

Департамент образования Вологодской области
бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального
образования «Череповецкий металлургический колледж»

Специальность: 13.02.11
«Техническая эксплуатация
и обслуживание
электрического
и электромеханического
оборудования».

Курсовой проект
Проект электрооборудования подводящего
рольганга прокатного стана 250 СПЦ ПАО
«Северсталь»
Пояснительная записка
КП.13.02.11.00.00.21 ПЗ

Проект разработал: Поликарпов Д.А.,
студент группы ЗТЭ1

- Задачи проекта:
- Описать технологический процесс;
- Выполнить расчет и выбор силового электрооборудования;
- Сделать обоснованный выбор двигателя и других элементов системы электропривода;
- Разработать принципиальную электрическую схему

Введение

Объект исследования данного проекта – электрооборудование подводящего рольганга прокатного стана 250 СПЦ ПАО «Северсталь».

Цель проекта - воспользовавшись навыками и знаниями, приобретенными в процессе обучения по специальности, разработать эффективную систему электрического оборудования подводящего рольганга прокатного стана 250 СПЦ ПАО «Северсталь», которая будет удовлетворять всем предъявляемым к ней требованиям.

Кинематическая схема и технологический процесс работы механизма

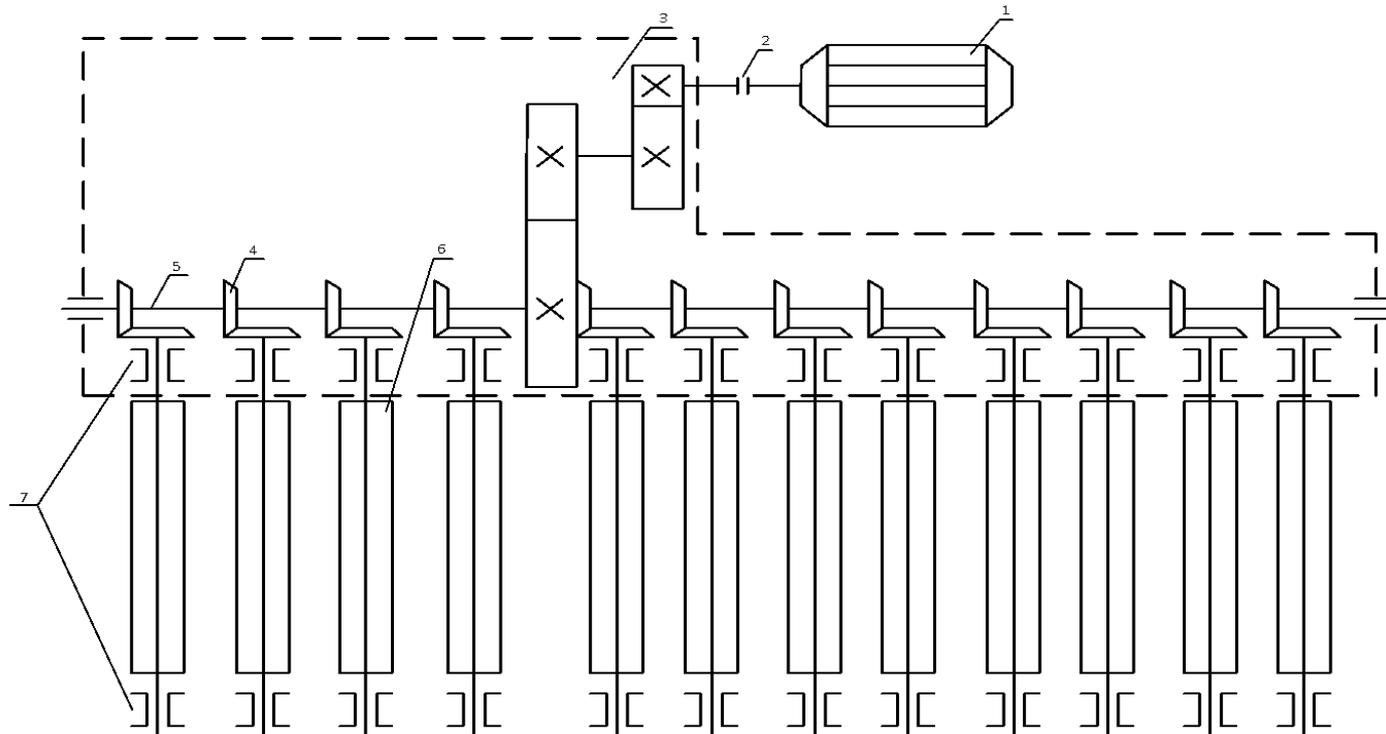


Рисунок 1. Кинематическая схема

1-Двигатель; 2- Муфта; 3- Редуктор ступенчатый; 4- Коническая передача; 5- Трансмиссионный вал; 6- Ролик; 7- Подшипниковые опоры.

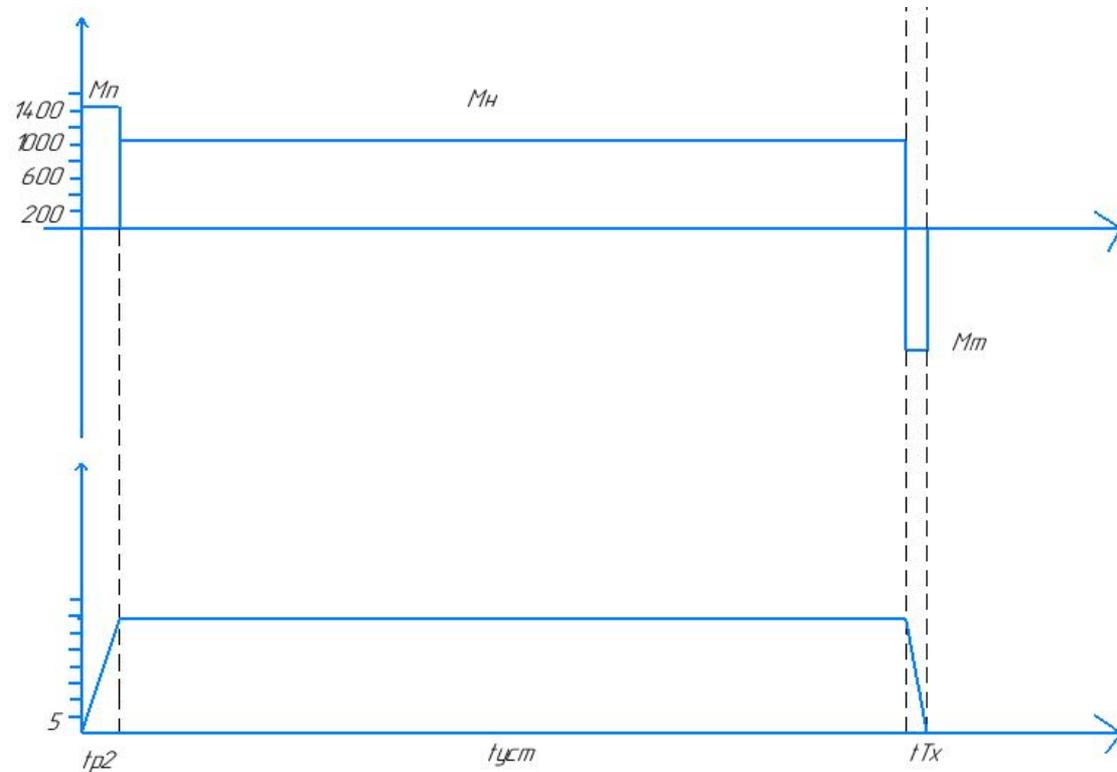
Расчет и построение скоростной и нагрузочной диаграмм

1. Пусковой момент:

$$M_{\text{п}} = 1,3 \times M_{\text{н}} = 1,3 \times 1111 = 1444 \text{ Н*м}$$

2. Тормозной момент:

$$M_{\text{т}} = M_{\text{п}} = 1444 \text{ Н*м}$$



$$t_{p2} = \frac{\Sigma J_{\text{макс}} \cdot \omega_{\text{д}}}{\lambda y \cdot M_{\text{н}} - M_{\text{п.тр1}}} \text{ с,}$$

$$t_{p2} = \frac{19,8 \times 33,3}{1,96 \times 1111 - 1427} = 0,9 \text{ с.}$$

$$S_{\text{уст}} = l_{\text{сл}} + l_{\text{рол}} - S_{\text{р}}$$

$$S_{\text{уст}} = 9 + 10,5 - 0,9 = 18,6 \text{ м}$$

где $l_{\text{сл}}$ – длина слитка, м (исходные данные);

$l_{\text{рол}}$ – длина рольганга, м (исходные данные).

17. Время торможения:

Без слитка

$$t_{\text{т.х}} = \frac{\Sigma J_{\text{х}} \cdot \omega_{\text{д}}}{\lambda z \cdot M_{\text{н}} + M_{\text{х}}} \text{ с,}$$

$$t_{\text{т.х}} = \frac{10,8 \times 33,3}{0,175 \times 1111 + 791,1} = 0,5 \text{ с.}$$

Выбор двигателя, проверка

8. По найденным $M_{п.д}$, $\omega_{д}$, и ПВ% ор предварительно определяют мощность

$$P_{пр} = \frac{M_{п.д} * \omega_{д}}{10^3}$$

$$P_{пр} = \frac{1003 \times 33,3}{10^3} = 33,4 \text{ кВт}$$

и по каталогу выбирают двигатель, соблюдая условие

$P_n \geq P_{пр}$, т.е. номинальная мощность выбранного двигателя должна быть равна или несколько больше расчетной.

Из справочника выбираю двигатель МТКН-511

Параметры: $P_{ном} = 37 \text{ кВт}$; $I_{ном} = 77 \text{ А}$ при $U = 380 \text{ В}$; $n_{ном} = 930 \text{ об/мин}$; $n_{max} = 930 \text{ об/мин}$; $\eta = 0,85$; $\cos\phi = 0,86$; $M_{max}/M_{ном} = 3$; $m = 360 \text{ кг}$.

Обоснование рода тока , величины напряжения

Главные критерии выбора

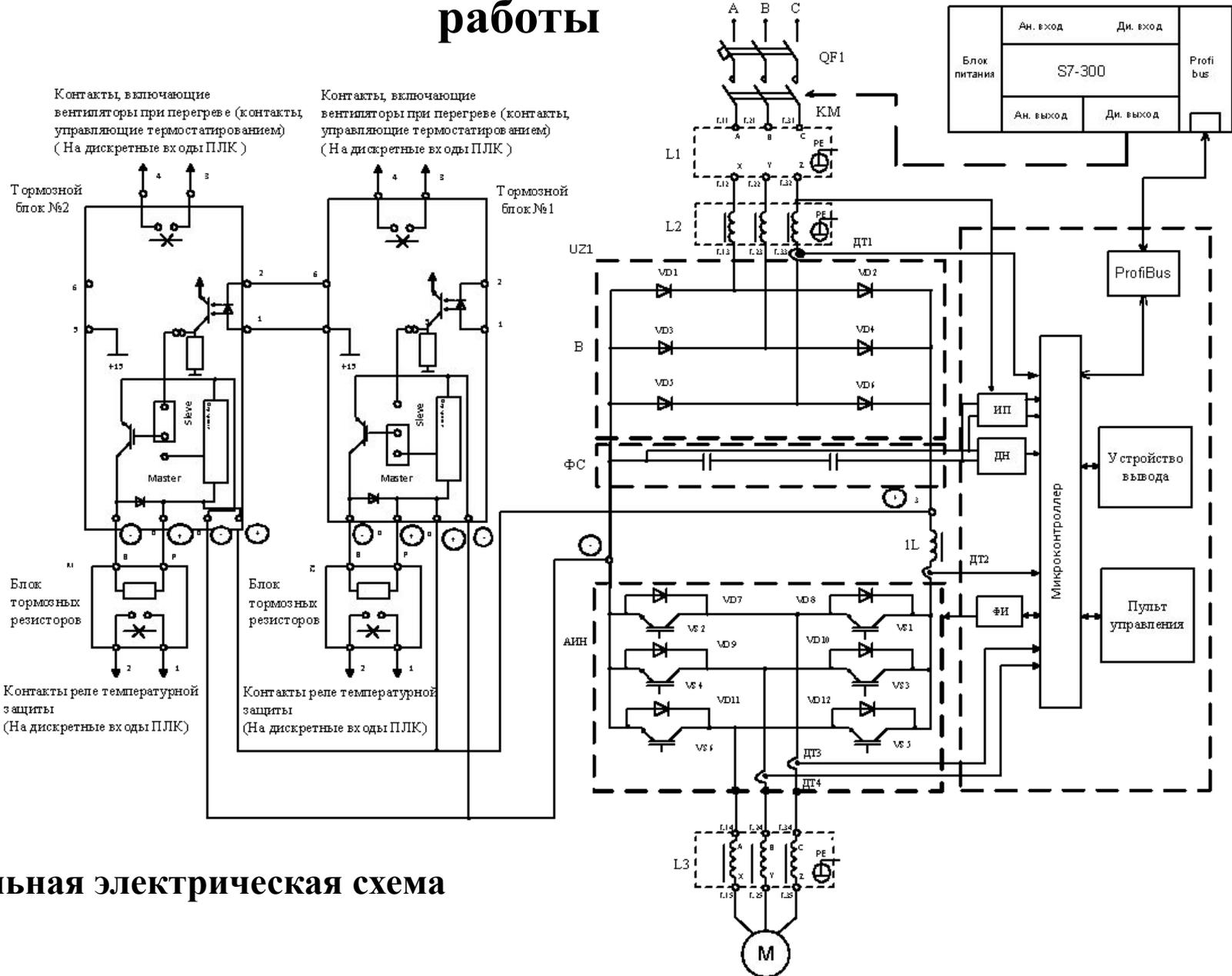
1. Совокупная стоимость закупки регулируемого привода и требуемого дополнительного оборудования
2. Текущие эксплуатационные расходы:
 - обслуживание;
 - производственные издержки, КПД, и т.д;
 - требуемая площадь размещения.
3. Технологические и инновационные аспекты:
 - динамический отклик,
 - время разгона;
 - 4-х квадрантные операции;
 - аварийный стоп и т.д.
 - масса-габаритные характеристики.
4. Эксплуатационная надежность, пригодность приводов:
 - соответствие международным требованиям и стандартам IEC, ГОСТ Р, EN, CE-EMC; CSA, UL, и т.д.;
 - условия окружающей среды;
 - степень защиты корпуса;
 - ремонт "по-месту"
5. Воздействие на внешнюю среду:
 - искажение сетевого напряжения
 - ЭМС
6. Требуемое пространство для преобразователя и двигателя
7. Отвод тепла

Оба типа приводов (ППТ и ЧПП) потребляют реактивную мощность из сети. Её размер не значителен в частотно-регулируемых приводах, а в приводах постоянного тока более значителен и зависит от частоты вращения двигателя. Предпочтение в этом вопросе имеют частотные приводы.

Наличие дополнительных устройств (опций) частотных преобразователей позволяют наращивать функции последних: увеличивать число входов выходов, использовать современные шины и протоколы обмена, применять привод в устройствах позиционирования, следить за температурным режимом двигателя и привода, использовать привод в режиме виртуального кулачка (переменная скорость вращения за один оборот вала) и многое другое. Современные микроконтроллеры, управляющие частотным преобразователем, позволяют обрабатывать данные за период в несколько десятков микросекунд, (десять лет назад это время составляло 200 мс), что позволило расширить диапазон регулирования с обратной связью до 1:1000 с точностью поддержания скорости 0,2 оборота во всем диапазоне, что приближает частотные приводы к сервоприводам.

В данном случае выбираю электропривод переменного тока, т.к не требуется глубокого регулирования частоты вращения и не требуется повышенный пусковой момент.

Выбор электрической схемы управления, описание ее работы



Принципиальная электрическая схема управления.

Преобразователь частоты предназначен для регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

Схема сформирована по европейскому варианту.

В схеме использованы следующие элементы.

- QF1-Вводной силовой автоматический выключатель
- КМ-Контактор линейный
- VD1-VD6-Диоды силовые
- VS1-VS6-Транзисторы силовые
- VD7-VD12-Обратные диоды защиты транзисторов
- L1-Входной фильтр
- L2-Сетевой дроссель
- ДТ1-Датчик тока питающей сети
- ДТ2-Датчик выпрямленного тока
- ДН- Датчик напряжения
- ИП- Источник питания
- ФИ- Формирователь импульсов управления транзисторами
- ДТ3, ДТ4-Датчики тока статора электродвигателя
- L3-Дроссель двигателя
- В-Выпрямитель
- ФС- Фильтр емкостной
- АИН- Автономный инвертор напряжения

Работа схемы.

Для работы преобразователем необходимо включить автоматический выключатель QF1 и линейный контактор КМ. В данной схеме используется неуправляемый выпрямитель в звене постоянного тока. Торможение электродвигателя происходит с помощью тормозных блоков и блоков тормозных резисторов. При торможении электродвигатель переходит в генераторный режим и вырабатываемая при этом электроэнергия поступает в звено постоянного тока, там напряжения с генератора и выпрямителя складывается. При достижении определенной величины суммарного напряжения срабатывает тормозной блок и подключает к звену постоянного тока тормозные резисторы. В них избыточная энергия преобразуется в тепловую и отдается в окружающую среду.

Управление преобразователем может происходить по проводной схеме или по сети PROFIBUS. В некоторых случаях управления преобразователем можно производить от пульта управления. Все сигналы управления и сигналы с датчиков поступают в микроконтроллер преобразователя, где анализируются и затем выдается сигнал управления в блок формирования импульсов управления силовыми тиристорами. В преобразователе используется широтно-импульсная модуляция. Наладка преобразователя производится с помощью пульта управления или компьютера с помощью специальной программы.

Выбор аппаратуры управления, защиты уставок

Исходя из данных критериев выбора, для управления электродвигателем **выбираю частотный преобразователь** фирмы Schneider Electric серии

- Altivar ATV610D45N4. Мощность 37 кВт.

степень защиты IP IP20

тип охлаждения Принуд. конвекция

частота сети питания 50...60 Hz (+/-5 %)

число фаз сети 3 фазы

[Us] номинальное напряжение сети 380...415 В (- 15...10 %)

мощность двигателя, кВт 45 кВт нормальная нагрузка

37 кВт тяжелые условия

мощность двигателя, л.с. 60 лс нормальная нагрузка

50 лс тяжелые условия

линейный ток 92.9 А at 380 В нормальная нагрузка

88.3 А at 415 В нормальная нагрузка

80.5 А at 380 В тяжелые условия

75.8 А at 415 В тяжелые условия

предполагаемый линейный I_{sc} 22 кА

полная мощность 63.5 кВа at 415 В нормальная нагрузка

54.5 кВа at 415 В тяжелые условия

непрерывный выходной ток 88 А at 4 kHz нормальная нагрузка

75 А at 4 kHz тяжелые условия

макс. переходной ток 97 А during 60 с нормальная нагрузка

112 А during 60 с тяжелые условия

Выбор автоматического выключателя

Автоматические выключатели предназначены для многократной защиты электрических установок от перегрузок и коротких замыканий. Некоторые модели обеспечивают защиту от других аномальных состояний, например, от недопустимого снижения напряжения. Главным отличием от плавкого предохранителя является возможность многократного использования. Производители преобразователей частоты рекомендуют выбирать автоматический выключатель на номинальный ток, превышающий в 2,5 раза номинальный ток преобразователя частоты.

Из условия:

$U_{нв} > U_n \quad 600 > 380 \text{ В}$

$I_{нв} > I_n \quad 250 > 77 \text{ А}$

Исходя из критериев выбора, выбираю автоматический выключатель фирмы ComPact NSX250F с техническими данными:

Кол. полюсов-4

Управление ручное-рычаг управления стандартная или выносная поворотная рукоятка

Номинальный ток=250А

Номинальное напряжение изоляции-750 В

Номинальное рабочее напряжение-690 В

Раб.откл.способность-100%

Выбор линейного контактора

Как правило, контакторы применяются для коммутации электрических цепей промышленного тока при напряжении до 660 В и токах до 1 600 А

Из условия:

- $U_{нк} > U_c$ 690 > 380 В
- $I_{нк} > I_n$ 95 > 77 А

Исходя из критериев выбора, выбираю контактор Контактор DEKraft КМ-103 95А 220В АС3 1НО+1НЗ 22148ДЕК

Номинальное напряжение-690В

Номинальный ток-95А

Входной фильтр

По выбранному преобразователю частоты выбираю Входной фильтр мощностью 37 кВт

Производитель	Веспер
Тип прибора	входной фильтр
Выходная мощность	37 кВт
Номинальная индуктивность, мГн	0,12 мГн
Выходной ток	80А
Размеры, ШхВхГ, мм	180x200x116
Вес, кг	10,4
Размер груза, место 1, ШхВхГ, мм	280x300x216
Вес груза, место 1, кг	13,4

Сетевой дроссель

ED3N - 0,16/90,0 Сетевой дроссель (для 45 кВт):

Исполнение	В
Ток	90 А
Частота первой гармоники	50 Гц
Индуктивность	0,16 мГн
Перегрузка, I_n	110%
Токовые клеммы	Кабельные наконечники
Номинальное напряжение, U_n	400 В
Падение напряжения, U_d	2%
Класс изоляции	F(155°C) - стандартно
Степень защиты	IP00
Рабочая температура	40°C
Габаритные размеры (ДхШхВ)	195x130x158 мм
Вес	8,8 кг

Выходной фильтр

Позволяет ограничить перенапряжения на клеммах электродвигателя.

Дроссель позволяет:

- ограничить dv/dt до значения 500 В/мкс;
- ограничить перенапряжение на зажимах двигателя до значения:
- 1000 В при U_n 400 В (эффективное значение);
- 1150 В при U_n 460 В (эффективное значение).
- отфильтровать помехи, обусловленные срабатыванием контактора, находящегося между фильтром и двигателем;
- уменьшить ток утечки на землю двигателя.

По выбранному преобразователю частоты выбираю выходной фильтр № по каталогу Фильтр dv/dt выходной IP20 95А

Предельная длина кабеля: экранированный - 200 м
неэкранированный – 300 м

Потери путем рассеивания тепла – 430 Вт

Номинальный ток - 3×95 А

Масса – 17,300 кг

Тормозные сопротивления

Тормозное сопротивление обеспечивает работу преобразователя Altivar при торможении до полной остановки или во время снижения скорости путем рассеивания тормозной энергии. Оно обеспечивает максимальный переходный тормозной момент.

По выбранному преобразователю частоты выбираю тормозные сопротивления № по каталогу ATV 61HC13N4, HC16N4 2,1

Тормозной транзистор рассчитан на:

75 % номинальной мощности двигателя в продолжительном режиме;

150 % номинальной мощности двигателя в течение 60 с

Степень защиты корпуса IP23.

Тепловая защита-тепловое реле.

Значение сопротивления при 20⁰С- 2,1 Ом

Масса 86 кг.

37 Квт

Расчет и выбор кабельной продукции

Выбор кабельной продукции производится по экономической плотности тока

$$S = I / J_{\text{эк}}$$

$$S_{\text{д}} = I_{\text{д}} / J_{\text{эк}} = 77 / 5 = 15,4 = 16 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{пч}} = I_{\text{пч}} / J_{\text{эк}} = 80 / 5 = 16 \text{ мм}^2$$

$S_{\text{д}}$ - необходимое сечение проводника для двигателя мм².

$S_{\text{пч}}$ - необходимое сечение проводника для преобразователя частоты мм².

I - расчётный ток А.

$J_{\text{эк}}$ - нормированное значение экономической плотности = 5 А

В ходе курсового проекта выбираю кабель марки ВВГ 4x25 для питания электродвигателя и ВВГ 4x35 для питания преобразователя частоты.

2. Проверка выбранного кабеля на потерю напряжения

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I_{\text{д}} * L (R_0 * \cos\varphi + X_0 * \sin\varphi) * 100}{U_{\text{ном}} * 1000}$$

L - длина кабельной линии.

R_0 -Активное сопротивление одного метра кабельной линии (мОм)/м

X_0 -Индуктивное сопротивление одного метра кабельной линии (мОм)/м

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 77 * 10 * (2,4 * 0,8 + 0,084 * 0,6) * 100}{380 * 1000} = 0,69 \%$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 80 * 10 * (2,4 * 0,8 + 0,084 * 0,6) * 100}{380 * 1000} = 0,718 \%$$

Выбранный кабель по потере напряжения соответствует ПУЭ (не более 6%).

Технические характеристики кабеля ВВГ

Вид климатического исполнения кабелей УХЛ и Т, категорий размещения 1 и 5 по ГОСТ 15150-69

Диапазон температур эксплуатации: от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$

Относительная влажность воздуха при температуре до $+35^{\circ}\text{C}$: до 98%

Прокладка и монтаж кабелей без предварительного подогрева производится при температуре не ниже: -15°C

Материал: жилы - медь I или II класса скрутки, изоляция - поливинилхлорид, оболочка - поливинилхлорид, броня - две стальные ленты, наружный покров - обмотка стекловолокном с поливкой битумным составом.

Заключение

В данной курсовой работе проведены расчёты для выбора двигателя, приведена кинематическая схема, а так же схема управления. Были выбраны аппараты управления и защиты установок, произведён расчёт кабельной продукции для выбранного двигателя. Осуществлён расчёт скоростной и нагрузочной диаграммы.

Заданные задачи были выполнены, поставленная цель в начале работы достигнута.