**министерство образования и науки Российской Федерации**

Старооскольский технологический институт им. А.А. УГАРОВА

(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

**ОСКОЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ**

УТВЕРЖДЕНО

Научно-методическим советом ОПК

Протокол №\_1\_

от «01» \_сентября\_2017 г.

МДК 01.03 Электрическое и электромеханическое оборудование отрасли

Раздел 3.2 Системы электроснабжения предприятий

***Методические указания для студентов очной формы обучения по выполнению***

 ***курсового проекта***

*Специальность 13.02.11 – Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)*

Старый Оскол, 2017 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Рассмотрены на заседании П(Ц)К специальности 13.02.11 и 15.02.07 ОПКПротокол №\_1\_от «01» сентября 2017 г.Председатель П(Ц)К\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/М.В. Горюнова/ | Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по ПМ 01 Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования Специальности 13.02.11 – Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) |

**Составитель:**

Комарова Ю.В. преподаватель ОПК, СТИ НИТУ «МИСиС»

Экспертиза программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 13.02.11 произведена АО «ОЭМК» в 2017 году

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение………………………………………………...…………....………………. | 4 |
| 1 Содержание основных частей курсового проекта ……………………………… | 6 |
| * 1. Введение, заключение и информативный реферат ……………………….
 | 6 |
| * 1. Характеристика приемников электрической энергии …………………….
 | 7 |
|  1.3 Определение категории надежности электроприемников ………………. | 11 |
|  1.4 Составление схемы электроснабжения …………………………………… | 14 |
|  1.5 Расчет электрических нагрузок …………………………………………… | 16 |
|  1.6 Выбор и проверка трансформатора ………………………………………. | 17 |
|  1.7 Расчет токов короткого замыкания ……………………………………….. | 19 |
|  1.8 Выбор и проверка защитной аппаратуры………………………………… | 21 |
|  1.9 Выбор и проверка питающих и распределительных проводников ……... | 23 |
|  1.10 Решение вопросов компенсации реактивной мощности и заземления … | 26 |
|  1.11 Молниезащита и релейная защита трансформаторной подстанции …... | 26 |
| 2 Оформление пояснительной записки чертежей ………………………………… | 28 |
| Список рекомендуемых источников ………………………………………………. | 32 |

**ВВЕДЕНИЕ**

В пособии приведены основные методики расчета и выбора электрооборудования для трансформаторной подстанции. Курсовой проект по МДК 01.03. «Электрическое и электромеханическое оборудование отрасли», является самостоятельной работой расчетного характера.

Цель курсового проекта - получить навыки расчета и выбора электрооборудования цеховых подстанций, составления технической документации, закрепить навыки чтения и составления электрических схем.

В соответствии с заданием необходимо рассчитать электрические нагрузки, выбрать и проверить силовой выключатель, выбрать и проверить токопроводящие элементы и защитную аппаратуру, выполнить необходимые чертежи.

При выполнении курсового проекта студентам необходимо: полностью записывать текст задания и исходные данные; чертежи, условные обозначения элементов схем и сами схемы выполнять аккуратно согласно стандартам ЕСКД и ЕСТД; во всех расчетах сначала записывать пояснения, формулу, затем подставлять в нее числовые значения. Обязательно привести список литературы, дату выполнения работы и подпись студента.

**Цель методических указаний:** оказание помощи студентам в выполнении курсового проекта.

 Настоящие методические указания позволят студентам закрепить теорию по наиболее сложным разделам курса, и направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно - коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.3 Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования

 В результате выполнения КП по МДК 01.03. «Электрическое и электромеханическое оборудование отрасли» Разделу 3.1 «Устройство электрооборудования общепромышленных машин и цехов металлургического предприятия студенты должны:

уметь :

• определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем;

• подбирать технологическое оборудование для ремонта и эксплуатации электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем, определять оптимальные варианты его использования;

• оценивать эффективность работы электрического и электромеханического оборудования;

знать:

• технические параметры, характеристики и особенности различных видов электрических машин;

• классификацию основного электрического и электромеханического оборудования отрасли.

**1 Содержание основных частей курсового проекта**

**1.1 Введение, заключение и информативный реферат**

Во введении обосновывается актуальность темы, цель курсового проекта и задачи. Определяется объект и предмет исследования.

Актуальность темы предполагает обоснование причин, которые вызвали необходимость данной разработки.

Цель и задачи – это обоснование того, что необходимо достичь в ходе исследования, и система конкретных задач, которые необходимо решить для этого (изучить научную литературу, систематизировать знания по теме, исследовать …, описать …., установить ….., разработать …., реализовать ….., оценить …. и т.д.). Цель должна согласовываться с темой проекта. Количество задач от трех до шести, они раскрывают цель и формируют структуру проекта.

Объект и предмет исследования – это то, что непосредственно изучается в курсовом проекте. Объект указывает на то, что изучается в целом. Предмет – это то, что находится в границах объекта. Именно предмет определяет тему курсового проекта.

Во введении также указываются реализуемые в курсовом проекте профессиональные компетенции.

Объём введения – 1-3 листа.

В заключении студент анализирует полноту выполнения задач курсового проекта, делает выводы по исследованию в целом. Выводы должны быть краткими и четкими.

В заключении не допускается повторения содержания введения и основной части.

Объём заключения – 1-2 листа.

Информативный реферат – это краткое изложение содержания документа, включающее основные сведения, необходимые для первоначального ознакомления с документом.

Структура информативного реферата курсового проекта:

1. Тема проекта.
2. Разделы проекта.
3. Количество страниц, таблиц, схем, рисунков, приложений, учебных пособий, Интернет-ресурсов.
4. Объект, предмет курсового проекта (допускается взять из Введения).
5. Актуальность выбранной темы (допускается взять из Введения).
6. Цель курсового проекта (допускается взять из Введения).
7. Методы проведения проекта (теоретические: анализ, сравнение, обобщение, моделирование; эмпирические: изучение литературы, наблюдение, измерение, тестирование, исследования объекта во времени; аналитические).
8. Теоретическая и практическая значимость курсового проекта.

Объём заключения – 1 лист.

**1.2 Характеристика приемников электрической энергии**

1 Силовые общепромышленные установки

К этой группе приемников относятся компрессоры, вентиляторы, насосы и подъемно-транспортные устройства.

Двигатели компрессоров, вентиляторов и насосов работают примерно в одинаковом режиме и в зависимости от мощности снабжаются лектрической энергией па напряжении от 0,22 до 10 кВ. Мощность таких установок изменяется в очень широком диапазоне от долей единицы до тысяч киловатт.
Питание двигателей производится током промышленной частоты 50 Гц. Характер нагрузки, как правило, ровный, особенно для мощных установок. Перерыв в электроснабжении чаще всего недопустим и может повлечь за собой опасность для жизни людей, серьезное нарушение технологического процесса или повреждение оборудования. Потребители рассматриваемой группы создают нагрузку равномерную и симметричную по всем трем Коэффициент мощности достаточно стабилен и обычно имеет значение 0,8—0,85.

Подъемно-транспортные устройства работают в повторно-кратковременном режиме. Для этих устройств характерны частые толчки нагрузки. в связи с резкими изменениями нагрузки коэффициент мощности также изменяется в значительных пределах, в среднем от 0,3 до 0,8. В подъемно-транспортных устройствах применяется как переменный (50 Гц), так и постоянный ток. В большинстве случаев нагрузку от подъемно-транспортных устройств на стороне переменного тока следует считать симметричной по всем трем фазам.

По бесперебойности питания эти устройства должны быть отнесены (в зависимости от места работы и установки) к потребителям 1-й и 2-й категорий.

2 Электрические осветительные установки

Электрические светильники представляют собой однофазную нагрузку, однако благодаря незначительной мощности приемника (обычно не более 2 кВт) в электрической сети при правильной группировке осветительных приборов можно достичь достаточно равномерной нагрузки по фазам (с несимметрией не более 5—10%).

Характер нагрузки равномерный, без толчков, но ее значение изменяется в зависимости от времени суток, года и географического положения. Частота тока общепромышленная, равная 50 Гц. Коэффициент мощности для ламп накаливания равен 1, для газоразрядных ламп 0,6.

Кратковременные (несколько секунд) аварийные перерывы в питании осветительных установок допустимы. Продолжительные перерывы (минуты и часы) в питании для некоторых видов производства недопустимы. В таких случаях применяется резервирование питания от второго источника тока (в некоторых случаях даже от независимого источника постоянного тока). В тех производствах, где отключение освещения угрожает безопасности людей, применяются специальные системы аварийного освещения. Для осветительных установок промышленных предприятий применяются напряжения от 6 до 220 В.

3 Преобразовательные установки

Для преобразования трехфазного тока в постоянный или трехфазного тока промышленной частоты 50 Гц в трехфазный или однофазный ток пониженной, повышенной или высокой частоты на территории промышленного предприятия сооружаются преобразовательные установки.

Преобразовательные установки для целей электролиза широко применяются в цветной металлургии для получения электролитических алюминия, свинца, меди и пр. В таких установках ток промышленной частоты напряжением 6—35 кВ.

Перерыв в питании электролизных установок не приводит к тяжелым авариям с повреждением основного оборудования и может быть допущен на несколько минут, а в некоторых случаях на несколько часов. Электролизные установки должны снабжаться электрической энергией, как приемники 1-й категории, но допускающие кратковременные перерывы в питании.
Режим работы электролизных установок дает достаточно равномерный и симметричный по фазам график нагрузки Коэффициент мощности электролизных установок равен примерно 0,85—0,9

В таких производствах, как химические заводы, эти установки могут быть отнесены к приемникам 1-й и 2-й категорий.

4 Электродвигатели производственных механизмов

Этот вид приемников встречается на всех промышленных предприятиях Для электропривода современных станков применяются все виды двигателей.
Мощность двигателей чрезвычайно разнообразна л изменяется от долей до сотен киловатт и больше В станках, где требуются высокие частоты вращения и регулирование ее, применяются двигатели постоянного тока, питающиеся от выпрямительных установок. Напряжение сети 660—380/220 В с частотой 50 Гц
Коэффициент мощности колеблется в широких пределах в зависимости от технологического процесса По надежности электроснабжения эта группа приемников относится, как правило, ко 2-й категории Однако имеется ряд станков, где перерыв в питании недопустим по условиям техники безопасности
(возможны травмы обслуживающего персонала) и по причине возможной порчи изделий, особенно при обработке крупных дорогостоящих деталей.

5 Электрические печи и электротермические установки

1. Печи сопротивления по способу нагрева подразделяются на печи косвенного действия и печи прямого действия. Нагрев материала в печах косвенного действия происходит за счет тепла, выделяемого нагревательными элементами при прохождении по ним электрического тока. Печи косвенного нагрева являются установками напряжением до 1000 В и питаются в большинстве случаев от сетей 380 В промышленной частоты 50 Гц. Печи выпускаются одно- и трехфазными мощностью от единиц до нескольких тысяч киловатт. Коэффициент мощности в большинстве случаев равен 1.

В печах прямого действия нагрев осуществляется теплом, выделяемым в нагреваемом изделии при прохождении по нему электрического тока. Печи выполняются одно- и трехфазными мощностью до 3000 кВт; питание осуществляется током промышленной частоты 50 Гц от сетей 380/220 В или через понижающие трансформаторы от сетей более высокого напряжения.
Коэффициент мощности лежит в интервале от 0,7 до 0,9 Большинство печей сопротивления в отношении бесперебойности электроснабжения относится к приемникам электрической энергии 2-й категории.

2. Печи и установки индукционного и диэлектрического нагрева подразделяются на плавильные печи и установки для закалки и сквозного нагрева диэлектриков

Питание печей осуществляется током промышленной частоты 50 Гц напряжением
380 В и выше в зависимости от мощности. Печи с сердечником выпускаются одно-
, двух- и трехфазными мощностью до 2000 кВА. Коэффициент мощности колеблется в пределах 0,2—0,8 (печи для плавки алюминия имеют cosϕ = 0,2
— 0,4, для плавки меди 0,6—0,8). Печи без сердечника применяются для выплавки высококачественной стали и реже — цветных металлов. Питание промышленных печей без сердечника может быть осуществлено током промышленной частоты 50 Гц от сетей напряжением 380 В и выше и током повышенной частоты 500—10 000 Гц от тиристорных или электромашинных преобразователей. Приводные двигатели преобразователей питаются током промышленной частоты.

Печи выпускаются мощностью до 4500 кВА, коэффициент мощности их очень низок: от 0,05 то 0,25. Все плавильные печи относятся к приемникам электрической энергии 2-й категории.

Установки для закалки и сквозного нагрева в зависимости от назначения питаются при частотах от 50 Гц до сотен килогерц.

Питание установок повышенной и высокой частоты производится соответственно от тиристорных или машинных преобразователей индукторного типа и ламповых генераторов. Эти установки относятся к приемникам электрической энергии 2-й категории.

В установках для нагрева диэлектриков нагреваемый материал помещается в электрическое поле конденсатора и нагрев происходит за счет токов смещения.
Эта группа установок широко применяется для клейки и сушки древесины, нагрева пресс порошков, пайки и сварки пластиков, стерилизации продуктов и т. п. Питание осуществляется током с частотой 20—40 МГц и выше. В отношении бесперебойности электроснабжения установки для нагрева диэлектриков относятся к приемникам электрической энергии 2-й категории.

3. Дуговые электрические печи по способу нагрева разделяются на печи прямого и косвенного действия.

Сталеплавильные печи питаются током промышленной частоты напряжением
6—110 1.В через понижающие трансформаторы. Печи выпускаются трехфазными мощностью до 45000 кВА в единице. Коэффициент мощности 0,85—0,9. В процессе работы в период расплавления шихты в дуговых сталеплавильных печах происходят частые эксплуатационные короткие замыкания (к.з.) Вакуумные дуговые печи выполняются мощностью до 2000 кВт. Питание осуществляется постоянным током напряжением 30—40 В. В качестве источников электрической энергии применяются электромашинные преобразователи и полупроводниковые выпрямители, включаемые в сеть переменного тока 50 Гц.

Нагрев металла в печах косвенного действия осуществляется теплом, выделяемым электрической дугой, горящей между •угольными электродами
Дуговые печи косвенного нагрева кашли применение для выплавки меди и ее сплавов. Мощность печей сравнительно невелика (до 500 кВА); питание производится током промышленной частоты 50 Гц от специальных печных трансформаторов. В отношении бесперебойности электроснабжения эти печи относятся к приемникам электрической энергии 1-й категории, допускающим кратковременные перерывы в питании.

4. Электрические печи со смешанным нагревом можно разделить на рудотермические и печи электрошлакового переплава.

В рудотермических печах материал нагревается теплом, которое выделяется при прохождении электрического тока по шихте и горении дуги. Печи применяются для получения ферросплавов, корунда, выплавки чугуна, свинца, возгонки фосфора, выплавки медного и медно-никелевого штейна. Питание осуществляется током промышленной частоты через понижающие трансформаторы.
Мощность некоторых печей очень велика, до 100 МВА (печь для возгонки желтого фосфора). Коэффициент мощности 0,85—0,92. В отношении бесперебойности электроснабжения печи для рудотермических процессов относятся к приемникам электрической энергии 2-й категории.

В печах электрошлакового переплава нагрев осуществляется за счет тепла, выделяющегося в шлаке при прохождении по нему тока. Расплавление шлака производится теплом электрической дуги. Электрошлаковый переплав применяется для получения высококачественных сталей и специальных сплавов.
Питание печей осуществляется током промышленной частоты 50 Гц через понижающие трансформаторы, обычно от сетей 6—10 кВ со вторичным напряжением 45—60 В. Печи выполняются, как правило, однофазными, но могут быть и трехфазными. Коэффициент мощности 0,85—0,95. В отношении надежности электроснабжения печи электрошлакового переплава относятся к приемникам электрической энергии 1-й категории.

При электроснабжении цехов, имеющих вакуумные электрические печи всех типов, необходимо учитывать, что перерыв в питании вакуумных насосов приводит к аварии и браку дорогостоящей продукции. Эти печи следует отнести к приемникам электрической энергии 1-й категории.

6 Электросварочные установки

Электросварочные агрегаты постоянного тока состоят из двигателя переменного тока и сварочного генератора постоянного тока. При такой системе сварочная нагрузка распределяется по трем фазам в питающей сети переменного тока равномерно, но график ее остается переменным. Коэффициент мощности таких установок при номинальном режиме работы составляет 0,7—0,8; при холостом ходе коэффициент мощности снижается до 0,4. Электросварочные установки переменного тока работают на промышленной частоте переменного тока 50 Гц и представляют собой однофазную нагрузку в виде сварочных трансформаторов для дуговой сварки и сварочных аппаратов контактной сварки. Сварка на переменном токе дает однофазную нагрузку с повторно-кратковременным режимом работы, неравномерной нагрузкой фаз и, как правило, низким коэффициентом мощности (0,3—0,35 для дуговой и 0,4—0,7 для контактной сварки). Сварочные установки питаются от сетей напряжением 380—220 В. С точки зрения надежности питания, сварочные установки относятся к приемникам электрической энергии 2-й категории.

**1.3 Определение категории надежности электроприемников**

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории.

Электроприемники первой категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.

К ним относят:

а)        электроприемники лечебно-профилактических учреждений, от бесперебойности работы которых зависит жизнь больного (операционных, родильных отделений, отделений анестезиологии и реанимации, кабинетов лапароскопии и бронхоскопии);

б)        электродвигатели и другие электроприемники противопожарных устройств в больницах и диспансерах для взрослых или их отдельных корпусов вместимостью более 400 коек (для детей более 250 коек), в поликлиниках с количеством посещений в смену более 600;

в)        котельные I категории, являющиеся единственным источником тепла системы теплоснабжения, обеспечивающие потребителей I категории, не имеющих индивидуальных резервных источников тепла;

г)         электродвигатели сетевых и подпиточных насосов котельных II категории с водогрейными котлами единичной производительностью более 10 Гкал/ч;

д)        водопроводные насосные станции в городах с числом жителей более 50 тыс. чел, канализационные насосные станции, не имеющие аварийного выпуска или с аварийным выпуском при согласованной продолжительности сброса менее 2 ч; насосные артезианских скважин, работающих на общую водопроводную сеть, относятся к III категории;

е)        электродвигатели и другие электроприемники противопожарных устройств, лифты, эвакуационное и аварийное освещение, огни сетевого ограждения в жилых зданиях и общежитиях высотой 17 этажей и более;

ж)        электродвигатели и другие электроприемники противопожарных устройств, лифты, охранная сигнализация общественных зданий и гостиниц высотой 17 этажей и более, гостиниц более чем на 1000 мест и учреждений с количеством работающих более 2000 чел. независимо от этажности, учреждений финансирования, кредитования и государственного страхования союзного и республиканского подчинения; библиотек, книжных палат и архивов на 100 тыс. единиц хранения и более;

з)         музеи и выставки союзного значения;

и)        электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации музеев и выставок республиканского, краевого и областного значения;

к) электродвигатели и другие электроприемники противопожарных устройств общеобразовательных школ, профессионально- технических училищ, средних специальных и высших учебных заведений при количестве учащихся более 1000 чел;

л) электродвигатели пожарных насосов и другие электроприемники противопожарных устройств, эвакуационное и аварийное освещение крытых зрелищных и спортивных предприятий более чем на 800 мест;

м) электродвигатели и другие электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации магазинов с торговой площадью более 2000 м2, а также столовых, кафе и ресторанов с числом посадочных мест более 500;

н) тяговые подстанции системы централизованного электроснабжения городского электрического транспорта; тяговые подстанции системы децентрализованного электроснабжения относятся к III категории;

о) ЭВМ вычислительных центров, решающих комплекс народнохозяйственных проблем и задачи управления отдельными отраслями, а также обслуживающие технологические процессы, основные электроприемники которых относятся к I категории;

п) центральный диспетчерский пункт городской электрической сети, тепловой сети, сети газоснабжения, водопроводно-канализационного хозяйства и сети наружного освещения;

р) пункты централизованной охраны (ПЦО);

с) центральные тепловые пункты (ЦТП), обслуживающие здания высотой 17 этажей и более;

т) городские ЦП (РП) с суммарной нагрузкой более 10000 кВ • А.

Электроприемники второй категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

В их состав входят:

а)        жилые дома с электроплитами, за исключением одно — восьмиквартирных домов;

б)        жилые дома высотой 6 этажей и более с газовыми плитами или плитами на твердом топливе;

в)        общежития на 50 чел. и более;
 г)         здания учреждений с количеством работающих 50 — 2000 чел.;

д)        детские учреждения;

е)        медицинские учреждения, аптеки;

ж)        крытые зрелищные и спортивные предприятия с количеством мест в зале 300-800;

з)         открытые спортивные сооружения с искусственным освещением при наличии 20 рядов и более;

и)        предприятия общественного питания с количеством посадочных мест 100 — 500;

к) магазины с торговой площадью 250-2000 м2;

л) предприятия по обслуживанию городского транспорта;

м) бани;

н) комбинаты бытового обслуживания, хозяйственные блоки и ателье с количеством рабочих мест более 50, салоны-парикмахерские с количеством рабочих мест 10 и более;

 о) химчистки и прачечные (производительностью 400 кг белья в смену и более);

 п) водопроводные насосные станции в городах и поселках с числом жителей 500 — 50 тыс. чел., канализационные насосные станции, имеющие аварийный выпуск при согласованной продолжительности сброса менее одних суток, а также очистные водопроводные и канализационные сооружения ;

 р) учебные заведения с количеством учащихся 200-1000 чел.;

с) музеи и выставки местного значения; т) гостиницы с количеством мест 200-1000;

у) библиотеки, книжные палаты и архивы с фондом 100000—1 000000 единиц хранения;

ф) ЭВМ вычислительных центров, отделов и лабораторий, кроме указанных выше;

х) ЦТП в микрорайонах, кроме указанных выше;

ц) диспетчерские пункты жилых районов и микрорайонов;

ч) осветительные установки городских транспортных и пешеходных туннелей, осветительные установки улиц, дорог и площадей категории А в столицах союзных республик, в городах-героях, портовых и крупнейших городах;

ш) городские ЦП (РП) и ТП с суммарной нагрузкой 400—10000 кВ • А при отсутствии электроприемников I категории.

Электроприемники третьей категории - все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сутки.

К электроприемникам III категории относят все остальные элекгроприемники, не подходящие под определение I и II категорий.

**1.4 Составление схемы электроснабжения**

Схема электроснабжения промышленного предприятия показывает связь между источником питания и потребителями электроэнергии предприятия.

Потребитель электрической энергии – это некоторая группа (более трех) приемников, объединенная по разным принципам (например, технологическому):

* цех;
* завод,
* группа заводов.

Приемник электрической энергии – это индивидуальное устройство, которое потребляет электрическую энергию и преобразующее ее в другие виды энергии (механическую, тепловую, световую и т.д.).

В соответствии с современными принципами построения схем электроснабжения промышленных предприятий, схема должна удовлетворять следующие основные принципы:

1) обеспечивать необходимую надежность питания потребителей;

2) быть простой и удобной в эксплуатации;

3) учитывать перспективы развития предприятия;

4) обеспечивать наименьшие потери мощности электроэнергии в сети путем максимального приближения источника питания к потребителям.

При построении схем электроснабжения 6-220 кВ промышленных предприятий в зависимости от категории, мощности и расположения нагрузок применяются радиальная, магистральная и смешанная схемы распределения электроэнергии.

Под радиальной схемой подразумевается такая, при которой от ИП линии электрической сети выполняются независимыми друг от друга и без ответвлений по пути следования. Радиальные схемы обладают большой гибкостью, удобством эксплуатации и строятся по ступенчатому принципу.

Магистральной схемой называется такая схема, при которой питание нескольких потребителей осуществляется ответвлениями от одной или двух проходящих рядом параллельных линий (одиночных или двойных магистралей).

Магистральные схемы 10 (6) кВ следует применять при распределенных нагрузках и таком взаимном расположении подстанции, когда линии от ИП до потребителя могут быть проложены без значительных обратных направлении.

По степени бесперебойности (надежности) электроснабжения все потребители делятся на 3 категории:

1 категория: это потребители, перерыв в электроснабжении которых угрожает здоровью и жизни людей, вызывает расстройства и повреждения сложного технологического оборудования, массовый брак продукции и значительный экономический ущерб. В особую подгруппу этой категории выделяют потребители (нулевая группа), перерыв в питании которых угрожает жизни людей, возможными взрывами, пожарами, затоплениями. Для этой категории используются схемы с обязательным резервированием: в нормальном режиме эти потребители должны получать напряжение не менее, чем от двух независимых источников (см. рис.1.1).

Схема содержит два вводных выключателя В1 и В2, 2 секции шин Iс, IIс – обычно они работают раздельно. СВ – секционный выключатель. Снабжен автоматическим устройством ввода резерва. В случае если питание на вводе 2 прерывается, отключается В2, тут же срабатывает СВ, подается питание с 1 ввода. Перерыв подачи электроэнергии на 1 категории допускается на время срабатывания АВР.

 I

секц

к потребителю 1 категории

Рисунок1.1. Схема электроснабжения приемников и потребителей 1 категории

ввод 2

ввод 1

 СВ

АВР

 (Q) В1

 В2 (Q)

 II

секц

2 категория: это потребители, перерыв в электроснабжении которых вызывает массовый простой оборудования, рабочих, существенный экономический ущерб, нарушение нормальной жизнедеятельности большого числа жителей. Для 2 категории допускаются более простые схемы электроснабжения (см. рис.1.2), но с обязательным резервированием. Перерыв в подаче питания допускается на время необходимых переключений вручную. Например: выездной бригадой (не более 30 минут).

СР – секционный разъединитель с ручным или дистанционным приводом

 I

секц

к потребителю 2 категории

Рисунок 1.2. Схема электроснабжения приемников и потребителей 2 категории

ввод 2

ввод 1

 СР

 В1

 В2

 II

секц

Пр

Р

ввод

к потребителю 3 категории

Рисунок 1.3. Схема электроснабжения приемников и потребителей 3 категории

3 категория: все приемники и потребители, которые не подпадают под определения 1 и 2 категории. Для 3 категории применяются самые простые схемы электроснабжения (см. рис. 1.3) с централизованным резервом основного оборудования. Перерыв в работе электроснабжения допускается на время ремонта или замены оборудования, но не более 1 суток

При разработке проектов электроснабжения очень важно обоснованно выбирать надлежащую схему электроснабжения.

**1.5 Расчет электрических нагрузок**

В настоящее время основным методом расчёта электрических нагрузок в сетях напряжением до 1кВ является расчёт нагрузок методом коэффициента максимума, хотя он наиболее сложный, но в свою очередь является наиболее точным при определении цеховых нагрузок, данный метод применяется в тех случаях когда известны номинальные мощности ЭП цеха, их размещение на плане, а так же план цеха в масштабе 1:100 или 1:200. Этот метод позволяет при номинальной мощности ЭП с учетом их числа и характеристик определить расчётную нагрузку любого узла. Расчётная (Рр) максимальная нагрузка т,е, получасовой максимум за наиболее загруженную смену определяется:

 Рр=Рсм\*Км (кВт), (1.512)

где Рсм- средняя активная мощность за наиболее загруженную смену,

 Рсм=Рном• Ки (кВт) (1.5.2)

Рном- номинальная мощность ЭП:

а) для ЭП с активной мощностью и продолжительного режима

 Рном=Рпасп (1.5.3)

б) для повторно- кратковременного режима

 Рном=Рпасп \* (1.5.4)

в) для ЭП с заданной полной мощностью

 Рном=Рпасп \*cosφпас (1.5.5)

Ки- коэффициент использования, характеризующий использование активной мощности ЭП в течении смены. Принимается по таблице № 4.1.

 Км - коэффициент максимума активной мощности, он характеризует превышение максимальной нагрузки над средней Рсм за максимально загруженную смену. Коэффициент максимума определяется по таблицам и кривым в зависимости от средневзвешенного( Ки) и эффективного числа Электроприемников (nэ):

 Км=f (Ки,ср,,nэф) (1.5.6)

взвешенный коэффициент использования

 Ки,ср=ΣРсм/ΣРн (1.5.7)

n эф \* -относительное эффективное число электроприемников определяется по таблице 4.3

Для того чтобы определить nэф, выбирается максимальный по мощности электроприемник группы и его мощность делится Рномmах/2, после этого подсчитывают количество ЭП у которых Рном больше половины максимальной, Это число и будет n, а суммарная мощность ЭП у которых Рном> Рномmах/2, Средняя реактивная мощность за наиболее загруженную смену определяется:

 Qсм=Рсм\*tg φ (кВАр) (1.5.8)

tg y =>созф=> по таблице 4,1 расчётная максимальная реактивная мощность определяется:

 Qр=P см\*Ктр (кВАр) (1.5.9)

Где Ктр- коэффициент максимума реактивный, Ктр=1,1 если: 1) Ки,ср<0,2; nэф<100; 2) Ки,ср>0,2; nэф<10 во всех остальных случаях Ктр=1 Полная максимальная расчетная мощность,

 Sр= (кВА) (1.5.10)

Расчётный ток узла или цеха определяется:

 Iр=Sр/√3\*Uном (1.5.11)

*Порядок расчета электрических нагрузок,*

1. Все ЭП цеха, по месту расположения разбиваются на отдельные узлы по общности источника питания (ПР и ШРС).

2. Все ЭП узла разбиваются по общности режима работы и коэффициента мощности на отдельные группы.

3. Подсчитывается количество ЭП каждой группы и в целом по узлу.

4. Выбирается максимальный и минимальный ЭП группы и в целом по узлу.

5. Определить номинальную мощность каждого ЭП и в целом по группе Рном.

6. Определяется суммарная номинальная мощность узла ( Рн. уз).

7. Определяется модуль силовой сборки (m).

8. По таблице 4.1 для каждой группы определяется коэффициент использования Ки и коэффициент мощности cosφср.

9. Определяется средняя активная мощность каждой группы ЭП за наиболее загруженную смену Рcм.

10. Определяется суммарная средняя активная мощность в целом по узлу ( Рсм.уз.).

11.Определяется средняя реактивная мощность каждой группы ЭП за наиболее загруженную смену (Qсм).

12. Определяется суммарная средняя реактивная мощность в целом по узлу (Qсм.уз).

13. Определением средневзвешенный коэффициент использования (Ки.ср).

14. Определением средневзвешенный коэффициент мощности (tg y ср=>соs фср. )

15. В зависимости от значений n. и Ки.ср по одному из приближений определяем n эф.

16. По таблице 5. 2 или рисунку 5.1 определяем Км.

17. Определяем расчетную максимальную активную мощность Рр.

18. Определяем расчетную максимальную реактивную мощность Qр.(где Ктр=1.1 или 1).

19. Определяем расчетную максимальную полную мощность Sр.

20. Определяем расчетный ток узла Iр.

**1.6 Выбор и проверка трансформатора**

Выбирается количество трансформаторов на подстанции по вычисленным ранее значениям среднем мощности (Sср) и максимальной мощности (Smax) исходя из обеспечения надежности питания с учетом категории потребителей.

Потребители 1 категории должны иметь питание от двух независимых источников эл. энергии. Обеспечивая надежное питание от двух подстанций, на них можно устанавливать по одному трансформатору. При питании потребителей 1 категории от одной подстанции для обеспечения надежности питания необходимо иметь минимум по одному трансформатору на каждой секции шин, при этой мощность трансформаторов должна быть выбрана так, чтобы при выходе из строя одного из них второй с учётом допустимой перегрузки обеспечивая питание всех потребителей 1 категории. Ввод резервного питании должен осуществлять­ся автоматически.

Потребители 2 категории должны быть обеспечены резервом, вводимым автоматически или действием дежурного персонала. При питании одной подстанции следует иметь два трансформатора или "складской" резервный трансформатор для нескольких подстанций, питающих потребителей 2 категории. На время замены трансформатора вводится ограничение пи­тания потребителей с учетом перегрузки оставшегося в работе трансформатора.

Потребители 3 категории могут получать питание от однотрансформаторной подстанции при наличии "складского" резервного трансформатора.

Намечаются возможные варианты мощности трансформаторов с учетом допустимой нагрузки в нормальном режиме и допустимой перегрузки в аварийном режиме.

Выбор мощности трансформаторов производится с учетом предварительно выбранного числа трансформаторов и рекомендуемого режима нагрузки, обеспечивающего минимум потерь мощности и электроэнергии в трансформаторе.

 При двухтрансформаторных подстанциях рекомендуется коэффициент загрузки Кз =0,7.

При однотрансформаторных подстанциях с перемычками на вторичном напряжении для резервирования Кз = 1,25 – 1,4.

При однотрансформаторных подстанциях без перемычек на вторичном напряжении Кз = 1,1.

Проверка трансформаторов на аварийный перегруз.

Трансформатор на время ликвидации аварии в течении 5 суток по 6 часов может быть загружен на 140% при условии, что его предварительный коэффициент загрузки не превышал 0,93-0,95. При этом режиме потребители III категории могут временно отключаться, т.е. можно учитывать нагрузку потребителей только I и II категории.

Кза ≤ 1,4

Кза = Sм/Sн.т. (7.3)

 Выбор типа трансформаторов

 Для внутренней установки преимущественно применяют масляные трансформаторы ТМ. Трансформаторы ТНЗ, заполненные негорючей жидкостью, которая называется совтолом, изготовляют мощностью 630-2500 кВА. Совтол токсичен, трансформаторы герметизированные, и для ремонта их отправляют на завод-изготовитель.

 Их целесообразно применять, когда по условиям среды масляные трансформаторы нельзя приблизить к центрам нагрузок.

Сухие трансформаторы неустойчивы к грозовым перенапряжениям и создают повышенный шум в работе. Они имеют ограниченную область применения, т.к. дороже масляных. Их целесообразно применять там, где недопустима установка масляных трансформаторов по условиям пожарной опасности, а трансформаторов с негорючей жидкостью ТНЗ- из-за токсичности в случае аварии, например, в административных зданиях, клубах и помещениях при больших скоплениях людей.

**1.7 Расчет токов короткого замыкания**

При расчете токов к.з. определяются следующие величины:

I" - начальное значение периодической слагающей тока к.з. (начальное значение сверхпереходного тока к.з.);

iу - ударный ток к.з., необходимый для проверки электрических ап­паратов, шин, изоляторов на их электродинамическую стойкость;

Iу - наибольшее действующее значение полного тока к.з., необхо­димое для проверки электрических аппаратов на электродинамическую стойкость в течение первого периода к.з.;

I0,1 - I0,2 *-* значение It  для t = 0,1 ...0,2с, необходимое для проверки выключателей по отключаемому ими току;

I∞ - действующее значение установившегося тока к.з., применяется для проверки термической стойкости электрических аппаратов, шин, проходных изоляторов и кабелей;

S0,1 - S0,2 - мощность к.з. для времени *t* = 0,1 … 0,2с определяется для проверки выключателей по отключаемой ими мощности. Для новых быстродействующих выключателей это время может уменьшится до 0,08 с.

При расчёте токов к.з. обычно имеют место следующие допущения:

* Все ЭДС считаются совподающими по фазе;
* ЭДС источников питания, значительно удалённых от места к.з. (Храсч,\* больше 3), считаются неизменными;
* Часто не учитывается влияние нагрузок и в частности, влияние мелких асинхронных и синхронных двигателей;
* Не учитываются поперечные емкостные цепи к.з. и токи намагничивания трансформаторов;
* Активное сопротивление цепи к.з. учитывается только при соотношении rΣ ≥ 0,3 ХΣ ,

где rΣ и ХΣ -эквивалентные активные и реактивные сопротивления цепи до места к.з.

Базисную мощность выбирают исходя из соображений наибольшего возможного упрощения вычислительной работы. Для базисной мощности целесообразно принимать значение 1000, 100 тыс.кВА и т.д. или номинальную мощность одного из источников питания (электростанции или питающего трансформатора).

Базисное напряжение принимается для каждой ступени напряжения равным её среднему номинальному напряжению. При расчётах действительные коэффициенты трансформации трансформаторов заменяются отношением

средних номинальных напряжений. При этом подсчёт относительных сопротивлений по напряжению не производится (кроме реакторов). Шкала средних номинальных напряжений: 230, 115, 37, 10.5, 6.3, 3.15, 0.69, 0.525, 0.4, 0.23кВ.

 Базисный ток определяется по формуле:

 

При расчёте токов к. з. в цепях напряжением выше 1кВ принимаются следующие размерности:

- для полной мощности S- тыс. кВА;

-для активной мощности Р - тыс. кВт;

- для напряжения U- кВ;

- для тока I- кА;

- для полного Z, реактивного X и активного r сопротивлений- Ом.

 При определении расчётных кривых пользуются системой относительных единиц.

 При номинальных условиях сопротивление определяют в относительных

единицах и отмечают индекс звёздочкой:

реактивное:

 

активное:

 

полное:

 

При расчёте в относительных единицах все сопротивления расчётной схемы

приводятся к базисным условиям.

Реактивное и активное сопротивления линии определяются по формулам:

;

;

где  - реактивное и активное сопротивления на 1 км длины линии, Ом/км;

- длина линии, км.

Значение  находят из справочных таблиц или определяют по формуле, Ом/км:

 

где  - удельная проводимость проводов, м/(Ом\*мм2)

S – сечение провода одной фазы, мм2.

Значения  определяются: 53 – для медных; 32 – для алюминиевых и сталеалюминиевых и 10 – для стальных проводов. Здесь приведено среднее значение. Активное сопротивление линии со стальными проводами зависит от протекающего тока.

Таблица Средние значения X0

|  |  |
| --- | --- |
| Линии |  |
| Воздушные одноцепные напряжением, кВ:до 1выше 1 | 0,30,4 |
| Кабельные (трёхфазные), кВ:35206 и 10до 1 | 0,120,10,080,07 |

**1.8 Выбор и проверка защитной аппаратуры**

Плавкие предохранители

Применяют в основном для защиты электроприемников и электрических сетей от токов К.З.

 Предохранитель - представляет собой диэлектрический корпус (стекло, керамика, фибра), по краям которого имеются токоведущие контакты плоского или круглого сечения, ме­жду которыми внутри корпуса предохранителя устанавливается рабочий элемент предохраните­ля - плавкая вставка, выполненная из легкоплавкого материала (медь, алюминий, латунь), кото­рая при срабатывании предохранителя перегорает в одном или нескольких местах. Параметры предохранители приведены в таблице 3.1.

По напряжению предохранители подразделяются на низковольтные (до 1кВ) и высоковольтные. По конструктивному исполнению предохранители бывают: НПН2-60 (предохранитель насыпной неразборный), ПР2 (предохранитель разборный, 100-250А), ПН2 (предохранитель насыпной}.

 Предохранители различаются по номинальному току плавкой вставки.

 Порядок выбора предохранителя:

1. по номинальному току патрона: Iн пр > Iр.
2. по номинальному току плавкой вставки: Iн пл в > Iпик / α

Где: Iн пл в - номинальный ток плавкой вставки. Принимается пот таблице 3.1.

Iпик - кратковременный максимальный рабочий ток установки.

 Iпик / Iном = λ Iпик = Ihom •λ

Для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором λ=5-7. Для асинхронных двигателей с фазным ротором λ=3-5.

Для двигателей максимальный рабочий ток является пусковым.

α - пусковой коэффициент. Приводится в паспортных данных двигателя. α=2.5 - если легкий пуск, α = 1,6-2 - если пуск тяжелый.

Для группы эл. приемников от двух до пяти:

Iпуск = Iпуск max + Σ Iн max • λ + Iн2 + Iн3 + ….Iн5

Для группы эл. приемников более пяти: Iпик = Iпуск max + (Iр - Ки • Iном max) (A)

Где: Iпуск max - пусковой ток максимального электроприемника группы,

Iр -расчетный ток группы электроприемников,

Ки — коэффициент использования максимального электроприемника группы.

Для электро-технологических установок Iпик – 3Iном.

Для сварочных трансформаторов Iн пл в ≥ 1,2Iн.

Автоматические выключатели

Автоматические выключатели предназначены для автоматического размыкания электрических цепей при аварийных режимах, а также для редких оперативных переключений (3-5 раз в час). По конструктивному исполнению автоматические выключатели подразделяются:

1. с тепловыми расцепителями. предназначены для защиты электрических цепей и электропри­емников от перегрузок.
2. с электромагнитными расцепителями, защищают цепи от токов к.з.,

3) с комбинированными расцепителями. защищают и от перегрева и от токов к.з.
Параметры автоматических выключателей приведены в таблицах 3.2, 3.3, 3.4.

 Порядок выбора автоматического выключателя:

1. по номинальному току автомата: Iн а ≥ Iр.
2. по номинальному току силового расцепителя: Iн рас  ≥1.l Ip,
3. по номинальному току электромагнитного расцепителя: Iотс ≥ Iпик.
Где: Iн рас - номинальный ток расцепителя.

Iотс - номинальный ток электромагнитного расцепителя.

Iр(Iн) - расчетный (номинальный) ток установки.

Iпик - кратковременный максимальный рабочий ток или пусковой ток, если 1 двигатель.

Высоковольтные выключатели выбирают:

1. По напряжению

Uуст ≤ Uном,

где Uуст – напряжение сети, где предполагается установка выключателя;

Uном – номинальное напряжение выключателя (по каталогу).

2. По расчетному току

Iрас ≤ Iном,

где Iрас – расчетный ток, А;

Iном – номинальный ток выключателя (по каталогу), А.

Выбранный выключатель проверяют:

1) На отключающую способность – должны выполняться следующие условия:

Iн.откл≥Iр.откл,

где Iн.откл – номинальное значение тока отключение выключателя (по каталогу), кА;

Iр.откл – расчетное значение тока отключение, кА.

 Iр.откл = I∞,

где I∞ - установившееся значение тока короткого замыка­ния, кА.

Sн.откл≥Sр.откл,

где Sн.откл –номинальная полная мощность отключения выключателя, МВА.

Sн.откл = √3\* Iн.откл\* Uном;

 Sр.откл - расчетная полная мощность отключения, МВА.

Sр.откл = √3\* Iр.откл\* Uуст,

2) На динамическую стойкость – должно быть выполнено условие:

iск≥iу,

где iск – амплитуда предельного сквозного ударного тока короткого замыкания выключателя, кА (по каталогу);

 iу – амплитуда ударного тока, кА.

iу = Ку\*√2\* I∞,

где Ку – ударный коэффициент, Ку = 1,8 при КЗ в сетях высокого напряжения.

3) На термическую стойкость – должно быть выполнено условие:

Iтс≥Iр.тс,

где Iтс – ток термической стойкости выключателя, кА (по каталогу);

 Iр.тс – расчетный ток термической стойкости, кА

,

где tд – фактическое время действия КЗ, tд =1 … 3с;

 tтс – минимальное время отключения выключателя, с.

**1.9 Выбор и проверка питающих и распределительных проводников**

При выборе сечения токоведущих частей необходимо учиты­вать как технические условия (нагрев длительным током, допустимая потеря напряжения, нагрев токами короткого замыка­ния, механическая прочность, потери на корону), так и экономические условия.

Решать задачу рекомендуем в следующем порядке: опреде­лить расчетный ток нагрузки, определить экономически наивы­годнейшее сечение (по этому параметру сечение в большинстве случаев получается наибольшим) и проверить его по нагреву длительным током нагрузки, потере напряжения, нагреву током короткого замыкания. Если всем требованиям выбранное сече­ние удовлетворяет, оно принимается окончательно. Если же од­ному из технических требований сечение, выбранное по эконо­мической плотности тока, не удовлетворяет, принимается следующее большее стандартное сечение.

Экономическая плотность тока Jэк регламентирована [7] на основе технико-экономических расчетов с учетом стоимости потерь электроэнергии, капитальных вложений в строительную часть линий, экономии цветных металлов.

Таблица - Экономическая плотность тока



С — коэффициент, учитывающий конструкцию и мате­риал токоведущих частей:



1. Определяем расчетный ток нагрузки



2. Определяем экономически наивыгоднейшее сечение кабеля по 8,1.



где jэк - экономическая плотность тока, jэк =1,2А/мм2 (таб. 8.1).

3. Выбираем кабель марки ААБ-3 х 70 с допускаемым током Iд = 220 А (таблица 2.2 стр. 12)

4. Проверяем выбранный кабель по нагреву длительным до­ком нагрузки из условия I'рас ≤ Iдоп ,

где I'рас - расчетный ток нагрузки, с учетом условий прокладки кабеля.



где K1 =0,95 (таб. 2.4 стр 14),

 К2 =0,92 (таб. 2.3 стр. 13).

Условие выполняется 104,2А<220А

Кабель ААБ сечением 70 мм2 не нагреется длительным током выше допускаемой температуры 80°С.

5. Проверяем кабель на потерю напряжения по условию



где ∆Uрас - расчетная потеря напряжения при данной нагрузке, %.



где L - длина кабеля, км;

 U - напряжение, В;

 х0 - индуктивное сопротивление 1 км кабеля, Ом (по заданию);

 rо - активное сопротивление 1 км кабеля, Ом;



где l - длина 1 км кабеля, м (1000м);

 γ - удельная проводимость алюминия, м/Ом · мм2;

 S - сечение кабеля, мм2.



Принимаем кабель ААБ-3х95



Кабель ААБ-3Х95 удовлетворяет условию падения напря­жения.

6. Проверяем кабель ААБ-3Х95 на условию нагрева током ко­роткого замыкания 8.2





Условию нагрева токами короткого замыкания сечение 95мм2>63,5мм2 удовлетворяет. Окончательно принимается кабель ААБ-3х95.

**1.10 Решение вопросов компенсации реактивной мощности и заземления**

Определяем расчетную мощность КУ:







Выбираем две УК 2-0,38-50 со ступенчатым регулированием.

Определяем фактические значения tg φ и cosφ после компенсации реактивной мощности:







Необходимый коэффициент мощности получен, компенсация произведена.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током при повреждении изоляции применяется защитное заземление.

Защитное заземление – это преднамеренное соединение нетоковедущих частей электроустановки с заземляющим устройством для обеспечения электро безопасности.

Заземлители бывают 2-х видов естественные и искусственные. В качестве заземлителей в первую очередь используются естественные заземлители к ним относятся проложенные в земле стальные водопроводные трубы, свинцовые оболочки силовых кабелей, металлические конструкции зданий и сооружений имеющих двойной контакт с землёй.

В качестве искусственных заземлителей применяются вертикально заглубленные в землю отрезки (стального уголка, круглой стали, стальной трубы) и горизонтально проложенных (полосы или стального прутка), которые необходимы для связи вертикальных заземлителей.

Рассчитать заземляющее устройство – это значит:

- определить расчетный ток замыкания IЗУ на землю и сопротивление заземляющего устройства RЗУ;

- определить расчетное сопротивление грунта ρрасч;

- выбрать электроды и рассчитать их сопротивление;

- уточнить число вертикальных электродов

**1.11 Молниезащита и релейная защита трансформаторной подстанции**

Защита от прямых ударов молнии осуществляется с помощью молниеотводов. Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом устройство, через которое ток молнии, минуя защищаемый объект, отводится в землю. Молниеотводы образуют вокруг себя некоторое пространство, защищенное от попадания молнии, называемое зоной защиты.





**2 Оформление пояснительной записки чертежей**

Пояснительная записка дипломного (курсового) проекта выполняется на белой бумаге формата А4 (210×297 мм).

 Текст набран в редакторе Microsoft Word, шрифт GOST tape B курсив, размер 16 пт, межстрочный интервал полуторный.

Текст дипломной работы необходимо выровнять «по ширине». Красная строка абзаца Отступ 1,25, от рамки до текста слева – 1-2 мм, от рамки до текста справа – 1мм. Первая строка на странице на расстоянии 15 мм от рамки. Между заголовком пункта и текстом двойной интервал.

Нумерация листов пояснительной записки должна быть сквозной для текста и приложений, начиная с титульного листа. Проставляется нумерация с третьего листа.

Наименования всех частей и пунктов частей дипломного проекта выполняются шрифт GOST tape B курсив полужирный, размер 16 пт. После номера части и номера пункта точка не ставиться. В конце наименования частей и пунктов точка не ставиться.

**1 Расчетная часть**

**2.1 Расчет мощности и выбор электродвигателя главного движения шпинделя**

Оформление формул

Нумерация формул сквозная для всех частей пояснительной записки. Номер проставляется в круглых скобках справа от формулы на расстоянии 1,55 от рамки на одинаковом расстоянии во всей пояснительной записки.

 Условия Iдоп ≥ Iрасч не являются формулами!

Оформление таблиц

Технические данные выбранного двмгателя представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические данные электродвигателя типа АИР80В4 (с красной строки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Параметры | Pн, кВт | nсинхр., об/мин | Сколь-жение S, % | КПД , % | cos φ |  |  |  |  |
|  Значение |  1,5 | 1500 | 6,7 | 78,5 | 0,80 | 2,2 | 1,7 | 2,4 | 5,3 |

Межстрочный интервал от таблицы до текста после таблицы одинарный или полуторный. Между текстом и таблицей сверху пробелов нет.

При переносе таблицы

 Таблица 7 - Технические данные датчика угла поворота

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Значение |
| 1 | 2 |
| Диаметр корпуса  | 22 мм |
| Способ крепления | Фланец |
| Механический угол поворота | 360° |
| Питание  | 15-30В/9-30В/4,5-5,5В/8-30В |
| Выход  | 0-10В/0-5В/4-20 мА/0-20 мА |

на следующей странице

Продолжение таблицы 7

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| Разрешение  | 4096 (12 Бит) |
| Диаметр оси | 22 мм |
| Срок эксплуатации | более 40 млн. об. |

ИЛИ

 Таблица 7 - Технические данные датчика угла поворота

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Значение |
| 2 |
| Диаметр корпуса  | 22 мм |
| Способ крепления | Фланец |
| Механический угол поворота | 360° |
| Питание  | 15-30В/9-30В/4,5-5,5В/8-30В |

на следующей странице

Продолжение таблицы 7

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Значение |
| Разрешение  | 4096 (12 Бит) |
| Диаметр оси | 22 мм |
| Срок эксплуатации | более 40 млн. об. |

Если таблица очень большая (как таблица расчета нагрузок в электроснабжении), то допускается уменьшение шрифта до 8пт. Название столбцов располагается по центру, наименование параметров по левому краю, а значения по центру.

Оформление рисунков

На рисунке 1 представлен общий вид радиально-сверлиль-ного станка.



Рисунок 1 - Общий вид радиально-сверлильного станка 2А55 (выравнивание по середине)

Ссылка на литературу ставиться после точки [5, с.32].

Структура пояснительной записки

1. Титульный лист
2. Задание на курсовой проект
3. Информативный реферат
4. Содержание
5. Введение
6. Описательная часть
7. Расчетная часть
8. Техника безопасности
9. Заключение
10. Список использованных источников
11. Приложение (если есть)
12. Ведомость графических работ

В «СОДЕРЖАНИИ» Приложение и Ведомость графических работ прописываются без указания страницы, а в при подсчёте листов пояснительной записки они считаются.

|  |
| --- |
|   |

 **Список рекомендуемых источников**

1. Гладких Л.А. Электроснабжение отрасли: учебное пособие /Л.А. Гладких. – Старый Оскол: ТНТ, 2014 -96с.

2. Медведев В.Т. Охрана труда и промышленная экология: учебник для студентов СПО/ В.Т.Медведев, С.Г.Новиков – 5 изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2013.-416с.

3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей/ КноРус, 2013 – 280с.

4. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебное пособие/Ю.Д. Сибикин, М.Ю Сибикин, В.А. Яшков. – Изд. 3-е – М.: ФОРУМ, 2015 – 368с.

5. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие. – Изд. 3-е. М.: ФОРУМ, 2014 – 214с.

6. Шеховцов В.П.. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению / В.П. Шеховцов; - 3-е изд -. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М,, 2016 – 136с.