Расчет по проектированию силовой части для предприятия AES Семипалатинские ТЭЦ

Ведение.

Одна из старейших станций Казахстана Семипалатинская ТЭЦ была построена в 30-е годы. Ввод ее совпал со строительством Туркестано-Сибирской железной дороги и гиганта мясной индустрии - Семипалатинского мясокомбината. За долгие годы работы на станции проводились реконструкции, вводились новые мощности. Но в связи с экономическими трудностями в 90-е годы станция стала приходить в упадок. В октябре 1997г. Семипалатинскую ТЭЦ приобрела компания “Алтай – Пауэр”, которая выиграла тандер на приобретение электростанций Восточного - Казахстана. С этих пор станция именуется ТОО AES “Семипалатинские ТЭЦ”.

Первейшую и основную задачу компания AES видит в обеспечении населения чистой энергией, теплом, работой. Приступили к завершению строительства начатых объектов и разработке долгосрочных проектов переоборудования станции.

За небольшой отрезок времени повысилась культура производства, больше стали уделять внимания экологии. Компанией AES выделено 15млн. тенге на завершение строительства и пуск турбины с противодавлением на 12мгвт. В феврале турбина вступила в строй.

На ТЭЦ-1 прекрасно оборудована химлаборатория, в которой проводится хим. анализы топлива, пара, воды.

Компания продолжает большие работы, по вводу технологического оборудования химводоочистки с вводом которой исчезнут проблемы обеспечения станции хим. очищенной водой, увеличится срок работы котлоагрегатов без ремонтных работ. Компания AES отдала предпочтение улучшению производительности станции путём вложения инвестиций в строительство новых мощностей, обучение персонала, повышение производительности труда, безопасной работе на станции.

История AES Семипалатинские ТЭЦ.

*Семипалатинская ТЭЦ. История и современность.*

В тридцатых годах г. Семипалатинск был довольно крупным в условиях Казахстана городом с населением до 100 тыс. жителей. Но на весь город имелась только одна коммунально-локомобильная электростанция мощностью 250 кВт. Строительство Туркестано-Сибирской железной дороги дало сильный толчок развитию промышленности, начало осуществляться строительство ряда промышленных предприятий. Наиболее энергоемким из них был мясокомбинат, который и определил место строительства и тип электростанций – ТЭЦ.

Участок под строительство был выбран на левом берегу Иртыша, выше поселка Жана-Семей, на расстоянии 8 километров от Семипалатинска. По соседству с территориями строительства мясокомбината, суконного комбината, механической шерстомойки.

Пром. здание для строительства ТЭЦ было спроектировано Московским отделением энергетического института и утверждено 5 ноября 1931 года.

В этот момент была полная не ясность с финансированием поэтому пришлось заключать договора с потребителями энергии на выделение денег на строительство в счет отпускаемой в будущем электрической энергии и пара. Конец сентября 1931года можно считать началом строительства ТЭЦ-1.

Земляные работы велись в ручную, отвозку земли производили грабарками, зачастую на верблюдах или конной тяге. Строительство не имело ни одной авто машины. С некоторых участков землю отвозили на вагонетках, причем рельсами служили деревянные брусья, оббитые железом.

Но несмотря на не вероятные условия работы за срок 1.5 – 2 месяца были установлены опалубки для фундамента береговой насосной и главного здания.

Строительство велось в условиях полного отсутствия централизованного снабжения. Гвозди изготовлялись на месте из проволоки. Такие матерь ялы, как карбид, кислород поставлялись из Ташкента, Челябинска. И все же в октябре 1932 года основные строительные работы были закончены и приступили к монтажу оборудования. Из-за не комплексной отгрузки оборудования и некачественного изготовления значительной части оборудования монтаж был закончен в 1 квартале 1934 года вместо правительственного срока 3 квартал 1933 года.

Апрель месяц был периодом опробованного оборудования. В начале мая 1334 года был осуществлен пуск первого турбогенератора ОК – 30, мощностью 3 МВт. Второй турбогенератор '' Вуманг '' мощностью 6 МВт был пушен в декабре 1934 года. С первой очередью были установлены три котла ЛМЗ со слоевым сжиганием топлива на паромеры 18 атмосфер, 375С, 25 т/ч. Котлы № 1 и № 2 были оборудованные ручными топками, котел № 3 – механической решеткой.

Уже в 1935 – 36 г.г. была выполнена первая реконструкция котлов № 1 и № 2 с установкой воздухоподогревателей и механической цепной решетки.

В 1948 году была введена первая автоматизация на котлах установлены термостатные регуляторы питания, что позволило высвободить 4-х питальщиков.

В 1951 –53 г.г. силами персонала котельного цеха на котлоагрегатах были установлены фронтовые экраны, что увеличило производительность котлоагрегатов с 25 т/ч. до 33 т/ч.

В 1956 году началось строительство 2-й очереди ТЭЦ. Были выполнены следующие объемы работ:

Реконструкция котлов ЛМЗ с переводом на пылеугольное сжигания топлива.

Установка двух котлоагрегатов ТП – 35 на параметры 39 атмосфер, 450 С, 35 т/ч.

Установка турбогенератора АТ – 6 на 6 кВт.

Установка бойлеров.

Строительство топливо подачи.

Установка 10 аэроб ильных мельниц.

Одновременно со строительством котлов в турбинном цехе выполнялись своими силами реконструкция циркулярных вводов по рационализаторскому предложению начальника цеха Дервоедова Л.Т. с полным использованием тепла от конденсаторов всех трех турбин. В результате внедрения данного предложения удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию снизился с 620 г/кВтч до 210 г/кВтч.

Со строительствам второй очереди появилась возможность начать работы по теплофикации. В отопительный сезон 1966 – 67 г.г. была подсоединена тепло магистраль протяженностью 1200 метров диаметром 500 мм.

Из-за возрастающих нагрузок и в связи со значительным дефицитом установленных мощностей в Семипалатинске были установлены энергопоезда. Для координации работ по энергоснабжению, объединению всех мощностей в единую сеть в 1958 году в городе был создан комбинат '' Семипалатинскэнерго '', куда были переданы ТЭЦ – 1.

Для решения проблем энергоснабжения была построена линия электропередачи, связывающая Семипалатинск и '' Алтайэнерго ''. Турбогенераторы ТЭЦ–1 остались в работе, а энергопоезда были демонтированы. В октябре 1964 года '' Семипалалатинскэнерго '' был расформирован, а ТЭЦ – 1 были переданы ''Алтайэнерго ''.

Семипалатинские ТЭЦ – 1 стала работать в основном на покрытие тепловых нагрузок. В 1070 году был демонтирован турбогенератор ТЭЦ 2ВВСN1, в 1974 году демонтирован турбогенератор ОК – 30 и в 1977 году турбогенератор N 2. Как физически и морально и физически устаревшее оборудование, хотя и все агрегаты работали на чисто тепловом режиме, были экономичными и могли бы нести нагрузки и сегодня с небольшими затратами на ремонт.

А тепловые нагрузки продолжали возрастать. Для покрытия в 1971 – 73 г.г. по проекту Алма-атинского ГСПИ '' Промэнергопроэкт '' были установлены на ТЭЦ-1 водогрейные котлоагрегаты ПТРМ – 50 N1 и N 2 общей мощностью 100 Гкал./час., с которыми были построено новое мазутное хозяйство с мазутными емкостями 4000 кубометров, новая дымовая труба и очистные сооружения.

Начали быстро развиваться тепловые сети, протяженность которых сейчас дошла до 25.9 км.

Установка водогрейных котлов не решила проблемы пароснабжения потребителей, тем более что в 1974 году на котлах ЛМЗ NN1,2,3 были по низины параметры до 10 атмосфер из-за появления трещин в клапанном днище барабана котла N2, что явилось результатом длительной эксплуатации 37 лет. Поэтому последующим расширением ТЭЦ – 1 было строительство энергетических котлов БКЗ – 75 N6 в июне 1981 года и N7 – в 1985 году на параметры 39 атмосфер, 450С, 75 т/ч. В комплекте с этими котлами были построены: Новый бытовой корпус, механическое разгрузустройство, мазутная емкость на 3000 кубометров. Одновременно велись работы по замене аэроб ильных мельниц котлов NN1 – 5 на молотковое строительство щита управления котлами NN1 – 5 с полной заменой устаревших приборов КИП и автоматики, а также реконструкция водогрейных котлов NN1,2 с переводом на П-образную компоновку.

В 1993 году на ТЭЦ – 1 введен водогрейный котел КВГМ – 100, работающий на мазуте. Был выполнен водогрейный котел КВГМ-100 , работающий на мазуте. Был выполнен проект установки котла КЕ-160 № 8, чтобы иметь возможность демонтировать котлы №№ 1,2,3 . По этому проекту воздвигнута дымовая труба высотой 80 м., построены фундаменты под котел, строится новая химводоочистка.

Но из-за отсутствия средств работы приостановлены.

В турбинном цехе ТЭЦ-1 смонтирован новый турбогенератор с противодавлением типа АР-12 на 12 МВт. Но из-за отсутствия трубопроводов ввод в эксплуатацию очевидно будет сложен.

В октябре 1984 году в состав Семипалатинских ТЭЦ была переданная котельная завода '' Казак кабель '', где были установлены паровые котлы ДКВР и КЕ – 25 общей мощностью 65 т/ч., а также водогрейный котел ЭУМ – 60 на 60 Гкал/ч., работающий на угольной пыли. В 1985 – 86 году производилась здесь наладка установленного оборудования, окончание монтажа водогрейного катла ЭЧМ – 60.

В 1985 году в состав Семипалатинских ТЭЦ была передана котельная поселка Шульбинск, находящееся на расстоянии 60 километров от города с установлиными четырьмя котлоагрегатами КЕ – 25.

Таким образом, Семипалатинские ТЭЦ представляют собой крупное теплоснабжающее предприятие с общей тепловой мощностью 708 Гкал/ч., с коллективом 857 человек, от работы которого зависит последнее, что еще стабильно – это тепло в наших квартирах.

1.1. Расчет электрических нагрузок.

*Определение расчетных электрических нагрузок цеха.*

Расчет электрических нагрузок цеха производим методом у порядочных диаграмм. Результаты расчета сведены в таблицу № 1.

Для каждого электроприёмника определяем активную, реактивную и полную мощность.

Определяем сменную нагрузку каждого электроприёмника :

Рсм = ( ∑ Рном )  Ки

где,

Рсм – сменная, активная нагрузка электроприёмника.

Рном – номинальная мощность оборудования.

Ки – коэффициент использования.

Рсм1= 800 \* 0.72 = 576 кВт

Рсм2= 800 \* 0.6 = 480 кВт

Рсм3= 1000 \* 0.7 = 700 кВт

Рсм4= 500 \* 0.6 = 300 кВт

Рсм5= 500 \* 0.6 = 300 кВт

Определяем реактивную максимальную мощность:

Qмах= Рмахtg ϕ,

где,

tgϕ - значение соответствующее средневзвешенному коэффициенту cosϕ , характерному для электроприемников данного режима работы и определяется по формуле:

tgϕ = sinϕ / cosϕ

sinϕ - определяется по формуле:

sinϕ = √1-cos2ϕ

Qмах – реактивная максимальная мощность.

tgϕ - значение соответствующее средневзвешенному коэффициенту cosϕ , характерному для электроприемников данного режима работы.

Qмах1 = 800  0.6 = 480 кВар.

Qмах2 = 800 0.75 = 600 кВар.

Qмах3 = 1000 0.75 = 750 кВар.

Qмах4 = 500 0.75 = 375 кВар.

Qмах5 = 500 0.75 = 375 кВар.

Определяем суммарную, активную нагрузку.

Sмах= √Pмах2+ Qмах2

где,

Sмах – полная мощность.

Sмах1= √ 5762 + 4802 = 749 кВА.

Sмах2= √ 4802 +6002 = 768 кВА.

Sмах3= √ 7002 +7502 = 1025 кВА.

Sмах4= √ 3002 +3752 = 480 кВА.

Sмах5= √ 3002 +3752 = 480 кВА.

Определяем нагрузку на цех БКЗ - 75 :

Sр = Sмах1+ Sмах2+ Sмах3 + Sмах4 + Sмах5 + Sтр

где,

Sр – полная нагрузка.

Sр =749+768+1025+480+480+800 = 4302 кВА

1.2. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.

Количество трансформаторов должно удовлетворять условию надежности электроснабжения, капитальным минимальным затратам и наиболее экономичному режиму загрузки и трансформатора. Для нашего цеха, мы рассматриваем двух трансформаторное питание с раздельной работой трансформатора. С неявным резервом из-за неравно мерной нагрузки по времени года.

Вариант № 1.

Два трансформатора по 2500 кВА. В номинальном режиме трансформаторы будут работать с неполной нагрузкой. Коэффициент загрузки в часы максимума.

Кз.т.=Sр / 2Sн ,

где,

Кз.т. - коэффициент загрузки трансформатора.

Sмах – полная нагрузка.

Sн – номинальная мощность трансформатора.

Кз.т.=4300 / 2 2500 = 0,86

Допустимая перегрузка в послеаварийный период одного трансформатора до 140 % , продолжительность 5 суток и не более 5 часов.



1.4  Sн > 0,86  Sр = 1.4  2500 кВА > 0,86  4300кВА

что приемлемо .

1.3. Расчет токов короткого замыкания.

*Основные понятия в отношении токов короткого замыкания.*

В электрических установках могут возникать различные виды коротких замыканий, сопровождающихся резким увеличением тока. Поэтому электрооборудование, должно быть устойчивым к током короткого замыкания и выбирается с учетом величин этих токов.

Различают следующие виды коротких замыканий:

Трехфазное или симметричное, - три фазы соединяются между бабой;

Двухфазное, - две фазы соединяются между собой без соединения землей;

Однофазное, - одна фаза соединяется с нейтралью источника через землю;

Двойное замыкание на землю, - две фазы соединяются между собой и с землей.

Основными причинами возникновения коротких замыканий в сети могут быть:

Повреждение изоляции отдельных частей электроустановки;

Неправильные действия обслуживающего персонала;

Перекрытия токоведущих частей электроустановки.

Короткое замыкание в сети может сопроваждатся :

Прекращением питания потребителя, присоединенного к точкам, в которых прошло короткое замыкание.

Нарушением нормальной работы других потребителей, подключенных к неповрежденным участкам сети, вследствие понижения напряжения на этих участках.

Нарушением нормального режима работы энергетической системы.

Для предотвращения коротких замыканий и уменьшения их последствий необходимо:

Устранить причины, вызывающие короткие замыкания;

Уменьшить время действия засчиту, действующей при коротких замыканиях;

Применить быстродействующие выключатели;

Применить АРН для быстрого восстановления напряжения генераторов;

Правильно вычисть величины токов короткого замыкания и по ним выбрать необходимую аппаратуру, засчиту и средства для ограничения токов короткого замыкания.

Существует несколько способов расчета токов короткого замыкания.

Расчет токов короткого замыкания в относительных единицах;

Расчет токов короткого замыкания в именованных единицах;

Расчет токов короткого замыкания от источника неограниченной мощности;

Расчет токов короткого замыкания по расчетным кривым и т.д.

Мы рассматриваем первый способ.

*Расчет токов короткого замыкания в относительных единицах:*

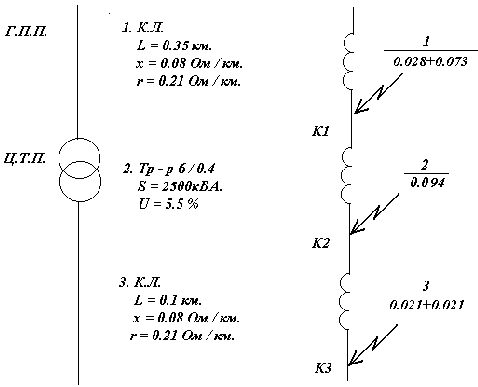
При этом методе все расчетные данные подводим к базисному напряжению и базисной мощности. За базисное напряжение равно Uб = 6.3 кВ.

Базисная мощность равна Sб = 100 МВА.

Составляем расчетную и схему замещения.

Однолинейная схема электроснабжения.

Схема замещения.



Рассчитываем реактивное и активное напряжение кабельной линии от ГПП до ЦТП.

а) реактивное сопротивление:

X1 = X0  L

где,

X1 – индуктивное сопротивление первой кабельной линии.

X0 – удельное индуктивное сопротивление кабельной линии.

L – длина кабельной линии от ГТП до ЦТП.

Х1 = 0.35  0.08 = 0.028 Ом.

б) активное сопротивление:

rn = ro  L

где,

rn – активное сопротивление первой кабельной линии.

rо – удельное активное сопротивление кабельной линии.

L – длина кабельной линии от ГПП до ЦТП.

r =0.21  0.35 = 0.0735 Ом.

Рассчитываем индуктивное сопротивление трансформатора.

Хтр = 

где,

Хтр – активное сопротивление трансформатора.

Uк – напряжение короткого замыкания.

Sб – полная нагрузка цеха.

Sном – номинальная мощность трансформатора.

Хтр = = 0.0946 Ом.

Рассчитаем реактивное и активное сопротивление кабельной линии от ЦТП до цеха.

а) реактивное сопротивление:

Х3 = Х0  L

где,

Х3 – индуктивное сопротивление второй кабельной линии.

Х0 – удельное индуктивное сопротивление К.Л.

L – длина кабельной линии.

Х3 = 0,08  0.1 = 0.021 Ом.

б) активное сопротивление:

r3 = r0  L

где,

r3 – активное сопротивление второй кабельной линии.

r0 – удельное активное сопротивление кабельной линии.

L – длина кабельной линии.

r3 = 0.21  0.1 = 0.021 Ом.

Рассчитываем базисные токи.

Iб1 = Sб / √ 3  Uб1

где,

I – базисные токи.

S – базисная мощность.

Uб1 – базисное напряжение.

Iб = 100 / √ 3 6.3 = 9.1 кА.

Рассчитываем токи короткого замыкания:

1) В точки К1

Iк1 = Iб / √ x12 + r12

где,

Iк1 – токи короткого замыкания

Iб – базисный ток

x12 – удельное индуктивное сопротивление К.Л.

r12 – удельное активное сопротивление К.Л.

Iк1 = 9.1 / √0.08 2+ 0.212= 40.6 кА.

Рассчитываем ударный ток для точки К1 .

iу1 = √2kуIк1

где,

iу1 – ударный ток короткого замыкания в точке К1

kу – ударный коэффициент

Iк1 – ток короткого замыкания в точке К1

Iу1 = ·√2 + 1,8  40.6 = 130.4 кА.

Sk1 = Ik1  U1

где,

Sk1 – мощность короткого замыкания первой точки.

U1 – напряжение на кабельной линии.



Sк1 = 40.6 6 = 243.6 кВА.

2) В точки К2.

Iк2 = 9.1 / √ ( 0.08 + 0.0946 )2 + 0.212 = 33.7 кА

iу2 = 108.3 кА.

Sк2 = 108.3 6 =649 кВА

3) В точки К3.

Iк3 = Iб / √ ( x1 + x2 + x3 )2 + ( r1 + r3 )2

Iк3 = 9.1 / √ ( 0.08 + 0.094 + 0.021 )2 + ( 0.21+ 0.021)2 = 30.3 кА

iу3 = 97.3 кА

Sк3 = 97.3  6 = 584.3 кВА

Выбор токоведущих частей.

Провода и кабели выбирают по экономической плотности тока.

При выборе сечения кабеля необходимо учесть допустимую перегрузку на период ликвидации после аварийного режима, величина которой зависит от вида прокладки кабеля, длительности максимума и предварительной нагрузки.

Определить сечение кабелей для присоединения цеховой подстанции мощностью Рн = 4300 кВА. Кабели проложены под землёй на расстоянии 100 м. Время действия, основной релейной зашиты 1.2 с., полное время отключения выключателя 0.12 с.

Определяем токи продолжительного режима.

Iн = Sн / n√3Uн

где,

Iн – ток номинальный.

Sн – номинальная мощность.

n – число линий.

Uн – номинальное напряжение.

Iн = 4300 / 2 √36 = 207 А.

Определяем ток максимальный.

Iмах=Sн / ( n-1 )√3Uн

где,

Iмах – ток максимальный.

Iмах= 4300 / ( 2 - 1 )√36 = 413,8 А.

Определяем экономическое сечение кабеля.

Fэ =Iн / jэ

где,

Fэ – экономичное сечение кабеля, мм2

jэ – плотность тока, А/мм2

Fэ = 207 / 1.2 = 172.5 мм2

Принимаем два кабеля сечением ( 3  185 ) при допустимом токе Iдоп=440 А. Так как Iмах=413.8 А., то выбранный кабель подходит по длительному перегреву.

1.4. Выбор оборудования на стороне высшего напряжения.

*Выбор выключателя.*

Выключатель предназначен для включения, отключения и переключения электрических цепей под нагрузкой. Выключатель должен включать и отключать токи как в нормальном так и в аварийных режимах работы электроустановки, которые сопровождаются обычно большим увеличением токов. Следовательно, выключатель является наиболее ответственным элементом распределительного устройства.

Берем выключатель типа С6М – 630 – 10У1.

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные данные. | Каталожные данные. |
| U =6 кВ.  I = 413.8 А.  I = 1 кА.  i = 4.7 кА.  Iп.о2tотк = 121.22=1.22 кА2 с | U = 6 кВ.  Iн = 630 А.  Iотк = 20 кА.  Iмах = 26 кА.  I52t5=1025 |

Выключатель С6М – 630 – 10У1 подходит ко всем условиям электрооборудования.

Выбор оборудования на стороне низшего напряжения.

*Выбор шин.*

Шины в распределительных устройствах изготовляют из меди, алюминия и стали, и имеют круглое, прямоугольное или коробчатое сечение.

Шины в распределительных устройствах выбирают по номинальным параметрам, соответствующим нормальному режиму и условиям окружающей среды, и проверяют на режим короткого замыкания.

Выбрать и проверить шины на динамическую устойчивость к токам короткого замыкания при расчетном токе нагрузки.

Берем трех полосную алюминиевую шину, размером 60  10 устанавливаем площмя.

Находим ток номинальный.

Iн = Pн / √3U2

где,

Iн – ток номинальный.

Рн – номинальная мощность.

U2 – вторичное напряжение трансформатора.

Iн = 2500 / √3  6 = 240.6 кА.

Ударный ток равен iу = 108.3 кА.

Выбираем по расчетному току шины алюминивые размером 25\3

Находим момент сопротивления шин при установки на ребро.

W = b2  h / 6

где,

w – момент сопротивления.

B - ширина шины.

H – высота шины.

W = 32 \* 25 / 6 = 37,5 мм3

Определяем механическое напряжение в шинах δрас.

δрас=1.76 l 2 iу / a w

где,

l – расстояние между опорами изоляторов.

а – расстояние между осями шин смежных фаз.

δрас= 1.7610-3 13002  108 / 40037.5 = 21.4 МПа.

Выбранные шины подходят по динамической устойчивости так как, сигма допустимая δдоп для алюминиевых шин равна 80 МПа. А у нас сигма расчетная δрас равна 21.4 МПа.

*Расчет и выбор изоляторов.*

Токоведущие части электроустановок крепят и изолируют друг от друга и по отношению к земле с помощью изоляторов. Изоляторы изготовляют в основном из фарфора, стекла и т.д., они обладают высокой механической и электрической прочностью и достаточной теплоемкостью.

Изоляторы выбирают на номинальное напряжение и номинальный ток, и проверяют на механическую нагрузку при коротком замыкании.

Расчетная нагрузка на опорные изоляторы.

Fрас= 1.76  10-2 ( l / a )2  iу2

Палученное значение F не должно превышать 60 % от разрушающей нагрузки для донного типа изолятора.

Где,

Fрас – расчетная нагрузка на изолятор при коротком замыкании

Fрас = 1.7610-2 (1500 / 400) \* 1082 = 769 Н

Берем изолятор типа ПБ-6/400.

Каталожные данные изолятора равны Н, а расчетная нагрузка 18 Н. Значит изоляторы подходят по динамической устойчивости.

*Выбор трансформаторов тока и напряжения.*

На стороне вторичного напряжения выбираем к установки следующее оборудование: трансформатор тока и напряжения.

Трансформатор напряжения выбирают их по номинальным параметрам, классу точности и нагрузки, определяемой мощностью, которая потребляется катушками электроизмерительных приборов, подключенных к данному трансформатору. Номинальная мощность трансформатора напряжения должна быть равна или большей суммарной активной и реактивной мощности, потребляемой параллельными катушками приборов и реле.

Принимаем к установки трансформатор напряжения марки НОЛ – 08.

|  |  |
| --- | --- |
| Справочные данные. | Расчетные данные. |
| U = 6 кВ. | U1 = 6кВ, U2 = 100 В |

Трансформатор напряжения марки НОЛ – 08 удовлетворяет условиям выбора.

Выбор трансформаторов тока.

Трансформатор тока выбирают по номинальному току и напряжению нагрузки, первичной и вторичной катушки.

Выбираем трансформатор тока типа ТШ – 05.

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные данные. | Справочные данные. |
| U = 0.4 кВ.  I = 2.6 кА.  Iн2  t = 2.6  1.2 = 8.112кА с | Uн = 0.4 кВ  Iн = 1.2 А |

Трансформатор тока ТШ – 05 удовлетворяет условиям выбора.

Электрооборудование мостового крана.

Техническое описание.

Краны мостовые электрические однобалочные опорные предназначены для работы на объектах с малой интенсивностью перегрузочных работ а именно : в заготовительных, механических, сборочных, прокатных цехах при температуре не ниже -20 с. Окружающая среда должна быть не взрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная водяными парами и токопроводящей пылью.

На кранах, предназначенных для работы на открытом воздухе, электрическая таль и привод механизма передвижения крана должны быть защищены от не посредственного воздействия атмосферных осадков. Допускается установка навеса на пролётной конструкции крана. Кран снабжен буферными упорами жесткой конструкции. Механизм передвижения крана выполнен с раздельным или общим приводом в зависимости от пролёта крана состоит из двух приводных и двух холостых колёс, которые с помощью букс прикреплены к концевым балкам моста. Краны изготавливаются в двух исполнения с управлением с пола или из кабины. Кабина управления краном предназначена для размещения аппаратов управления механизмами крана и являются рабочим местом крановщика.

Для управления с пола применяется пульт кнопочного управления, подвешенный к электростали. На пульте смонтирована кнопочная станция управления электросталью и передвижением крана. Электрооборудование крана состоит из электродвигателей, пуска регулирующей и защитной аппаратуры, конечных выключателей, гибкого токопровода, токосъемников, осветительной и сигнальной аппаратуры, кабелей и проводов. В качестве тормозного диска используется вентилятор, внутри которого залита стальная втулка, а на обод наклеены тормозные накладки из вальцованной ленты. Угол конуса тормозной Поверхности 27 Работа тормозного устройства основывается на электромагнитном воздействии якоря и ярма электромагнита. При отключении питания ротор двигателя заторможен. Напряжение подаётся на обмотку статора и катушку электромагнита одновременно. При этом в ярме создаётся электромагнитный поток , который замыкается через воздушный зазор и якорь. Якорь притягивается к ярму, ротор растормаживается и начинает вращаться под действием магнитного поля статора. При отключении питания под воздействием пружины якорь отталкивается от ярма и затормаживает ротор.

Питание электрооборудования крана осуществляется от цеховой сети переменного тока напряжением 380 В. Трёхфазный переменный ток подводится к крану с помощью троллеев и токоприёмников.

Мост крана и его передвижения.

Мост крана состоит из жестко соединённых между собой главных и концевых балок. Главные балки выполняются в виде сплошных балок или решетчатых ферм. Имеется два типа мостовых кранов. Мостовой кран первого типа изготовляется из двух балок коробчатого сечения. Мостовой кран второго типа состоит из двух главных вертикальных ферм, непосредственно воспринимающих нагрузку, двух вспомогательных вертикальных ферм и четырёх горизонтальных ферм две из которых расположены в плоскости верхних поясов главных ферм и две в плоскости нижних поясов. Каждая половина моста крепится к концевым двухступенчатым балкам. Мост крана передвигается на ходовых колёсах, приводимых в движение механизмом передвижения, который смонтирован непосредственно на мосту. Передача движения от двигателя устано-вленного на мосту, к ходовым колёсам крана осуществляется с помощью трансмиссионного вала и зубчатых передач. Трансмиссионный вал состоит из отдельных звеньев длиной 4-6 м, соединённых между собой муфтами. Для равномерного распределения нагрузки между ходовыми колёсами применяют уравновешивающие балансиры. Ходовые колёса устанавливают в балансирах попарно.

*Тележка мостового крана.*

Тележка мостового крана представляет собой сварную раму, которая передвигается на ходовых колёсах по рельсам уложенных в главных балках. Тележки кранов малой и средней грузоподъемности обычно имеют четыре ходовых колеса, а кранов большой грузоподъемности ( более 200т ) – восемь ходовых колёс. В последним случае для крепления колёс используют балансиры. Ходовые колёса тележки приводятся в движение механизмом передвижения тележки, который состоит из двигателя, редуктора и вала, передающего движение от редуктора к ходовым колёсам.

По конструкции крановые тележки различают на крюковые, грейферные и магнитные.

У крюковой тележки вал двигателя механизма подъема соединяется с быстроходным валом редуктора при помощи зубчатой или упругой муфты.

Тихоходный вал редуктора также при помощи муфты соединяется с валом на котором находится барабан. От барабана движение передаётся к крюку при помощи полиспаста. В подъёмных механизмах малой грузоподъемности часто применяют двукратный полиспаст. На кранах грузоподъемности 125 т устанавливают шестикратные полиспасты. В сдвоенных двух-, четырёх- и шестикратных полиспастах ось уравнительного блока неподвижно закреплена на раме тележки. В трёх кратных полиспастах уравнительный блок располагают между подвижными блоками, и при работе полиспаста он перемещается вмести с ним. К оси подвижных блоков к оси подвижного блока крепится крюк крана.

*Подвод тока к кранам.*

Подвод тока к мостовым кранам осуществляется троллями или гибким шланговым кабелем. На самом кране подвод тока к элекромагниту осуществляется через кольцевой токоприёмник находящийся в кабельном барабане. Кольцевой токоприёмник подобен фазным кольцам электродвигателя.

Троллеи прокладываемые вдоль цехов, называются главными. Они крепятся к подкрановым балкам на конструкциях с установленными на них изоляторами. Троллей прокладываемые по мосту, называются вспомогательными. Для изготовления троллеев применяют в основном уголок, швеллер, полосу, ленту и пр. Их сечение зависит от тока и длины троллейной линии. Допускается изготовлять троллеи из алюминиевых сплавов. Прокладывают троллеи таким образом чтобы обеспечить их изоляцию от стен и конструкций.

Для съёма тока с главных и вспомогательных троллеев служат токосъёмники или токоприёмники. Для главных троллеев они устанавливаются на мосту а для вспомогательных – на тележке. Токоприёмники для проводов делаются двух видов: роликовые и скользящие.

В местах возможного соприкосновения грузовых канатов с главными троллейными проводами должны устанавливаться защитные устройства. Главные троллейные провода и их токоприёмники в случаях их расположения выше моста крана должны ограждаться от моста крана, а также в тех местах где возможно случайное к ним прикосновение. Это требование не распространяется на вспомогательные троллеи, с которых напряжение снимается при выходе на настил моста.

Главные троллейные провода должны размещаться со стороны противоположной расположению кабины. Мостовые краны должны быть оборудованы кабинами для обслуживания главных троллейных проводов и токоприёмников если они располагаются ниже настила галереи крана. Люк для выхода с настила моста в кабину для обслуживания главных троллейных проводов должен иметь крышку закрывающуюся на замок.

Электрическое оборудование кранов.

Устанавливаемые на мостовых кранах электродвигатели относятся к специальной группе электрических машин, называемых крановыми. Крановые двигатели с фазным ротором обозначают МТ, с короткозамкнутым ротором – МТК. Эти двигатели в большинстве случаев изготовляют на напряжение 220/380 вольт. Если напряжение питающей линии равно 220 В, статорную обмотку двигателя соединяют треугольником при напряжении сети 380 В – звездой.

Отношение максимального крутящего момента к номинальному у двигателей серии МТ находится в пределах 2,5 – 3, по этому они могут надёжно работать при некоторых колебаниях напряжения сети. Начальный пусковой момент двигателей серии МТК в 2,6 – 3,2 раза выше номинального. Асинхронный двигатель имеет достаточно жёсткую характеристику – мало изменяет частоту вращения при изменении нагрузки. В пределах нормальной нагрузки и допустимых перегрузок между током двигателя и нагрузкой на валу существует пропорциональная зависимость : с увеличением нагрузки двигатель потребляет из сети большой ток и большую мощность. При работе в холостую асинхронный двигатель потребляет из сети намагничивающий ток нужный для создания вращающегося магнитного поля. Намагничивающий ток у крановых двигателей переменного тока достигает 60 – 70% номинального тока при ПВ, равном 25% ( ПВ – продолжительность включения при повторно кратковременном режиме работы двигателя ).

Крановые электродвигатели работают в тяжёлых условиях по этому для увеличения прочности и улучшения теплоотдачи они имеют стальной литой корпус с ребристой поверхностью. Двигатели снабжены водозащитной изоляцией которая обеспечивает нормальную эксплуатацию на открытом воздухе. Статор электродвигателя изготовляют из тонких ( 0,5мм. ) листов электротехнической стали. В пазах статора размещены обмотки с выведёнными на зажимы концами. Фазный ротор как и статор, изготовляют из электротехнической стали. Пластины укреплены на сердечнике, напрессованном на валу.

Особенности управления двигателями механизма подъема.

При отпускании груза его масса способствует вращению по этому частота вращения двигателя весьма быстро достигает синхронной и может даже превзойти её. Это значит что скольжение двигателя уменьшилось до нуля и может стать отрицательным, т. е. Ротор не только будет отставать от вращающего поля, но и начнёт обгонять его. При этом в обмотке ротора обгоняющей поле статора, наводится ЭДС пропорциональная скольженью под действием которой в роторе наводится ток. Ток взаимодействуя с магнитным потоком создаёт вращающий момент, направленный в противоположную сторону по отношению к движущему моменту, создаваемым в данном случае грузом. Как только частота вращения на столько превзойдет синхронную что обратный тормозной момент полностью уравновесит момент определяемым грузом, дальнейшее увеличение частоты вращения прекратится. Частота вращения будет тем больше, чем тяжелее груз и чем больше сопротивление резисторов включенных в роторную обмотку. При вращении ротора с частотой выше синхронной ( с отрицательным скольжением ) двигатель уже не потребляет тока из сети, а на оборот отдаёт его в сеть. При спуске так же как и при подъеме сохраняется пропорциональная зависимость между моментов двигателя, скольжение и сопротивлением роторной цепи. Чем больше сопротивление в данном моменте, тем больше скольжение. Но так как при спуске в генераторном режиме скольжение является отрицательным, то чем она больше, тем больше частота вращения ( при подъеме наоборот ). По этому при спуске тяжелых грузов увеличение сопротивления в роторе увеличивает частоту вращения двигателя.

Электрические схемы кранов.

Электрические схемы бывают принципиальные или элементные, монтажные или маркировочные. Принципиальные схемы отображают взаимодействие элементов электрооборудования, указывают последовательность прохождения тока по силовым цепям и аппаратам управления. Пользоваться принципиальными схемами удобно при ремонте и наладке. Аппаратура в них просто и чётко разбита и отдельные самостоятельные цепи и они легко запоминаются. Электрические цепи на принципиальных схемах подразделяются на силовые, изображаемые толстыми линиями и цепи управления выполнены тонкими линиями. На монтажных или маркировочных схемах в отличие от принципиальных изображают электрическую проводку крана и взаимное расположение оборудования.

Электрическая защита.

В качестве электрической защиты, применяются защитные панели ПЗКБ – 160 и ПЗКН – 150. Некоторые заводы выполняют защитные панели собственной сборки. Независимо то этого каждая такая сборка представляет собой укомплектованную панель, на которой смонтированы : трёх полюсный рубильник, предохранители цепи управления, трехполюсный контактор, реле максимального тока контактные зажимы цепи управления и линейных проводов, пусковая кнопка и трансформатор цепей управления.

Управление электроприводом.

Для смещения пусковых характеристик механизмов применяют пусковые резисторы. Пусковыми резисторами управляют :

Прямым способом, при котором цепи сопротивлений подключа-ются непосредственно к зажимам контролера установленного в кабине крана ;

Дистанционным способом когда цепи резисторов включаются контакторами магнитной панели, управляемой с помощью командоконтролера установленного в кабине.

Расчётная часть.

По справочным данным для мостового крана с электросталью грузоподъемностью 5 тонн находим следующие параметры:

Грузоподъемность Q = 5 т

Длина пролёта моста hк = 18

Диаметр ходовых колёс Dк = 1700 мм

Диаметр цапф ходовых колёс dк = 600 мм

Высота подъёма груза H = 8 м

Скорость передвижения моста V = 1,2м/с

Диаметр барабана Dб = 0,8 м

Скорость подъема груза Vп = 0,6 м/c

Ускорение при подъеме ап = 0,5 м/c2

Ускорение при передвижении ап = 0,2 м/c2

Масса крана G = 3,4 т

Выбор двигателя для механизма подъема.

Принемаем срезной режим работы для крана.

По справочным данным находим условия для этого режима.

ПВнаим = 40% - повторность включения.

Nц = 100 – число включений в час

η = 80%

Мощность двигателя находим по формуле

P = G + V \*103 / η , где 5 \* 0,6 \* 103 / 0,8 = 3,75 КВт

G – вес поднимаемого груза,

V – скорость подёма

η - КПД

Выбираем двигатель Р = 3,75 КВт ; марки МТКF 111 – 6

P = 3,5 КВт n = 72%

Нn = 885 об/мин Mmax = 103 H. M.

U = 380 B Mn = 102 H. M.

I1 = 9,4 A In = 35 A

Cos = 0,79 Ip = 0,045 кг.м2

Нходим частоту вращения барабана при скорости V = 0,6 м/c

Nб = 60 \* U / π \* D \* V = 19 об/мин

Dб = 0,8 – диаметр барабана

Передаточное число равно :

i = nд /nб = 885 / 19 = 46,6

Найдём момент на валу двигателя.

М = G \* Dк / 2 \* i \* n = 5 \* 10 \* 0,8 / 2 \* 46,6 \* 0,72 = 59,6 H. M.

Проверим двигатель на перегрузочную спосообность

Мmax = kmax \* Mp = 2 \* 59,6 = 149 H. M.

Двигатель не проходит по перегрузочным способностям по этому выбираем двигатель большей мощности.

HTKF 112 – 6

P = 5 KBт n = 74 %

Hn = 895 об/мин Мmax = 172 H. M.

U = 380 B Mn = 172 H. M.

I1 = 13,8 A In = 53 A

Cos = 0,74 Ip = 0,065 кг.м2

Передаточное число равно :

i = nд /nб = 895 / 19 = 47

Найдём момент на валу двигателя.

М = G \* Dк / 2 \* i \* n = 5 \* 10 \* 0,8 / 2 \* 47 \* 0,72 = 59,1 H. M.

Проверим двигатель на перегрузочную спосообность

Mmax = 2,5 \* 54,1 = 147,8 H. M.

Двигатель проходит по перегрузочным способностям.

Механическая характеристика.

Для выбранного двигателя построим механичаскую характеристику.

Находим основные точки механической характеристики.

no = 1000 об/мин

Mo = 0

nн = 895 об/мин

Mн = 5,33 Нм

Sкр = Sн(kкр +√ kp + 1)

Sн = no \* nн / no =1000 \* 895 / 1000 =0,1

Sкр = 0,1(2,5 +√ 2,52+ 1) = 0,5

nкр = no ( 1- Sкр ) = 1000 \* 0,5 = 500 об/мин

Mкр = 2,5 \* Mн = 2,5 \* 5,3 = 13,25 Нм

4n = 0

Mn =kn \* Mн = 2 \* 5,33 = 10,66 Hм

Найдём промежуточные точки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| S | 0,2 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 |
| M | 9 | 11,3 | 12,4 | 12,7 | 13 | 12,8 | 12,3 | 11,7 | 11,3 | 11 | 10,7 |
| n | 800 | 700 | 650 | 600 | 550 | 400 | 350 | 200 | 150 | 100 | 50 |

Нагрузочная диаграмма.

Необходимо построить для данного двигателя нагрузочную диаграмму.

Для этого найдём время пути и тормажения.

tn = tт = Uном / а, где а =0,2 ÷ 0,7 допустимое ускорение для механизма подъёма следовательно

tn = tт = 0,6/ 0,5 = 1,2 с

Путь проходимый с установившихся скоростью.

Нуст = Н – 2 Uном \* tn / 2 , где

Н высота подъёма груза.

Нуст = 8 – 2 \* 0,6\* 1,2/ 2 = 6,28 м

Время передвижения с установившимся режимом

tуст = Нуст / Uном = 6,28 / 0,6 = 10,5c

При тормажении двигатель отлючается от сети и накладывается механический тормоз. Значит время при подёме и спуске равно :

tр = tр = tуст + tn = 10,5 + 1,2 = 11,7 c

Так как был принят средний режим работы с ПВ = 40% число включений равно N4 = 60

Время цикла t4 =3600 / h = 3600 / 100 = 36 c

Время остановки to =36- tр1 - tр2 = 6,6 c

Находим диномический момент при пуске.

Мд = I \* dω / dt , где dω / dt – допустимое ускорение при пуске

Мд = I \* 2πn / 60tn = 0,065\* 2 \* 3,14 \* 895 / 60 \*1,2 = 5 Hм

Момент при пуске

Мп = Мс + Мд = Мп = 5,33 + 5 = 10, 33 Нм

Момент при торможении

Мп = Мс + Мд = Мп = 5,33 - 5 = 0, 33 Нм

Строим погрузочную диаграмму для механизма подёма.

Механизм передвижения тали.

Мощность на валу двигателя механизма передвижения тали определяется по формуле :

Р = GρVk / 102η, где

G – вес груза

η - кооэффициент, учитывающий трение скольжение и трение качения и состовляет 1,02 ÷ 1,03

V – скорость передвижения тали

k – кооэффицифент, учитывающий трение ходового колеса орельсы и состовляет 1,25

Р = 5 \* 103 \* 1,02 \* 30 \* 2,25 / 102 \* 0,85 = 4 кВт

Предварительно выбираем двигатель типа

HTKF 112 – 6

P = 5 KBт n = 74 %

Hn = 895 об/мин Мmax = 172 H. M.

U = 380 B Mn = 172 H. M.

I1 = 13,8 A In = 53 A

Cos = 0,74 Ip = 0,065 кг.м2

Проверим выбраный двигатель на перегрузочную способность.

M = GρkV / 102ηi Rx

Найдём передаточное число редуктора

i = 2πRknдв /60U

i = 2 \* 3,14 \* (0,35 / 2 ) \* 895 / 60 \* 0,5 = 32

M = 5 \* 103 \* 1,02 \* 2,25 / 100 \* 0,85 \* 32 \* ( 0,35 / 2 ) = 23,6 Нм

Масимальный расчётный момент на валу двигателя

Mmax p = 2,5 \* Mp ; Mmax p = 2,5 \* 23,6 = 59 Нм

Максимальный момент двигателя

Mmax =172 Нм ; Mmax > Mmax p ; 172 Нм > 59 Нм

Двигатель подходит по перегрузочной способности.

Механическая характеристика.

Для выбранного двигателя построим механичаскую характеристику.

Находим основные точки механической характеристики.

no = 1000 об/мин

Mo = 0

nн = 895 об/мин

Mн = 5,3 Нм

Sкр = Sн(kкр +√ kp + 1)

Sн = no \* nн / no =1000 \* 895 / 1000 = 0,1

Sкр = 0,1(2,5 +√ 2,52- 1) = 0,4

nкр = no ( 1- Sкр ) = 1000 \*( 1- 0,4 ) = 60 об/мин

Mкр = 2,5 \* Mн = 2,5 \* 5,3 = 13,25 Нм

5n = 0

Mn =kn \* Mн = 2 \* 5,33 = 10,66 Hм

Найдём промежуточные точки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| S | 0,1 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,7 | 0,85 | 0,9 | 1 |
| M | 5,3 | 11,9 | 12,9 | 13,1 | 13,2 | 13,1 | 12,9 | 10,3 | 10,2 | 9,8 | 10,6 |
| n | 895 | 750 | 700 | 650 | 600 | 550 | 500 | 300 | 150 | 100 | 0 |

Построим нагрузочную диаграмму работы двигателя.

Допустимое ускорение при передвижении.

адоп = 0,1 ÷ 0,3 м/с2

Время при тормажении и пуске.

tn = tт = Uном / а

tn = tт = 0,5/ 0,2 = 2,5 с

Путь пройденый за время торможения и пуска.

Lт = Ln = 0,5 \* 2,5 = 1,25 м

Путь пройденый в установившимся режиме.

lу =L - 2ln = 18 – 2 \* 1,25 = 15,5 м

Время движения в установившимся режиме

tу = lу / V = 15,5 / 0,5 = 31 c

Найдём динамический момент.

Mд = I \* E, где Е = а /ρ ;

ρ = Рк / 2ip = 0,35 / 2 \* 32 = 5 \* 103

E = 0,2 / 5 \* 103

Mд = 0,065 \* 40 = 2,6 Нм

Момент при пуске

Мп = Мст + Мд

Мп = 5,3 + 2,6 = 7,9 Нм

Мст = Мном =955 \* Рн / nн = 5,3 Нм

Момент при торможении

Мт = Мном + Мд

Мт = 5,3 – 2,6 = 2,7 Нм

Строим нагрузочную диаграмму.

Механизм передвижения моста.

Найдём мощность на валу двигателя механизма передвижения моста.

Р = (G +Go) ρUK / 102η , где

Go – масса крана.

Р = ( 3,4 + 5 \* 103) \* 1,02 \* 72 \* 2,25 / 102 \* 0,8 = 17 кВт

Предварительно выбирем тип двигателя типа :

МTKF 411 – 6

P = 17 KBт n = 82,5 %

Hn = 935 об/мин Мmax = 765 H. M.

U = 380 B Mn = 706 H. M.

I1 = 13,8 A In = 51 A

Cos = 0,79 Ip = 0,475 кг.м2

In = 275 A

Проверим выбранный двигатель на перегрузочную способность.

Найдём передаточное число.

i = 2πRнnдв / 60V

i = 2 \* 3,14 \* 0,6 \* 935 / 60 \* 1,2 = 49

Момент на валу двигателя.

М = (G +Go) ρK / 102ηiRк

М = 8,4 \* 103 \*1,02 \* 2,75 / 102 \* 0,8 \* ( 0,6 / 2 ) \* 49 = 160 Нм

Максимальный расчётный момент на валу.

Мmax р = 160 \* 2,5 = 400 Нм

Максимальный момент двигателя.

Мmax = 765 Нм

Мmax >Мmax р

765 Нм > 400 Нм

Двигатель проходит по перегрузочной способности

Механическая характеристика.

Для выбранного двигателя построим механичаскую характеристику.

Находим основные точки механической характеристики.

no = 1000 об/мин

Mo = 0

nн = 935 об/мин

Mн = 17,36 Нм

Sкр = Sн(kкр +√ kp + 1) = 0,06 \* 4,79 = 0,3

nкр = no ( 1- Sкр ) = 1000 \*( 1- 0,3 ) = 700 об/мин

Mкр = 2,5 \* Mн = 2,5 \* 5,3 = 13,25 Нм

6Sн = 0

n = 0

Mn =kn \* Mн = 2 \* 17,36 = 34,72 Hм

Найдём промежуточные точки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| S | 0,6 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 1 |
| M | 17,3 | 26,2 | 34,7 | 39,4 | 43,4 | 42,3 | 35,6 | 35,1 | 34,8 | 34,7 |
| n | 935 | 900 | 850 | 800 | 700 | 600 | 300 | 2500 | 200 | 0 |

Построим нагрузочную диаграмму работы двигателя.

Допустимое ускорение при передвижении.

адоп = 0,1 ÷ 0,3 м/с2

Время при торможении и пуске.

tn = tт = Uном / а

tn = tт = 1,2/ 0,2 = 6 с

Путь пройденный за время торможения и пуска.

Lт = Ln = 1,2 \* 6 = 7,2 м

Путь пройденный в установившимся режиме.

lу =L - 2ln , где L – 40 м – длина цеха ,

lу =40 – 2 \* 7,2 = 25,6 м

Время движения в установившимся режиме

tу = lу / V = 25,6 / 1,2 = 31 c

Найдём динамический момент.

Mд = I \* E, где Е = а /ρ ;

ρ = Рк / 2ip = 0,6 / 2 \* 49 = 6,1 \* 103

E = 0,2 / 6,1 \* 103

Mд = 0,475 \* 32 = 15,2 Нм

Момент при пуске

Мп = Мст + Мд

Мп = 17,3 + 15,2 = 32,6 Нм

Момент при торможении

Мт = Мном + Мд

Мт = 17,3 – 15,2 = 2,16 Нм

Строим нагрузочную диаграмму.

Выбор кабеля.

Выбор по механической прочности .

Для крановых механизмов необходим кабель гибкий, медный много проволочный, что обеспечивает его механическую прочность.

По условию механической прочности кобеля для передвижения электроприемников должны иметь сечение не менее 2,5 мм2.

Выбор по условию нагрева.

Допустимая токовая нагрузка на кабель.

Iдл = kn – Iнд, где Iнд допустимая длительная токовая нагрузка на кабеле.

kn - Поправочный коэффициент

Кп = К1 \* К2 \* К3

К1 – коэффициент температуры окружающей среды.

К2 – коэффициент повторного кратковременного режима работы.

К3 - коэффициент по напряжению.

Кп = 1 \* 0,175 \* 1,09 = 0,19

Iнд = 385 A

Iдл = 385 \* 0,19 = 16,1 A

Выбираем кабель, в соответствии с расчётными данными, типа

КШВГ – ХЛ с сечением 16 мм2.

Защита электродвигателей.

Защита от короткого замыкания принимаем плавкие вставки типа НПР, при защите ответвления к двигателям крана номинальный ток плавкой вставки определяем по величине наибольшего пускового тока двигателей крана.

Iв > Iп / k , где Iв – ток плавкой вставки, Iп - пусковой ток.

k = 1,6 ÷ 2 – коэффициент плавкой вставки.

Для двигателя механизма подъема.

Iп = 85,8 А

Iв = Iп / 2 ; Iв = 85,8 / 2 = 42,9 А.

Выбираем предохранитель НПР – 100 с током плавкой вставки 60 А.

Для двигателя передвижения тали.

Iп = 89,7 А.

Iв = Iп / 2 ; Iв = 89,7 / 2 = 44,8 А.

Выбираем предохранитель НПР – 100 с током плавкой вставки 60 А.

Для двигателя механизма передвижения моста.

Iп = 331,5 А.

Iв = Iп / 2 ; Iв = 331,5 / 2 = 165 А.

Выбираем предохранитель НПР-400 с током плавкой вставки 180 А.

Защита от перегрузки.

Защита от перегрузки выполняется автоматическим выключателем и нагревательным элементом магнитного пускателя.

Номинальный ток защищающих от перегрузки теплового расцепителя автоматического выключателя и нагревательного элемента магнитного пускателя выбирается по длительному расчётному току линии.

Iдл = 16,15 А.

Iнт >Iдл

Из этого условия выбираем автоматический выключатель А – 3114 с

Iнт = 20 А.

Магнитные пускатели второй величены серии ПМ – 200 и тепловые реле типа ТРН – 33 с

Iнт = 20 А.

Выбор контролеров.

Выбираем контролер к электродвигателю.

МТН – 112 – 6 мощностью Р = 5кВт типа КТ – 3005

MTKF – 411 – 6 мощностью Р = 17кВт типа КТ – 2006

Путевые выключатели.

Для передвижения механизмов устанавливаются путевые выключатели мгновенного действия серии ВК – 200 и ВК – 300 со временем включения независящим от скорости перемещения приводного механизма и контактным нажатием независящим от положения приводного механизма в процессе отключения.

Для подъемного механизма – включатели типа ВК – 300, для передвижного механизма ВК – 200.

Литература.

К. Н. Дубровский. Эдектрооборудование мостовых кранов.

Н. С. Ущаков. Мостовые элекрические краны.

Б. Ю. Липкин. Электроснабжение промышленых предприятий и установок.

В. М. Васин. Электрический привод.

Электротехнический справочник. 1,2 том.

Защита окружающей среды от выбросов вредных веществ котельными установками.

*Основные характеристики вредных веществ в продуктах сгорания .*

При нормальной работе котельных установок происходит непрерывный выброс в атмосферу продуктов сгорания, в которых всегда присутствуют вещества, оказывающие вредное воздействие на жизнедеятельность растений, животных и человека. Так, сжигание газообразных топлив сопровождается поступлением в атмосферу угле кислоты ( углекислого газа ) СО2 оксидов азота NOx ( NO + NO2 ) небольшого количества продуктов не полного сгорания – оксида углерода СО и метана СН4. В продуктах сгорания мазутов содержится углекислота, оксиды азота, сернистого и серного ангидридов ( SO2 и SO3 ), соединения ванадия, оксид углерода и метан. С ними могут также выбрасываться частицы отложений, удаляемых с поверхности нагрева котлоагрегатов при их отчистке. В ряде случаев при сжигании мазутов в атмосферу выбрасывается некоторое количество копоти. При сжигании твёрдого топлива выбросы представляют собой смесь оксидов азота, углекислоты, паров сернистого и серного ангидридов, газов фтористых соединений и оксида углерода. Кроме того, в атмосферу поступают значительное количество летучей золы и частицы несгоревшего топлива. При сгорании практически всех видов топлива в атмосферу поступает небольшое количество формальдегида и бензопирена. Все упомянутые вещества являются токсичными.

Оксиды азота , образующиеся вследствие окисления азота в ядре факела пламени всех видов топлива, являются очень токсичными соединениями. Основной фактор, влияющий на количество образующихся в топке оксидов азота - температура в ядре факела. При температурах 1800 – 1900 оС и наличии свободного кислорода концентрация оксидов азота, образующихся в факеле, превышает допустимую в свежем воздухе в 1000 – 20000раз. Оксиды азота окрашены в красно – бурый цвет и являются отравляющими газами, причем диоксид азота в 4раза более токсичен, чем оксид. Кроме отравляющего действия на организм человека, оксиды азота вызывают интенсивную коррозию металлических поверхностей. Очистка продуктов сгорания от оксидов азота способами улавливания технически сложна и в большинстве случаев экономически не рентабельна.

Весьма вредным является выброс в атмосферу сернистого газа. Он обладает резким запахом, но не имеет цвета. Запах газа начинает ощущаться при концентрации 0,006мг/л. Содержание оксидов серы в продуктах сгорания практически не зависит от качества организации топочного процесса и определяется в основном содержанием серы в топливе. Серистый газ гибельно воздействует на зелёные насаждения, особенно на плодовые и хвойные деревья, а также на посевы. При концентрации газа 0,05 мг/л газ вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и кашель. Такую концентрацию человек может выдержать всего 3 минуты, а 0,3 мг/л – всего одну минуту. Высокие концентрации сернистого газа вызывают острый бронхит одышку, потерю сознания. Кроме вредного воздействия на всё живое сернистый газ вызывает усиленную коррозию металлических поверхностей и порчу различных веществ и материалов. При наличии сернистого газа снижается также прозрачность атмосферы. Содержание серного ангидрида в продуктах сгорания котельных топлив не превышает 3% содержания сернистого газа, однако при выходе из дымовой трубы, под действием солнечной радиации, сернистый ангидрид окисляется в серный, а за тем, соединяясь с водой, может образовывать серную кислоту.

Токсичным веществом является также оксид углерода СО. Это соединение образуются в случае неполного сгорания углерода практически при сжигании всех видов топлива. Количество оксида углерода может составлять при сжигании твёрдых топлив до 2% массы сжигаемого топлива, при сжигании газа и мазута 0,05%. Оксид углерода не имеет запаха и цвета, что затрудняет его обнаружение.

Формальдегид – газ с резким неприятным запахом, обладает высокой токсичностью. Содержание формальдегида в продуктах сгорания наблюдается в малых отопительных котельных при сжигании мазута в условиях, когда имеет место общий или местный недостаток воздуха. В продуктах сгорания, выбрасываемых в атмосферу, находятся также канцерогенные вещества. Наиболее распространенным и сильнодействующим из них является так называемый 3,4 – бензопирен С20Н12 (продукт гидролиза угля и углеродных газов). Это соединение представляет собой твёрдое вещество в виде желтоватых игольчатых кристаллов, образующееся при сжигании топлива. На количество бензопирена влияет режим работы топки, особенно величена температуры в ятре факела и количество имеющегося там в наличии кислорода. Бензопирен образуется при высокой температуре в случае недостатка воздуха для полного сгорания топлива. Частицы твёрдого углерода сгорают медленнее всего. При догорании они раскаляются, поглощают другие вещества и придают пламени характерную жёлтую окраску. Наличие жёлтой окраски пламени свидетельствует о том, что в продуктах сгорания имеются канцерогенные вещества. Много канцерогенных веществ образуется при режимах горения с саже образованием. Повышенное количество канцерогенов в продуктах сгорания наблюдается обычно при слоевом сжигании твёрдых топлив.

Вредное воздействие золовых частиц на организм человека зависит от размеров частиц, их концентрации в воздухе, дисперсности и твёрдости. Твёрдые частицы в виде пыли, золы, сажи, выбрасываемые в атмосферу при сжигании углей, торфа, горючих сланцев, составляют около 60% общего количества аэрозолей, попадающих в настоящее время в атмосферу. Количество выбрасываемых золовых частиц зависит от состава твердых топлив, конструкции топочных устройств и эффективности работы золоуловителей. Золовые частицы вредно воздействуют на живые организмы, загрязняют атмосферу, что приводит к снижению видимости и солнечной освещенности, загрязнению поверхностей зданий и сооружений и их разрушению, уменьшению фотосинтеза, осуществляемого растениями.

*Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе.*

Критериями оценки санитарного состояния среды и качества атмосферного воздуха являются предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных веществ в воздухе или воде водоёмов. Под ПДК следует понимать такую концентрацию различных веществ и химических соединений, которая при ежедневном воздействии в течение длительного времени на организм человека не вызывает каких – либо патологических изменений или заболеваний. Различают среднесуточные и максимально - разовые предельно допустимые концентрации. Среднесуточные ПДК предназначены для исключения возможности воздействия токсичных веществ на организм человека в течение длительного времени. Максимально – разовые ПДК установлены для веществ , обладающих раздражающими воздействиями или резкими запахами, в дополнение к среднесуточным. При определении среднесуточной концентрации отбор проб воздуха и их анализ производят в течении суток(24ч.), максимально – разовой – в течении 20 мин. Пробы в воздухе отбирают на высоте 1,5м от земли, т. е. на уровне зоны дыхания человека.

Условия работы котельной установки и состояние атмосферы не всегда позволяют точно определить влияние токсогенов на окружающую среду. Это особенно заметно в периоды плохого рассеивания продуктов сгорания , изменения направления ветра , температуры и относительной влажности атмосферного воздуха. В этих условиях в отдельных местах и даже районах концентрации некоторых токсогенов могут достигать угрожающих значений, хотя среднегодовые значения ниже ПДК. Поэтому для оценки степени вредности выбросов продуктов сгорания различных топлив на организм человека введен суммарный численный показатель , равный для природного газа 0,038,мазута 0,058 – 0,113,березовского угля 0,498, донецкого антрацита 0,871,фрезерного торфа 1,023, под московского бурого угля 2,016.

*Мероприятия по уменьшению количества вредных веществ, выбрасываемых котельными установками.*

Снизить выбросы вредных веществ котельными установками можно уменьшением содержания их в топливе; снижением количества вредных веществ, образующихся в процессе горения топлива; очисткой продуктов сгорания от вредных примесей перед выбросом в атмосферу.

В твёрдом топливе сера содержится в 3-х формах : в виде включений колчедана FeS2, серы, входящей в состав молекул органической массы топлива, и сульфатной (в серно – кислых солях кальция и щелочных металлов). Если содержание колчеданной серы составляет значительную долю общего содержания серы и вкрапления колчедана достаточно крупны, колчеданную серу можно удалить путем обогащения. Так, даже при сухом обогащении из подмосковного бурого угля удалить до 30% серы. Для удаления из угля колчеданной и органической серы может быть примерно также гидротермическое обессеривание углей. При таком способе измельченное топливо обрабатывают в автоклавах щелочными растворами, содержащими гидраты оксидов натрия и калия, после чего получается уголь с малым содержанием серы. Отделение угля от жидкости осуществляют центрифугорованием, после чего уголь сушат.

Уменьшение содержания токсичных веществ в топливе сопряжено с большими трудностями. Очистка твёрдых топлив практически не осуществима, а жидких и газообразных (очистка мазута от серы на нефтеперерабатывающих заводах, получение малосернистого газа) требует значительных капитальных затрат и увеличивает эксплуатационные расходы. Так, снижение содержания серы в мазуте на 5% увеличивает стоимость топлива на 3 руб., а снижение ее с 2,5 до 0,5% удваивает его стоимость. В этой связи очистка топлив от токсичных примесей в настоящее время применяет редко и не может быть рекомендована для действующих теплоэнергетических предприятий. Для котельных установок рекомендуется производить чистку продуктов сгорания перед поступлением их в атмосферу и принимать меры по уменьшению количества токсичных веществ, образующихся в процессе горения топлива. Однако наиболее радикальным методом уменьшения выброса вредных веществ является переход на сжигание газообразного топлива практика показала, что перевод котельных установок средней мощности с твёрдого на газообразное топливо обеспечивает сжигание токсичности на 25 – 30%, малой мощности – в 4 – 5 раз. Поэтому в котельных установках малой мощности следует применять только жидкие и газообразные топлива.

При сжигании твёрдых и жидких топлив для улавливания летучей золы, частичек несгоревшего топлива и сажи применяют золоуловители и фильтры, серийно выпускаемые нашей промышленностью. Если происходит полное сгорание твёрдого или жидкого топлива, то практически вся сера сгорает и в продуктах сгорания находится в основном мало реакционный сернистый ангидрид. Очистку продуктов сгорания от серного и сернистого ангидридов осуществляют в мокрых скрубберах. Вода улавливает серный ангидрид хорошо, сернистый ангидрид – плохо. Поэтому для увеличения доли его улавливания применяют поглотители. При орошении потока продуктов сгорания известковым молоком можно добиться улавливания до 90% сернистого ангидрида, причём стоимость очистки составляет всего около12% стоимости топлива. Однако при применении известковых суспензий в газоочистной аппаратуру образуются карбонатные отложения, затрудняется работа распылителей и жидкостных трактов системы газоочистки. Для устранения этих недостатков применяют известково-щелочной метод улавливания сернистого ангидрида, при котором оксиды серы улавливают с помощью щелочного раствора, а известь используют для подщелачивания жидкости.

Снизить содержание оксида углерода в продуктах сгорания топлива можно обеспечением правильного топочного процесса. Так, при сжигании газа и мазута выброс СО не превышает 0,05%, а при тщательном регулировании процесса горения не более 0,01%. При работе котельных установок на мазуте необходимыми условиями полного сгорания являются применение жидких присадок, достаточный подогрев и тонкость распыления и обеспечение правильного топочного процесса. Переход на газообразное топливо улучшает полному сжигания и уменьшает количество образующихся канцерогенных веществ. Установлено, что при сжигании газообразного топлива с коэффициентом избытка воздуха в топке 1,05 в продуктах сгорания бензопирена оказывается нее большим, чем в воздухе атмосферы. Вместе с тем при неправильном ведении процесса горения количество бензопирена может значительно увеличиться (до 50 раз при сжигании мазута и до 10 раз при сжигании природного газа). Таким образом, основным средством борьбы с загрязнением воздуха канцерогенными веществами является обеспечение максимальной полноты сгорания топлива.

*Окружающая среда.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выбросы вредных веществ, в тонах | Месяц | | | Год | | |
| Факт | План | Разница | Факт | План | Разница |
| ТЭЦ-1 |  |  |  |  |  |  |
| Зола | 181.7 | 248.7 | -67.0 | 2269.0 | 3038.2 | -769.2 |
| SO2 | 45.1 | 63.7 | -18.6 | 656.1 | 803.0 | -146.9 |
| NOx | 14.2 | 30.9 | -16.8 | 180.8 | 377.5 | -196.6 |
| CO | 5.2 | 22.7 | -17.5 | 71.0 | 277.4 | -206.5 |
| ТЭЦ-2 |  |  |  |  |  |  |
| Зола | 3.6 | 24.3 | -20.7 | 56.8 | 282.0 | -225.2 |
| SO2 | 5.2 | 23.9 | -18.7 | 80.0 | 277.4 | -197.5 |
| NOx | 0.7 | 8.3 | -7.6 | 12.8 | 96.8 | -84.0 |
| CO | 1.2 | 13.1 | -11.9 | 23.1 | 152.7 | -129.6 |
| РК-1g |  |  |  |  |  |  |
| Зола | 7.3 | 39.9 | -32.6 | 652.3 | 876.5 | -224.2 |
| SO2 | 16.0 | 16.1 | -0.2 | 327.8 | 380.4 | -52.6 |
| NOx | 1.0 | 6.7 | -5.7 | 105.4 | 145.0 | -39.6 |
| CO | 3.2 | 7.9 | -4.7 | 106.5 | 171.3 | -64.8 |
| РК-2h |  |  |  |  |  |  |
| Зола | 5.4 | 5.9 | -0.5 | 58.1 | 155.1 | -97.1 |
| SO2 | 7.8 | 8.1 | -0.3 | 78.6 | 141.4 | -62.8 |
| NOx | 1.0 | 2.0 | -1.0 | 11.6 | 56.4 | -44.8 |
| CO | 6.5 | 6.9 | -0.4 | 53.0 | 117.1 | -64.1 |

Заключение.

В данном дипломном проекте был произведён расчёт по проектированию силовой части для предприятия AES Семипалатинские ТЭЦ и более подробно рассмотрено электрооборудование и принцип действия мостового крана установленного на данном предприятии.

Дипломный проект в себя включает расчёт электрических нагрузок для предприятия и выбор необходимого силового оборудования для подстанций учитывая нагрузки предприятия.

Так же расчёт и выбор электрооборудования для мостового крана грузоподъемностью пять тон.