднее значение тока вентилей компрессорной обмотки

(3.22)



Среднее значение тока вентилей вентиляторной обмотки

(3.23)



Среднее значение тока вентилей третьей обмотки

(3.24)



Среднее значение тока вентилей четвертой обмотки

(3.25)



Действующее значение тока через симистор пятой обмотки

, (3.26)



Предварительный выбор типа тиристора по максимальному среднему (предельному) току.

Выбор типа тиристора определяется величиной среднего значения тока, а также условиями эксплуатации, в которые входит и частота.

Максимальное напряжение на тиристорах и выбор класса вентилей.

Максимальное напряжение на тиристорах будет при максимальном напряжении в контактной сети. При этом ЭДС на вторичных обмотках и соответственно на тиристорах определяется:

, (3.27)



где -максимальное значение ЭДС вторичной обмотки трансформатора при максимальном рабочем напряжении в контактной сети, В;



-максимальное рабочее напряжение в контактной сети, В;



- номинальное значение напряжения в контактной сети, В.



Максимальное напряжение на вентилях компрессора:

, (3.28)



Максимальное напряжение на вентилях вентилятора

*,* (3.29)



Максимальное напряжение на вентилях третьей обмотки

, (3.30)



Максимальное напряжение на вентилях возбудителя тяговых двигателей

, (3.31)



Максимальное напряжение на симисторе

, (3.32)



По справочнику выбираем тиристоры и симистор:

1. 2ТБ161-80-8
2. ТЧ 50-8
3. 2Т112-10-8
4. ТБ 400-3
5. ТС 160-5

Таблица1- Выбор тиристоров и симистора

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2ТБ161-80-8 | ТЧ 50-8 | 2Т112-10-8 | ТБ 400-3 | ТС160-5 |
|  | 80 | 50 | 10 | 400 | 160 |
|  | 85 | 70 | 85 | 70 | 70 |
|  | 800 | 500 | 150 | 2000 | 1000 |
|  | 40 | 60 | 10 | 80 | 100 |
|  | 1000 | 630 | - | 630 | 1000 |
|  | 800 | 800 | 800 | 300 | 500 |
|  | 800 | 800 | 800 | 300 | 500 |
|  | 1900 | 1700 | 150 | 7000 | 4000 |
|  | 200..1000 | 100..200 | 200..1000 | 100..1000 | 100..1000 |
|  | 200 | 100 | 100 | 200 | 400 |
|  | 125 | 110 | 125 | 110 | 110 |
|  | 0,5  15 | 4  25 | -  - | 2  40 | 2  25 |
|  | 32 | 24 | - | 50 | 50 |
|  | 2,2 | 2,9 | 1,85 | 2,1 | 2 |
|  | 251 | 157 | 314,1 | 1256 | 502 |
|  | 200 | 750 | 40 | 400 | 350 |
|  | 3 | 2,5 | 3 | 5,5 | 5,5 |
|  | 350 | 250 | 70 | 80 | 70 |
|  | 3,2 | 5 | 10 | 5 | 5 |
|  | 32 | 20..30 | 63..100 | 30..50 | 20..50 |
| При Т=max |  |  |  |  |  |
|  | 30 | 30 | 3 | 35 | 30 |
|  | 30 | 30 | 3 | 35 | 30 |
|  | 0,24 | 0,28 | 1,8 | 0,06 | 0,14 |
|  | 53 | 34 | 2 | 1,5 | 1 |

3.3 Расчет величины индуктивностей сглаживающих реакторов

Назначение сглаживающих реакторов

Сглаживающие реакторы являются простейшими выходными фильтрами, включенными непосредственно на выходе управляемых выпрямителей.

В общем случае выходные фильтры должны содержать индуктивности, запасающие энергию в магнитном поле и сглаживающие в основном выпрямленный ток и ёмкости, запасающие энергию в электрическом поле и сглаживающие в основном напряжение, приложенное к нагрузке (в нашем случае к двигателю компрессора и вентилятора).

Если в качестве фильтра используется сглаживающий реактор, то он выполняет две функции: сглаживание пульсаций тока и напряжения двигателя. Сглаживание пульсаций тока происходит в соответствии с законом электромагнитной индукции:

, (3.33)



где - ЭДС самоиндукции, действующая как инерционный фактор;



- индуктивность сглаживающего реактора;



- выпрямленный ток, А.



Сглаживание пульсаций напряжения на двигателе происходит за счет того, что переменная составляющая выпрямленного напряжения приходится на сглаживающий реактор, а постоянная составляющая этого напряжения приходится в основном на двигатель, уравновешивая противо-ЭДС , которая практически постоянна, если магнитный поток главных полюсов также постоянен.



, (3.34)



где - постоянная, характеризующая конструкционные особенности машины;



- магнитный поток в машине, Вб;



- угловая скорость, с-1.



Поскольку угловая скорость - величина, изменяющая медленно, можно принять противо-ЭДС постоянной.



Вывод формулы для определения величины индуктивности

Энергия, запасаемая в индуктивности за время приложения положительного импульса выпрямленного напряжения к нагрузке, может быть определена из выражения:

, (3.35)



где и - соответственно максимальное и минимальное значение выпрямленного тока, А.



Разложив на сомножители разность квадратов токов, получим

, (3.36)



где - среднее значение выпрямленного тока, А;



- величина пульсаций выпрямленного тока, А.



Энергия, отдаваемая индуктивностью обратно в сеть и в двигатель в течение времени, соответствующего углу регулирования , определится из выражения:



, (3.37)



где - угловая частота питающей сети.



Если учесть, что , выражение (3.37) примет вид:



. (3.38)



Приравняем и , получим



. (3.39)



Из (3.39) имеем:

. (3.40)



В случае шунтирования нагрузки вместе со сглаживающим реактором так называемым «буферным» вентилем, индуктивность отдает энергию только двигателю и выражение (3.38) упрощается:

. (3.41)



Выражение для определения примет вид:



. (3.42)



Подготовка данных для определения



Итак, согласно формулам (3.40) и (3.42), необходимо предварительно определить величины . Так как максимальную пульсацию следует ожидать при максимальном напряжении в контактной сети, то значение принимается равным .



Расчетный угол определится из условия получения стабильного номинального напряжения на двигателях компрессора и вентилятора при всех значениях напряжения в контактной сети, в том числе и максимальном.



Следовательно,

(3.43)



Отсюда

(3.44)



В



Значение определяется обычным способом:



. (3.45)



Величина пульсаций выпрямленного тока определится по формуле:

, (3.46)



где - коэффициент пульсации тока двигателей компрессора и вентилятора, =0,2.



А



Замечания по применению формул (3.40) и (3.42)

При применении формул (3.40) и (3.42) следует учесть следующие замечания:

- при использовании формул (3.40) и (3.42) необходимо иметь в виду, что они выведены без учета падения напряжения , связанного с коммутацией вентилей. При более точных расчетах необходимо это падение напряжения учитывать;



- при углах регулирования, близких к 90º,т.е. в зоне низких скоростей, формулы (3.40) и (3.42) не действительны, т.к. в этой зоне низких напряжений выпрямленный ток прерывистый. Максимальный угол регулирования , при котором можно пользоваться формулами, составляет 60º.



### 4. Расчет инвертора

4.1 Определение коэффициентов трансформации по каждой вторичной обмотке

Коэффициенты трансформации по каждой вторичной обмотке определяются, исходя из условия получения необходимой ЭДС и, соответственно, номинального тока во вторичной обмотке при номинальном напряжении в питающей (контактной) сети. Поэтому коэффициенты трансформации могут быть определены по формуле:

(4.1)



где - минимальное рабочее напряжение в контактной сети,В;



- номинальная ЭДС соответствующей вторичной обмотки, В.



Коэффициент трансформации компрессорной обмотки

, (4.2)



Коэффициент трансформации вентиляторной обмотки

, (4.3)



Коэффициент трансформации третьей обмотки

, (4.4)



Коэффициент трансформации четвертой обмотки

, (4.5)



Коэффициент трансформации пятой обмотки

, (4.6)



4.2 Токи вторичных обмоток, приведенные к первичной обмотке трансформатора

Эти токи можно найти из выражения (на примере тока компрессорной обмотки)

*,* (4.7)



где - номинальный ток двигателя компрессора, или, иначе говоря, действующее значение тока вторичной обмотки, питающей двигатель компрессора, А;



- коэффициент трансформации для обмотки, питающей двигатель компрессора.



Приведенный к первичной обмотке ток вентиляторной обмотки

*,* (4.8)



Приведенный к первичной обмотке ток третьей обмотки

, (4.9)



Приведенный к первичной обмотке ток четвертой обмотки

, (4.10)



Приведенный к первичной обмотке ток пятой обмотки

, (4.11)



4.3 Ток первичной обмотки трансформатора

Ток первичной обмотки трансформатора находится как сумма приведенных к первичной обмотке вторичных токов:

*,* (4.12)



Необходимо учесть, что найденный из условия самого тяжелого режима работы ток будет максимальным рабочим током первичной обмотки трансформатора и будет соответствовать максимальным токам вентилей инвертора.



4.4 Выбор вентилей инвертора

Среднее значение тока вентиля автономного однофазного мостового инвертора определяется по формуле:

, (4.13)



В качестве управляемых вентилей могут использоваться триодные тиристоры, запираемые тиристоры, силовые транзисторы и JGBT- транзисторы.

Среднее значение токов обратных диодов инвертора может быть принято около 60% от величины соответствующих управляемых вентилей инвертора

, (4.14)



При выборе обратных диодов необходимо учитывать частотные свойства вентилей.

Выбор вентилей по напряжению производится, исходя из повторяющихся напряжений для диодов и и для тиристоров, которые определяют класс приборов.



Максимальное напряжение на вентилях определяется выражением:

, (4.15)



где – максимальное рабочее напряжение в контактной сети,



= 4000 В;



– полный размах пульсаций напряжения на конденсаторе входного фильтра, В;



=(0,1...0,2), (4.16)



### 5. Расчет параметров входного фильтра

5.1 Величина емкости входного фильтра

На электровозе применяется импульсное регулирование напряжения на тяговых двигателях. В этом случае целесообразно подключить вспомогательные цепи электровоза к входному фильтру силовой цепи, если частота работы импульсных преобразователей такая же, как у автономного инвертора. Таким образом, задача сводится к расчету входного Г - образного фильтра импульсного преобразователя.

Величина емкости конденсатора входного фильтра может быть определена по формуле:

, (5.1)



где - пусковой ток двигателей, выбранных при расчете возбудителя, А;



, (5.2)



где - число осей выбранного ранее электровоза;



Рабочая частота фильтра, от которого питается параллельно включенных преобразователей:



, (5.3)



5.2 Выбор конденсаторов для входного фильтра

При выборе конденсаторов необходимо руководствоваться таблицей. При этом придется рассчитывать количество последовательных и параллельно включенных конденсаторов с учетом их величины и максимального напряжения, приложенного к ним.

Таблица 2 – Основные технические данные конденсаторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип конденсатора | Основные параметры | | |
| , В | , Гц | С, мкФ |
| ФЖ-1,1-400 | 1100 | - | 400 |
| ФЖ-1,6-600 | 1600 | - | 600 |
| ФЖ-1,6-300 | 1600 | - | 300 |
| ФСТ-0,75-300У2 | 750 | 400 | 300 |
| ФСТ-2,1-160У2 | 2100 | - | 160 |



Рисунок 5.2 – схема соединения конденсатора

5.3 Величина индуктивности входного фильтра

Величина индуктивности может быть определена по формуле:

, (5.4)



где - допустимая пульсация тока индуктивности входного фильтра, т.е. в контактной сети, А



, (5.5)



### 6. Функциональная схема управления инвертором

На рисунке 3 изображена функциональная схема управления инвертором, где приведены следующие обозначения:

ЗГ - задающий генератор;

ДЧ - делитель частоты;

ЛЗ – линия задержки;

ФИЗ – формирователь запирающих импульсов управления для тиристоров;

ФИО – формирователь отпирающих импульсов управления для тиристоров.

В качестве задающего генератора чаще всего применяют стабилизированный по частоте мультивибратор с кварцевым резонатором. Импульсы с задающего генератора поступают на делитель частоты, который разделяет сигналы, поступающие на тиристоры VS1,4 и VS2,3. Поскольку используется запираемые тиристоры, необходимо формировать отпирающие и запирающие импульсы. Линии задержки, которые можно построить на базе логических схем И-НЕ, обеспечивают некоторую задержку отпирания очередной пары тиристоров прежде, чем восстановят свои управляющие свойства предыдущая пара тиристоров.



Рисунок 6 – Функциональная схема управления инвертором

Список литературы

1 Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебник для вузов ж.д. транспорта – М.: Транспорт, 1999. – 464с.

2 Чебовский О.Г., Моисеев Л.Г. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 400 с.

3 Раков В.А. Пассажирский электровоз ЧС2. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1976, 320с.