ОАО «Газпром»

НОУ СПО «Новоуренгойский техникум газовой промышленности»

**УТВЕРЖДЕНО**

Учебно-методическим советом

НОУ СПО «Новоуренгойский

техникум газовой

промышленности»

ОАО «Газпром»

Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Председатель совета

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ П.Ф. Бобр

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

**ОТДЕЛЕНИЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

**К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по **МДК 02.02. Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий**

Специальность: 270483 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

Новый Уренгой

2013

Методические указания и контрольные задания для студентов отделения заочной формы обучения к выполнению домашней контрольной работы разработаны в соответствии с рабочей программой раздела «**Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания**» **ПМ.02**Оргганизация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий , МДК 02.02 «**Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий**» утвержденной заместителем директора П.Ф.Бобром \_\_\_\_\_\_\_\_\_2013 года

Разработчик: Байол Л.В. , преподаватель спецдисциплин НТГП

Данные методические указания и контрольные задания для студентов отделения заочной формы обучения к выполнению домашней контрольной работы являются собственностью © НОУ СПО «Новоуренгойский техникум газовой промышленности» ОАО «Газпром»

Рассмотрены на заседании кафедры ЭТС и рекомендованы к применению

Протокол №\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2013г.

Зав.кафедрой ЭТС Константинова Е.Г.

Зарегистрированы в реестре учебно-методической документации

Регистрационный номер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| **1** Введение | 4 |
| **2** Тематический план. | 6 |
| **3** Содержание и методические указания по изучению дисциплины | 7 |
| **Тема 1** Основные понятия о системах электроснабжения |  |
| **Тема 2** Внутрицеховое электроснабжение |  |
| **Тема 3** Электроснабжение гражданских зданий **Тема 4** Курсовое проектирование |  |
| **4** Перечень практических и лабораторных работ | 13 |
| **5** Литература | 14 |
| **6** Методические указания к выполнению контрольной работы | 16 |
| **7** Задания для контрольной работы | 26 |

**1 Введение**

Программа раздела «**Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания**» **ПМ.02 Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий**, *МДК 02.02«Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий»* предназначена для реализации Федерального государственно стандарта по специальности **270843 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий»** и является единой для всех форм обучения.

 Изучение раздела «**Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания**» МДК 02.02 «**Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий**» позволяет формировать базовые знания для формирования компетенций при расчёте и выборе, проектировании электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

 Изучение раздела основывается на знаниях и умениях полученных студентами при изучении дисциплин : ОДп.03«Физика», ОП.01«Техническая механика», ОП.02«Инженерная графика», ОП.03«Электротехника», ЩП.07«Электрические измерения», МДК 01.01«Электрические машины», МДК01.02 «Электрооборудование промышленных и гражданских зданий» МДК 01.03 «Эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных и гражданских зданий».

 Полученные профессиональные и общие компетенции являются необходимыми для изучения последующих профессиональных модулей.

 Программа разработана согласно требования ФГОС, в процессе освоения раздела позволят сформировать общие и профессиональные компетенции, а также устойчивый интерес к профессии.

 Программой раздела предусматривается изучение режимов работы нейтрали электрический сети, требования к надёжности электроснабжения и качеству электроэнергии; расчёта электрических нагрузок различными методами; расчёта и выбора электрооборудования, с учётом проверки их на термическую и динамическую устойчивость к токам короткого замыкания.

По учебному плану изучение данной дисциплины предусматривает проведение обзорных занятий и практических и лабораторных работ в период лабораторно-экзаменационной сессии и межсессионных консультаций. Большая часть теоретического материала подлежит самостоятельному изучению студентами-заочниками, и в качестве одной из форм самостоятельной работы студентов предусмотрено выполнение домашней контрольной работы, включающей задания практического характера, работа над курсовым проектом. Практические работы предназначены для углубленного изучения теоретического материала и получения практических навыков и умений при расчёте, выборе и проектировании электрооборудования системы электроснабжения объектов .

В качестве итогового контроля знаний предусматривается экзамен и защита курсового проекта.

 Контрольные задания разработаны в соответствии с действующей программой междисциплинарного курса, утвержденной зам.директора НОУ СПО НТГП.

В результате выполнения контрольных заданий, практических , лабораторных работ и изучения теоретической части дисциплины студент должен

***иметь практический опыт:***

участия в проектировании электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

***знать :***

- основные методы расчета и условия выбора электрооборудования;

- правила оформления текстовых и графических документов

 ***уметь :***

выполнять расчет электрических нагрузок;

- осуществлять выбор электрооборудования на разных уровнях напряжения;

***а также сформировать элементы профессиональных компетенций:***

ПК2.1.Организовывать и производить монтаж силового электрооборудования промышленных и гражданских зданий соблюдением технологической последовательности.

ПК2.2.Организовывать и производить монтаж осветительного электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности.

ПК2.3.Организовывать и производить наладку и испытания устройств электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

ПК2.4.Участвовать в проектировании силового и осветительного электрооборудования.

***и общих компетенций:***

* ОК 1 понимать сущность и профессиональную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
* ОК 2 организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
* ОК 6 работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;
* ОК 7 брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий;
* ОК 8 самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

 Цель методических указаний – оказать помощь студентам –заочникам при выполнении домашней контрольной работы и изучении теоретического курса дисциплины, подготовки к выполнению лабораторного и практического практикума по разделу «Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания» МДК 02.02 «Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий»

2 Тематический план

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Кол-во ауд.часов при очной форме обучения |
| всего | Практич. и лаб.занятий |
| Введение | 2 |  |
| **Раздел 1 Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания****Тема 1** Основные понятия о системах электроснабжения | 14 | 2 |
| **Тема 2** Внутрицеховое электроснабжение | 60 | 40 |
| **Тема 3** Электроснабжение гражданских зданий **Тема 4** Курсовое проектирование | 830 | 2 |
| Всего | 114 |  |
|  |  |  |

**3 Содержание и методические указания по изучению дисциплины**

**Введение [1 §1.1; 7 стр.9-12 4 п.1.2]**

Цели и задачи раздела «**Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания**» и связь с профессиональной деятельностью. Роль и значение энергетики в экономике страны.

**Вопросы для самопроверки :**

1. Назначение трансформаторной подстанции.

2.Назначение электротеплоэнергетики?

3. .Перечислите электрооборудование трансформаторной подстанции?

4 Перечислите электроприёмники жилищно-бытового комплекса.

5. Перечислите электрооборудование технологических цехов

**Тема 1 Основные понятия о системах электроснабжения**

**[1§1.2-1.5,5.1-5.4 7 §1.1; 4 п.1.7.1-1.7.6, п 1.2.11; 7§ 1.8, 2.1; 4д г.2]**

Определение основных элементов системы электроснабжения. Шкала номинальных напряжений. Определение основных элементов энергетической системы: электрическая сеть, электрические подстанции, приемники электрической энергии, условные обозначения в системах электроснабжения.

 Режимы работы нейтрали электрической сети. Область применения согласно требованиям ПУЭ. Схемы соединения обмоток трансформаторов. Режимы работы нейтрали трансформаторов и особенности сетей с глухо-заземленной и изолированной нейтралями. Принцип выбора режима работы нейтрали различных напряжений.

Общие сведения об электрооборудовании промышленных и гражданских зданий .Основные потребители электроэнергии. Классификация электроприемников; характеристика и режимы их работы. Понятие номинальной и установленной мощности. Приведение мощности электроприемников работающих в повторно-кратковременном режиме к мощности длительного режима работы.

 Графики электрических нагрузок. Назначение и виды графиков нагрузки: индивидуальные, суточные, годовые. Основные величины и коэффициенты, характеризующие работу электроприемников и их определение при помощи графиков электрических нагрузок.

Понятие о надежности электроснабжения и качестве электроэнергии. Категории электроприёмнников и обеспечение надёжности электроснабжения. Основные принципы электроснабжения электроприемников различных категорий. Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. ГОСТ 13109-99. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Отклонение частоты и причины его возникновения. Отклонение, колебание, несинусоидальность, несимметрия и провалы напряжения. Импульсное напряжение. Временное перенапряжение.

 Схемы внутреннего электроснабжения. Общие требования при проектировании. Основные сведения о распределении электроэнергии. Понятие внутреннего электроснабжения и схем внутреннего электроснабжения. Общие требования ПУЭ при проектировании систем электроснабжения .Требования СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» предъявляемые к схемам и электрооборудованию гражданских зданий. ПУЭ 4.1. Распределительные устройства в сетях до 1кВ: силовые пункты, шинопроводы, вводно-распределительные устройства

**Вопросы для самопроверки :**

1. Основные задачи СЭС
2. Основные элементы энергетической системы
3. Категории надёжности электроснабжения
4. Показатели качества электроэнергии
5. Причины возникновения отклонения и колебания частоты
6. Причины возникновения отклонения и колебания напряжения
7. Что такое доза фликера
8. Как влияет качество электроэнергии на работу электроприемников
9. Режимы работы нейтрали электрической цепи
10. Какие требования предъявляет ПУЭ к режимам работы нейтрали
11. Графики электрических нагрузок, способы расчёта нагрузки
12. Условия выбора сечения кабельной линии

13. Устройство, распределительных пунктов напряжением до 1 кВ,

**Тема 2 Внутрицеховое электроснабжение**

 **[ 4 п 2.1.2 – 2.1.11, п.1.2.23 п. 2.1.31. – 2.1.51, 3.1.14-3.1.19 ,п. 4.2.112., 4.2.121.,4.2.122., 4.2.123; 4д г.3; 5д 2.3-2.11; 7 §1.9.2, 3.1-3.3]**

Устройство и конструктивное выполнение сетей до 1 кВ. Виды электрических сетей: питающие и распределительные. Основные понятия об электропроводках. Конструктивное выполнение электрических проводок: открытой, скрытой, выполненной проводами и кабелями.

Схемы электроснабжения: радиальные, магистральные, смешанные. Их достоинства и недостатки. Распределительные устройства в сетях до 1 кВ: силовые пункты, шинопроводы, вводно-распределительные устройства.

Выбор способа прокладки силовой сети. Влияние условий окружающей среды на выбор способа прокладки проводов и кабелей. Выбор способа прокладки проводов и кабелей согласно требованиям ПУЭ (

Расчет электрических нагрузок в электроустановках напряжением до 1кВ. Назначение расчетов электрических нагрузок. Понятие и определение расчетной и средней нагрузок. Методы расчета электрических нагрузок в электроустановках напряжением до 1кВ (упорядоченных диаграмм, удельной нагрузки, по удельному расходу электроэнергии, метод коэффициента спроса). Расчет электрических нагрузок от однофазных электроприемников (ЭП).

Системы электроосвещения промышленных зданий. Источники света электрического освещения и светильники. Системы освещения (общее, местное и комбинированное) и виды освещения (рабочее и аварийное). Требования к устройству аварийного освещения. Нормы освещенности согласно СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение».

Расчет установленного освещения методом удельной мощности. Основные схемы осветительных электрических сетей промышленного предприятия (питающая, распределительная и групповая).

Расчет и выбор сечений проводников по нагреву . Нагрев проводников электрическим током при различных режима работы электроприемников. Предельно допустимые температуры нагрева проводников; поправочные коэффициенты на температуру среды и на количество работающих кабелей в одной траншее. Условия выбора сечений проводников по длительно допустимому току при различных режимах работы электроприемников.

Защита электрических сетей до 1 кВ Устройство и принцип действия автоматических выключателей, предохранителей. Различные виды и типы защитных аппаратов и их технические характеристики. Понятие о селективности (избирательности) срабатывания защиты. Определение пикового тока для электроустановок. Алгоритм расчетов и выбора защитных аппаратов. Выбор места установки аппаратов защиты согласно требованиям ПУЭ

 Потери напряжения в электрических сетях напряжением до 1 кВ

Понятие об отклонении, колебании, падении, потерях напряжения в электрических сетях напряжением до 1 кВ. Предельное значение отклонений напряжений от номинального для электроприемников и электрических сетей. Момент нагрузки. Расчет сетей по потере напряжения с равномерной и неравномерной нагрузкой для силовой и осветительной сети.

Регулирование напряжения. Компенсация реактивной мощности. Необходимость регулирования напряжения в электрических сетях и системах. Требования к уровням напряжения ПУЭ ().Способы и средства регулирования напряжения: стабилизация напряжения, встречное регулирование. Реактивная мощность, коэффициент мощности (cos ϕ) и их физический смысл. Основные потребители реактивной мощности. Необходимость в увеличении коэффициента мощности (cos ϕ). Естественная и искусственная компенсация. Компенсирующие устройства: диаграмма работы, автоматическое регулирование мощности, размещение и маркировка. Расчет мощности компенсирующих установок. Требования ПУЭ к выбору и размещению устройств компенсации реактивной мощности (п.1.2.24).

Цеховые трансформаторные подстанции

Назначение и виды трансформаторных подстанций. Конструкция и схемы комплектных трансформаторных подстанций (КТП) для различных категорий электроприемников. Основное электрооборудование трансформаторных подстанций (

Понятие центра электрических нагрузок. Расчет центра электрических нагрузок цеха. Выбор местоположения цеховой трансформаторной подстанции с учетом влияния технологического процесса, центра электрических нагрузок и условий окружающей среды.

Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях Характеристика электрических нагрузок. Выбор количества трансформаторов на подстанции по условиям надежности электроснабжения. Коэффициент загрузки трансформаторов в рабочем и аварийном режимах. Расчет мощности трансформаторов.

Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ. Виды коротких замыканий. Физическая сущность процесса КЗ. Причины, последствия и способы устранения КЗ. Методика расчетов токов КЗ. Электродинамическое и термическое действия токов КЗ и последствия этих воздействий на электрооборудование. Способы ограничения токов короткого замыкания.

Выбор электрических аппаратов по условиям короткого замыкания Необходимость проверки токоведущих частей и аппаратов на действие токов К.З. ПУЭ 1.4 Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания. Алгоритм проверки выбора токоведущих частей и аппаратов по токам К.З. Ограничение токов К.З. Токоограничивающие реакторы, принцип их действия и включение в сеть

Защитное заземление и зануление в электроустановках.Назначение и устройство защитных заземлений в сетях с изолированной нейтралью и защитных занулений в сетях с глухозаземленной нейтралью. Принцип действия защитного заземления. Конструктивное выполнение заземляющих устройств. Устройство защитного отключения (УЗО). Расчет заземляющего устройства подстанции 6 – 10/0,4 кВ. ГОСТ Р 50571.3-94 Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Конструктивное выполнение распределительных сетей
2. Достоинство и недостатки радиальных и магистральных схем
3. Методы расчёта электрической нагрузки
4. Методы расчёта осветительной нагрузки
5. Условия выбора защитной аппаратуры в электрических цепях напряжением до 1кВ
6. Условия выбора сечения токопроводящей жилы
7. Перечислите потери электроэнергии в СЭС
8. Что такое cosφ
9. Потери электроэнергии в трансформаторах, причины и способы их снижения
10. Потери электроэнергии в линии и пути их снижения
11. Назначение компенсирующего устройства
12. Условия выбора компенсирующего устройства
13. Условия выбора числа и мощности силового трасформатора
14. Условия выбора электрооборудования с проверкой на устойчивость к токам короткого замыкания
15. Типы и оборудование цеховых подстанций.
16. Виды коротких замыканий в электроустановках.
17. Расчет токов короткого замыкания различными методами:
* в относительных единицах;
* в именованных единицах;
* по расчетным кривым.
1. Термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания

 на электроустановки

1. Заземление электроустановок. Требования ПУЭ к заземлению.
2. Зануление электроустановок. Требования ПУЭ к занулению.
3. Особенности заземления электроустановок в условиях Крайнего Севера
4. Общие сведения о релейной защите, требования к ней.
5. Типы реле.
6. Виды защит: максимальная токовая защита, токовая отсечка, дифференциальная токовая защита, защита от замыканий на землю

**Тема 3 Электроснабжение гражданских зданий**

 **[ 6 §2.1-2.5; 2д г.10; 4 г. 7.1]**

Расчет электрических нагрузок гражданских зданий. Общие положения по расчету электрических нагрузок. Определение расчетных нагрузок общественных зданий методом коэффициента спроса с учетом рекомендаций СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий». Определение расчетных электрических нагрузок от однофазных электроприемников. Методика выполнения расчетов.

Расчет силовых и осветительных сетей гражданских зданий. Выбор электрооборудования, проводов и кабелей гражданских зданий. Устройство и схемы внутриквартирных электрических сетей и внутренних сетей жилых и общественных зданий. Требования ПУЭ к электрическим сетям жилых и общественных зданий . Расчет и выбор внутриквартирных электрических сетей. Расчет осветительных сетей гражданских зданий.

 Компенсация реактивной мощности для потребителей жилых и общественных зданий. Схемы электрических сетей гражданских зданий. Защита внутренних электрических сетей напряжением до 1 кВ в жилых и общественных зданиях.

**Вопросы для самопроверки :**

1 Методы определения электрических нагрузок гражданских зданий

2 Условия выбора электрооборудования

3 Условия выбора сечения проводов и кабелей

4 Категории надёжности электроснабжения электроприёмников гражданских зданий

5 Выбор схемы электроснабжения микрорайона

6 Определение места расположения трансформаторной подстанции

**4 Курсовое проектирование[ 4д, 5д, 8д]**

Курсовое проектирование предназначено закрепить и систематизировать знания студентов по дисциплине, развить их навыки в самостоятельной работе и в применении теоретических знаний при решении вопросов производственно-технического характера.

**Тематика курсовых проектов**

1 Электроснабжение цеха предприятия.

2. Электроснабжение микрорайона города.

3. Электроснабжение газового промысла.

4. Электроснабжение компрессорного цеха.

**Содержание пояснительной записки**

Введение

1 Характеристика объекта, категории потребителей, выбор схемы электроснабжения

2 Компенсация реактивной мощности

3Расчет и выбор трансформаторов

4Расчет токов короткого замыкания

5Выбор питающей линии электроснабжения

6Выбор основного электрооборудования ПС

Содержание графической части

1. Схема электрическая принципиальная электроснабжения

2. План подстанции

###### **Перечень практических и лабораторных работ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****работы** | **Наименование работы** | **Кол-во часов** |
| **Практические занятия**  |  |
| 1 | Расчет мощности ЭП цеха с различными режимами работы | 4 |
| 2 | Расчёт и выбор сечения проводников по нагреву | 2 |
| 3 | Расчёт электрических нагрузок методом коэффициента максимума | 2 |
| 4 | Расчет мощности электроприёмников силового оборудования и осветительной сети по методу удельной мощности | 2 |
| 5 | Выбор аппаратов защиты электрических сетей до 1кВ | 2 |
| 6 | Расчёт и выбор вводного аппарата силового щита и выполнение однолинейной электрической принципиальной схемы щита силовой сборки | 4 |
| 7 | Расчёт и выбор компенсирующего устройства | 2 |
| 8 | Выбор числа и мощность силовых трансформаторов на подстанции  | 2 |
| 9 | Расчёт токов короткого замыкания в сетях до 1 кВ | 2 |
| 10 | Расчёт токов короткого замыкания в сетях выше 1 кВ | 2 |
| 11 | Выбор электрооборудования и токоведущих частей | 4 |
| 12 | Расчёт и выбор шинопроводов | 4 |
| 13 |  Выполнение электрических принципиальных схем с электроснабжения цеха | 4 |
| 14 | Расчет электрических нагрузок микрорайона . Определение места расположения трансформаторной подстанции в микрорайоне | 4 |
| 15 | **Лабораторная работа** Максимальная токовая защита линии электропередачи с односторонним питанием | 4 |
|  | **Итого**  | 44 |

**5 Литература:**

**Основная :**

1 Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб.пособие. М.: КНОРУС, 2011. 368 с.

2 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности)при эксплуатации электроустановок. М.: КНОРУС,2012.168с.

3 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М.: КНОРУС, 2011. 280с.

4 Правила устройства электроустановок. 6-е . и 7-е изд. с изм. и доп. М.: КНОРУС, 2011. 488 с.

5 Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ. М.: 2008г

6Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения (справочник). М.: Форум-Инфра. 2010г. 480с

7Щербаков Е.Ф, Александров Д.С, Дубов А.А. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях. М.: 2010-496с

**Дополнительная :**

1 Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок./ Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., ., Яшков В.А. М.: Высшая школа 2001 .

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов, М., Энергоатомиздат, 1996
2. Электротехнический справочник Том 2/ по общ.ред. профессоров МЭИ В.Г.Герасимов и др. –М.: Издательство МЭИ 2001г
3. Коновалова Л.Л. Электроснабжение промышленных предприятий и установок./ Коновалова Л.Л. Рожкова Л.Д. -М.:Энергоатомиздат,1989г.
4. Липкин Б.Ю. Соколова В.И. Электроснабжение промышленных предприятий и установок -М.: Высшая школа, 1990г.
5. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. М.: Форум-инфра-М, 2004
6. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, СПб., 2003.
7. Методическое указание по курсовому проектированию

# **Нормативно-технические документы**

1ГОСТР 50571.10-96 Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства и защитные проводники.

2 ГОСТ 21128-83 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В.

1. ГОСТ 721-77 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения выше 1000 В.
2. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к тестовым документам.
4. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Общие требования к чертежам.
5. ГОСТ 27322-87 Энергобаланс промышленного предприятия. Общее положение.
6. ГОСТ.Р. 50571-97 Электроустановки зданий.
7. СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»
8. ГОСТ 29322-92 «Стандартные напряжения».
9. ГОСТ Р МЭК 449-96 «Электроустановки зданий. Диапазоны напряжений».

12 ГОСТ 13109-99. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

1. **Методические указания к выполнению контрольной работы**

 Выполнение контрольной работы – это один из основных видов самостоятельной работы студента-заочника, позволяющих освоить программу учебной дисциплины.

Задание на контрольную работу состоит из четырех задач. При выполнении работы предусматривается расчёт электрических нагрузок, расчёт токов короткого замыкания, выбор электрооборудование трансформаторной подстанции и проверка его на устойчивость к токам короткого замыкания. Выполнение контрольной работы рекомендуется проводить в следующем порядке :

* прочесть задания, определить, к какой теме раздела оно относится;
* подобрать необходимые первоисточники по данному вопросу;
* систематизировать имеющуюся информацию;
* продумать последовательность расчетов и провести их;
* проанализировать полученные результаты.

При оформлении контрольной работы необходимо обращать внимание на требования действующего ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», «Методические рекомендации по оформлению курсовых и дипломных проектов», НТГП, 2000.

При решении задач необходимо :

* правильно оформить графики. Оси координат должны быть обозначены, на осях проставлены масштабные деления и их цифровые значения; чертить графики необходимо на клетчатой или миллиметровой бумаге;
* схемы чертить в соответствии с действующими стандартами на буквенные и графические обозначения элементов схем (схемы можно выполнить в графическом редакторе на компьютере);
* список литературы должен быть приведен в конце контрольной работы; при выполнении работы должны быть приведены ссылки на использованную литературу;
* расчеты должны быть сведены в таблицы;
* все расчеты производить в системе СИ;
* применение ксерокопий в контрольной работе не допускаются.

Все задачи и расчеты должны выполняться с подробными пояснениями и ссылками на литературу.

Контрольные задания разработаны на **30** вариантов. Номер варианта задания должен быть кратным 30 по отношению к двум последним цифрам шифра студента. С 1 по 30 номера шифров совпадают с вариантами заданий. При большем значении шифра вариант выбирается следующим образом: Например, № шифра 49, 49-30=19; остаток 19. Из этого следует что номер варианта задания 19.

Контрольные работы, выполненные небрежно, с нарушениями предъявляемых требований, и несоответствующие заданному варианту, не зачитываются.

Этот расчет необходимо вести с использованием типового графика для указанного потребителя из **[4д ],** рисунок 2.8

**6.1 Расчет параметров графика**

 Этот расчет необходимо вести с использованием типового графика для указанного потребителя из **[4д]** рисунок 2.8 для активной мощности (Р). Формула для расчета потребления электроэнергии за сутки

100%

4

90

10

20

30

40

50%

60

70

80

8

12

16

20

24

Р,%

t,час

t2

t1

P5

t 3

t 4

t 5

P1

P2

P3

P4

Рисунок 1

Wсут =  (1)

Pi - значение мощности одной ступени (Р1…Рн), %

ti – время использования мощности для ступени, час

Рср - среднее значение мощности, %

Рср =  (2)

где Рmax = 100% - максимальная мощность;

 (3)

Тmax = 365∙tmax сут (4)

гдеТmax – время использования максимальной мощности за год, час

τmax = 8760 (5)

гдеτmax – время максимальных потерь мощности за год, час;

tmax сут – число часов использования максимальной нагрузки за сутки, ч.

 **6**.**2 Расчет электрической нагрузки для группы потребителей методом**

**коэффициента максимума**

Расчет производится по следующей методике. Весь расчет сводится в таблицу 1 с последующим заполнением этой таблицы.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n∙PномкВт | Ки | cos ϕ | tg ϕ | Рср кВт | Qср квар | М | Ки уз | nэф | Kmax | Pmax кВт  | Qmax квар | Smax кВА |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**.1** По исходным данным находим суммарную мощность и суммарное количество ЭП. ∑Рном = ∑(Рном i ∙ n i);

**2**  Рассчитывается число силовой сборки:

m = (6)

**3** Определяем среднюю активную нагрузку за наиболее загруженную смену

Рср = Ки ∙ м(Рном i ∙ n i); (7)

Qcр = Рср ∙ tg φ (8)

где: Ки - коэффициент использования.

**4** Определяется суммарные Рср и Qср

РсрΣ = , кВт (9)

QсрΣ = , квар (10)

**5** Определяется средневзвешенные значения коэффициента использования узла

Ки уз =  (11)

**6** Определяется эффективное число электроприемников по условию :

при m>3 и Ки≥0,2

nэ =  (12)

Если полученное nэ окажется больше действительного числа ЭП, то следует принимать nэ=n.

Для остальных случаев

nэ =  (13)

**7** В зависимости от Ки уз и nэ определяется по таблице 2.3 [4д] или по рисунку 2.6 [4д] коэффициент максимума Км.

**8** С учетом Км рассчитываются активная максимальная мощность , кВт, по формуле

Рр = Км ∙ РсмΣ, (14)

**9**Определяется расчетную реактивную мощность, квар:

Qp= К\м ∙ QcmΣ (15)

где: К\м - коэффициент максимума реактивной мощности, равной:

 К\м =1,1 при Ки<0,2 и nэ <100, а также при Ки >0,2 и nэ<10.

В остальных случаях К\м =1.

**10** Рассчитывается полная максимальная мощность, кВА:

Sp = √Рр2 + Qp2 (16)

**11** При nэ>200 и любых значениях Ки, а также при Ки>0,8 и любых значениях nэ допускается расчетную нагрузку принимать равной средней за наиболее загруженную смену:

Рр=РсмΣ

Qp= QcmΣ

**12** Для мощных ЭП ( Рном=200 кВт и более) можно принять

Рр = Рсм = Ки \* Рном (17)

6.3 Расчет электрических нагрузок методом коэффициента спроса

Расчет сводятся в таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n\*PномкВт | cos ϕ | Кспр | tg ϕ | Ррасч кВт | Qрасчквар | Sрасч кВА | Uном кВ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**1** По заданному значению коэффициента мощности (cos ϕ) определяется коэффициент реактивной мощности (tg ϕ).

 **2** Определяются значения расчетных мощностей:

Ррасч = (n ∙ Pном) ∙ Кспр, (18)

Qрасч = Ррасч ∙ tg ϕ, квар (19)

Sрасч = , кВА (20)

**3** Полная суммарная мощность всех потребителей находится путем суммирования данных последней графы таблицы 2.

**6.4 Выбор сечения проводника с проверкой по экономической плотности тока и по потере напряжения**

По заданной марке двигателя из справочников выбрать его технические параметры : Рном,кВт; Uном,кВ; Iном,А; cosϕном, ηном, Кп.

**1** Вычертить схему подключения двигателя или распределительного пункта (рисунок 2) согласно задания

QF

~

М

ℓ

КЛ

ЩСУ

Обозначения:

ЩСУ – щит силовой, QF – автоматический выключатель, КЛ – кабельная линия, S - рубильник, FU – плавкий предохранитель, M - двигатель, lКЛ – длина кабельной линии, км.

Рисунок 2

**2** Определяется расчетный ток в линии по исходным данным.

а) для двигателей, работающих в продолжительном режиме

 Ip =  (21)

где Рном - номинальная мощность электродвигателя, кВт;

 cos ϕном  - коэффициент мощности двигателя;

ηном - КПД двигателя.

б) для двигателей, работающих в повторно-кратовременном режиме расчётный ток определяется по формуле:

 Ip =  , А (22)

где Iпв - ток повторно-краковременного режима, определяемого по формуле (21),А;

ПВ - продолжительность включения справочные данные;

0,875- коэффициент запаса.

в) для трансформатора:

Ip =  ,А (23)

г) для трехфазной осветительной сети

 Ip =  , А (24)

где: Ро - суммарная активная мощность осветительной сети, кВт;

Uном.ф - номинальное напряжение, кВ.

**3** С учетом номинального напряжения, технологического процесса и условий окружающей среды намечается марка провода или кабеля.

**4** Определяется поправочные коэффициенты:

Кт - поправочный коэффициент на температуру земли и воздуха, приведенный в таблице 1.3.3. [4];

Кg - поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом, приведен в таблице1.3.26 [4].

**5**Определяется сечение провода, по условию:

Iр < Iд.доп. Кт Кп (25)

где: Iд.доп .- ток длительно допустимый, приведенный в таблице [3]1.3.4.-1.3. для нормальных условий прокладки проводников температура воздуха +25 С; температура земли +15 С.

**6** Проверяется выбранный кабель по потере напряжения в линии. Для этого рассчитывается величина расчетной потери напряжения в линии.

Для силовой нагрузки

ΔUрасч =  (26)

где ℓ - длина линии, км;

Uном - номинальное напряжение, В;

rол, хол - удельное активное и индуктивное сопротивления для выбранной марки проводника, Ом/км, взятые из таблицы П 2.1, П 2.2, П 2.3. [4д] .

cos ϕ - коэффициент мощности потребителя;

sin ϕ => ϕ => cos ϕ

sin ϕ= 

**7.** Проводник проходит по потере напряжения, если выполняется условие: ΔUрасч% ≤ ΔUдоп ≤ 5%

Если условие не выполняется, то необходимо взять проводник большего сечения, пока не выполнится требуемое условие.

**8** Из таблицы П.1.2 [4д] определяется экономическая плотность тока (jэк) для проверки проводника по экономической плотности тока.

Рассчитывается экономически выгодное сечение и сравнивается с выбранным

Sэк =  (27)

**9** Условие проверки:

-

Sэк = Sвыбр (стандартное)

Окончательно выбирается марка и сечение проводника, если он проходит по всем условиям проверки.

**6.5 Выбор защитных аппаратов для двигателей и сети до 1 кВ**

**1** Условия выбора предохранителей (FU) для различных нагрузок. Для одиночного электродвигателя

1. U установки ≤ U ном FU
2. Iраб = IНОМ .ДВ ≤ Iном  FU

3) ≤ Iуст FU

где Uhom FU, I HOM FU - номинальные напряжения и ток предохранителя.

Iпуск - пусковой ток двигателя, равен I пуск=Кп\*1ном дв

 Кп - коэффициент пуска, КП = (5-7);

α - коэффициент кратности,

принимается равным α = (1,6-2) при нормальном и легком пуске двигателей и α = (2-2, 5) при тяжелом и затяжном пусках.

 Iycт FU - уставка срабатывания двигателя.

Для группы электродвигателей или смешанной нагрузки

1. U установки ≤ U ном FU

2) Ipaб = Ihom ≤ I ном FU

3) 

где Iкр - кратковременный максимальный ток на рассматриваемом участке, равный сумме пускового тока двигателя с максимальной мощностью и рабочих токов остальных потребителей.

 α =2,5.

Для осветительной нагрузки

1) Uустановки ≤ Uном FU

2) Iраб ≤ Iном FU

3) Iраб ≤ I уст FU

**2**Условия выбора автоматических выключателей (QF) для различных нагрузок.

Для одиночного электродвигателя

1) Uустановки ≤ Uном QF

2) Iраб = Iном дв ≤ Iном QF

3) 1,25 I пуск дв ≤ I уст расц QF

где I уст расц QF - ток уставки срабатывания расцепителя автомата, А.

Для группы электродвигателей или смешанной нагрузки

1) Uустановки ≤ Uном QF

2) Iраб = ≤ Iном QF

3) 1,25 I кр ≤ I уст расц QF

Для осветительной сети:

1) Uустановки ≤ Uном QF

2) Iраб = Iном дв ≤ Iном QF

 3) 1,25 I пуск дв ≤ I уст расц QF

* 1. **Расчет мощности компенсирующего устройства с выбором типа и**

**конденсаторов**

**1** По исходным данным индивидуального задания определить требуемую

мощность компенсирующего устройства(КУ), используя формулы, известные из курса ОП.03 Электротехника

Рmах - максимальная активная мощность потребителей, кВт; (14)

Qmax - максимальная реактивная мощность потребителей до установки КУ, квар (15);

Qэ -эффективная реактивная мощность потребителей после установки КУ, квар.

cos φ max *-* коэффициент мощности до установки КУ;

 *tg* φ э - тангенс угла, соответствующего коэффициенту мощности после

установки КУ.

****  (28)

Рассчитывается полная мощность, кВА по формуле (16)

Определяется коэффициент мощности по формуле

**** (29)

 Величина требуемой мощности компенсирующего устройства определяется по формуле, квар:

 (30)

**2** По таблице 5.1 [4д] или по справочным таблицам [3д] выбирается батарея статических конденсаторов для компенсации реактивной мощности по условию:



где: QКУном – номинальная мощность выбранной батареи конденсаторов, квар;

**3** Определяется полная мощность потребителей после установки конденсаторов для компенсации реактивной мощности, кВА:

 (31)

**.4** Рассчитывается истинный коэффициент мощности после установки КУ:

 (32)

**5** Используя литературу [4д], , вычертитt схему подключения батареи конденсаторов к шинам потребителей, а также векторную диаграмму мощностей в масштабе.

φmax

Smax

S max

Qmax

Qку ном

Qэ

Qку ном

Qmax

Рmax

φэ

У

х

Рисунок 3

**6** Укажите, для чего необходима установка в батарее конденсаторов разрядного сопротивления.

1. Задание на контрольную работу

*Задание 1*

Привести годовой график по продолжительности активной нагрузки для предприятия указанного в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| № вар. | Наименование предприятия отрасли |
| 1 | Угледобыча |
| 2 | Нефтепереработки |
| 3 | Торфоразработки |
| 4 | Черной металлургии |
| 5 | Цветной металлургии |
| 6 | Химии |
| 7 | Тяжелое машиностроение |
| 8 | Ремонтно-механический завод |
| 9 | Станкостроительный завод |
| 10 | Автомобильный завод |
| 11 | Деревообрабатывающий завод |
| 12 | Легкая промышленность |
| 13 | Прядильно-ткацкая фабрика |
| 14 | Печатная фабрика |
| 15 | Пищевая промышленность |
| 16 | Полиграфический комбинат |
| 17 | Газоперерабатывающий завод |
| 18 | Типография  |
| 19 | Доменный цех |
| 20 | Ткацкая фабрика |
| 21 | Алюминиевый завод |
| 22 | Горная промышленность |
| 23 | Нефтепереработка  |
| 24 | Хлебозавод  |
| 25 | Завод тяжелого машиностроения |
| 26 | Легкая промышленность |
| 27 | Станкостроение  |
| 28 | Угольная шахта |
| 29 | Черной металлургии |
| 30 | Кондитерская фабрика |

Определить: Тmax – число часов использования максимума нагрузки в год, в часах;

 Р ср – средняя нагрузка, в процентах;

 τ max – время максимальных потерь в год, в часах.

***Задание 2***

Рассчитать суммарную максимальную мощность группы потребителей при следующих исходных данных методом коэффициента максимума для ТП – 10/0,4 кВ.

###### Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cos φ |
| 1 | 25\*95 | 0,15 | 0,6 |
|  | 12\*82 | 0,18 | 0,5 |
|  | 10\*120 | 0,22 | 0,8 |
|  | 25\*22 | 0,12 | 0,5 |
|  | 4\*250 | 0,16 | 0,82 |
| 2 | 20\*75 | 0,15 | 0,6 |
|  | 10\*75 | 0,17 | 0,8 |
|  | 3\*36 | 0,2 | 0,5 |
|  | 18\*66,7 | 0,18 | 0,8 |
|  | 32\*115 | 0,16 | 0,7 |
| 3 | 11\*51,6 | 0,25 | 0,65 |
|  | 15\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*52 | 0,65 | 0,75 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,9 |
|  | 18\*250 | 0,72 | 0,62 |
| 4 | 15\*150 | 0,8 | 0,8 |
|  | 8\*15 | 0,7 | 0,8 |
|  | 1\*50 | 0,9 | 0,6 |
|  | 20\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 42\*115 | 0,6 | 0,75 |
| 5 | 11\*51,6 | 0,25 | 0,65 |
|  | 15\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*52 | 0,75 | 0,8 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,85 |
|  | 8\*12 | 0,65 | 0,78 |
| 6 | 5\*51,6 | 0,15 | 0,85 |
|  | 3\*280 | 0,2 | 0,65 |
|  | 2\*120 | 0,2 | 0,8 |
|  | 28\*45 | 0,17 | 0,5 |
|  | 32\*88 | 0,16 | 0,75 |

## Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cos φ |
| 7 | 205\*5 | 0,8 | 0,6 |
|  | 175\*8 | 0,82 | 0,72 |
|  | 200\*11 | 0,63 | 0,88 |
|  | 25\*24 | 0,48 | 0,68 |
|  | 17\*17 | 0,55 | 0,55 |
| 8 | 20\*75 | 0,15 | 0,6 |
|  | 10\*75 | 0,17 | 0,8 |
|  | 3\*36 | 0,2 | 0,5 |
|  | 18\*85 | 0,18 | 0,85 |
|  | 72\*17,5 | 0,14 | 0,92 |
| 9 | 18\*150 | 0,7 | 0,8 |
|  | 9\*18 | 0,7  | 0,8 |
|  | 1\*75 | 0,5 | 0,6 |
|  | 25\*22 | 0,6 | 0,9 |
|  | 98\*15 | 0,82 | 0,78 |
| 10 | 15\*150 | 0,8 | 0,8 |
|  | 8\*15 | 0,4 | 0,8 |
|  | 1\*50 | 0,4 | 0,6 |
|  | 20\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 28\*75 | 0,6 | 0,72 |
| 11 | 11\*51,6 | 0,15 | 0,5 |
|  | 15\*45 | 0,6 | 0,75 |
|  | 12\*52 | 0,7 | 0,8 |
|  | 3\*48 | 0,5 | 0,78 |
|  | 48\*117 | 0,7 | 0,68 |
| 12 | 62\*50 | 0,2 | 0,75 |
|  | 2\*35 | 0,7 | 0,95 |
|  | 3\*135 | 0,35 | 0,5 |
|  | 2\*220 | 0,3 | 0,8 |
|  | 8\*112 | 0,52 | 0,72 |
| 13 | 17\*95 | 0,15 | 0,75 |
|  | 12\*82 | 0,4 | 0,8 |
|  | 10\*120 | 0,5 | 0,85 |
|  | 25\*2,2 | 0,12 | 0,5 |
|  | 42\*85 | 0,17 | 0,78 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cos φ |
| 14 | 62\*55 | 0,25 | 0,65 |
|  | 2\*48 | 0,7 | 0,95 |
|  | 3\*115 | 035 | 0,5 |
|  | 2\*210 | 0,3 | 0,8 |
|  | 8\*120 | 0,45 | 0,75 |
| 15 | 15\*150 | 0,2 | 0,65 |
|  | 15\*51 | 0,25 | 0,65 |
|  | 10\*25 | 0,8 | 1 |
|  | 3\*18 | 0,75 | 0,8 |
|  | 28\*42 | 0,62 | 0,7 |
| 16 | 35\*80 | 0,6 | 0,5 |
|  | 12\*90 | 0,35 | 0,8 |
|  | 15\*200 | 0,22 | 0,86 |
|  | 25\*12,5 | 0,15 | 0,5 |
|  | 4\*500 | 0,12 | 0,88 |
| 17 | 14\*200 | 0,15 | 0,86 |
|  | 20\*75 | 0,17 | 0,88 |
|  | 3\*36 | 0,2 | 0,5 |
|  | 28\*66,7 | 0,18 | 0,86 |
|  | 2\*115 | 0,16 | 0,7 |
| 18 | 11\*12,5 | 0,25 | 0,85 |
|  | 25\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*37 | 0,65 | 0,85 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,9 |
|  | 18\*250 | 0,72 | 0,86 |
| 19 | 5\*200 | 0,8 | 0,8 |
|  | 6\*15 | 0,7 | 0,8 |
|  | 4\*50 | 0,9 | 0,6 |
|  | 20\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 2\*115 | 0,6 | 0,75 |
| 20 | 10\*46 | 0,25 | 0,65 |
|  | 15\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*32 | 0,75 | 0,88 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,85 |
|  | 18\*12,5 | 0,65 | 0,78 |
| 21 | 5\*51,6 | 0,15 | 0,85 |
|  | 3\*280 | 0,2 | 0,65 |
|  | 2\*120 | 0,2 | 0,8 |
|  | 28\*45 | 0,17 | 0,5 |
|  | 32\*88 | 0,16 | 0,75 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cos φ |
| 22 | 20\*15 | 0,8 | 0,6 |
|  | 75\*12,5 | 0,82 | 0,72 |
|  | 11\*200 | 0,63 | 0,88 |
|  | 20\*32 | 0,48 | 0,86 |
|  | 40\*7,5 | 0,55 | 0,55 |
| 23 | 20\*5 | 0,15 | 0,6 |
|  | 10\*75 | 0,17 | 0,88 |
|  | 13\*37 | 0,2 | 0,5 |
|  | 28\*125 | 0,18 | 0,85 |
|  | 32\*17,5 | 0,14 | 0,92 |
| 24 | 10\*55 | 0,7 | 0,86 |
|  | 9\*18 | 0,7  | 0,8 |
|  | 1\*75 | 0,5 | 0,88 |
|  | 25\*22,5 | 0,6 | 0,9 |
|  | 108\*15 | 0,82 | 0,78 |
| 25 | 15\*150 | 0,8 | 0,88 |
|  | 8\*7,5 | 0,4 | 0,86 |
|  | 1\*55 | 0,4 | 0,89 |
|  | 10\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 25\*75 | 0,6 | 0,82 |
| 26 | 11\*55 | 0,15 | 0,86 |
|  | 15\*45 | 0,6 | 0,89 |
|  | 10\*52 | 0,7 | 1,0 |
|  | 3\*48 | 0,5 | 0,78 |
|  | 48\*125 | 0,7 | 0,68 |
| 27  | 22\*55 | 0,25 | 0,85 |
|  | 2\*37,5 | 0,7 | 0,9 |
|  | 3\*125 | 0,35 | 0,88 |
|  | 5\*220 | 0,3 | 0,8 |
|  | 8\*112 | 0,52 | 0,72 |
| 28 | 7\*95 | 0,15 | 0,85 |
|  | 12\*82 | 0,4 | 0,8 |
|  | 10\*120 | 0,5 | 0,85 |
|  | 125\*2,2 | 0,12 | 0,5 |
|  | 22\*85 | 0,17 | 0,78 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cos φ |
| 29 | 62\*55 | 0,25 | 0,65 |
|  | 2\*37 | 0,7 | 0,95 |
|  | 3\*115 | 035 | 0,5 |
|  | 2\*210 | 0,3 | 0,8 |
|  | 8\*22,5 | 0,45 | 0,75 |
| 30 | 5\*150 | 0,2 | 0,65 |
|  | 1\*200 | 0,25 | 0,9 |
|  | 10\*22,5 | 0,8 | 0,89 |
|  | 3\*18 | 0,75 | 0,8 |
|  | 28\*13 | 0,62 | 0,7 |

### ***Задание 3***

Рассчитать суммарную максимальную мощность группы потребителей при следующих исходных данных методом коэффициента спроса.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 1 | 6\*850 | 0,6 | 0,7 | 0,4 |
|  | 4\*320 | 0,5 | 0,48 |  |
|  | 5\*146 | 0,6 | 0,5 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,67 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,5 |  |
| 2 | 3\*125 | 0,6 | 0,6 | 6 |
|  | 2\*90 | 0,75 | 0,44 |  |
|  | 4\*45 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*18 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 20\*8,5 | 0,8 | 0,37 |  |
| 3 | 4\*40 | 0,8 | 0,37 | 10 |
|  | 8\*120 | 0,9 | 0,45 |  |
|  | 2\*75 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 4\*50 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*104 | 0,6 | 0,7 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 4 | 4\*125 | 0,9 | 0,77 | 10 |
|  | 6\*130 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 5\*80 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 5\*42 | 0,75 | 0,5 |  |
|  | 2\*104 | 0,8 | 0,7 |  |
| 5 | 8\*12 | 0,4 | 0,37 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,6 | 0,46 |  |
|  | 5\*75 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*80 | 0,9 | 0,67 |  |
|  | 1\*32 | 0,8 | 0,6 |  |
| 6 | 6\*630 | 0,6 | 0,78 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,5 | 0,67 |  |
|  | 5\*150 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,7 |  |
| 7 | 4\*120 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*92 | 0,9 | 0,85 |  |
|  | 4\*145 | 0,8 | 0,37 |  |
| 8 | 6\*850 | 0,6 | 0,45 | 10 |
|  | 4\*320 | 0,5 | 0,65 |  |
|  | 5\*146 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,6 |  |
| 9 | 2\*50 | 0,8 | 0,37 | 0,4 |
|  | 2\*70 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 4\*85 | 0,9 | 0,48 |  |
|  | 8\*12 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 6\*7,5 | 0,78 | 0,65 |  |
| 10 | 6\*850 | 0,6 | 0,78 | 6 |
|  | 4\*320 | 0,5 | 0,67 |  |
|  | 5\*146 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,7 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 11 | 4\*32 | 0,8 | 0,37 | 6 |
|  | 10\*12,5 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 22\*1,5 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 2\*85 | 0,6 | 0,65 |  |
|  | 8\*17 | 0,9 | 0,48 |  |
| 12 | 4\*40 | 0,6 | 0,59 | 0,4 |
|  | 8\*120 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 4\*72 | 0,9 | 0,7 |  |
|  | 5\*18 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 5\*85 | 0,8 | 0,85 |  |
| 13 | 1\*600 | 0,5 | 0,37 | 6 |
|  | 10\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*85 | 0,75 | 0,78 |  |
|  | 15\*22 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 3\*45 | 0,85 | 0,48 |  |
| 14 | 4\*120 | 0,6 | 0,5 | 10 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,46 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*92 | 0,9 | 0,77 |  |
|  | 4\*145 | 0,8 | 0,37 |  |
| 15 | 4\*40 | 0,6 | 0,44 | 10 |
|  | 8\*120 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 4\*72 | 0,9 | 0,37 |  |
|  | 5\*18 | 0,6 | 0,85 |  |
|  | 2\*104 | 0,8 | 0,37 |  |
| 16 | 32\*12,5 | 0,86 | 0,7 | 0,4 |
|  | 10\*140 | 0,5 | 0,48 |  |
|  | 2\*320 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 30\*12 | 0,8 | 0,67 |  |
|  | 10\*85 | 0,8 | 0,5 |  |
| 17 | 22\*8,5 | 0,6 | 0,6 | 6 |
|  | 5\*52 | 0,75 | 0,44 |  |
|  | 3\*18 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 4\*125 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 20\*8,5 | 0,8 | 0,37 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 18 | 3\*100 | 0,8 | 0,37 | 10 |
|  | 2\*50 | 0,9 | 0,45 |  |
|  | 2\*75 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 9\*120 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*40 | 0,6 | 0,7 |  |
| 19 | 2\*100 | 0,9 | 0,77 | 10 |
|  | 3\*125 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 7\*130 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 5\*70 | 0,75 | 0,5 |  |
|  | 6\*42 | 0,8 | 0,7 |  |
| 20 | 9\*10 | 0,4 | 0,37 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,6 | 0,46 |  |
|  | 5\*75 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 3\*80 | 0,9 | 0,67 |  |
|  | 2\*37 | 0,8 | 0,6 |  |
| 21 | 4\*150 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*100 | 0,9 | 0,85 |  |
|  | 4\*120 | 0,8 | 0,37 |  |
| 22 | 6\*630 | 0,6 | 0,45 | 10 |
|  | 6\*320 | 0,5 | 0,65 |  |
|  | 2\*150 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,6 |  |
| 23 | 2\*50 | 0,8 | 0,37 | 0,4 |
|  | 4\*37 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 8\*50 | 0,9 | 0,48 |  |
|  | 8\*12 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 6\*7,5 | 0,78 | 0,65 |  |
| 24 | 6\*630 | 0,6 | 0,78 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,5 | 0,67 |  |
|  | 5\*150 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,7 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 25 | 8\*32 | 0,8 | 0,37 | 6 |
|  | 25\*12,5 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 40\*1,5 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 2\*85 | 0,6 | 0,65 |  |
|  | 8\*37 | 0,9 | 0,48 |  |
| 26 | 8\*40 | 0,6 | 0,59 | 0,4 |
|  | 4\*120 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 3\*72 | 0,9 | 0,7 |  |
|  | 4\*18 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 4\*85 | 0,8 | 0,85 |  |
| 27 | 1\*600 | 0,5 | 0,37 | 6 |
|  | 10\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*85 | 0,75 | 0,78 |  |
|  | 15\*22 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 3\*45 | 0,85 | 0,48 |  |
| 28 | 4\*120 | 0,6 | 0,5 | 10 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,46 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*92 | 0,9 | 0,77 |  |
|  | 4\*145 | 0,8 | 0,37 |  |
| 29 | 4\*40 | 0,6 | 0,44 | 10 |
|  | 8\*120 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 4\*72 | 0,9 | 0,37 |  |
|  | 5\*18 | 0,6 | 0,85 |  |
|  | 2\*104 | 0,8 | 0,37 |  |
| 30 | 4\*40 | 0,8 | 0,37 | 10 |
|  | 8\*120 | 0,9 | 0,45 |  |
|  | 2\*75 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 4\*50 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*104 | 0,6 | 0,7 |  |

### ***Задание 4***

Выбрать сечение проводника для питания двигателя с проверкой по экономической плотности тока и по потере напряжения.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №вар. | Марка двигателя | Длина питающей линии l, км | Т max,r | Режим работы |
| 1  | 4А112М2У3 | 1,2 | 3000 | длительный  |
| 2 | 4А132М2У3 | 1,5 | 3250 | ПВ = 10% |
| 3 | 4А16052У3 | 1,6 | 3300 | длительный |
| 4 | 4А18052У3 | 2,3 | 5000 | ПВ = 15% |
| 5 | 4А160М4У3 | 1,8 | 4300 | длительный  |
| 6 | 4А180М4УЗ | 1 | 4210 | длительный  |
| 7 | 4А200L4У3 | 0,9 | 4500 | длительный  |
| 8 | 4А225М6У3 | 2 | 5100 | длительный  |
| 9 | 4А250М6У3 | 1,7 | 3900 | ПВ = 45% |
| 10 | 4А315М10УЗ | 1,4 | 3790 | Длительный  |
| 11 | 4А4250М6У3 | 1,3 | 3500 | ПВ = 20% |
| 12 | А03-315S-2У3 | 0,7 | 4600 | ПВ = 35% |
| 13 | А03-315S-2У3 | 0,6 | 4700 | ПВ = 30% |
| 14 | А03-355S-8У3 | 0,8 | 4900 | ПВ = 40% |
| 15 | 4А355М6У3 | 0,5 | 3100 | ПВ = 25% |
| 16  | ВАО92-2 | 0,3 | 4000  | Длительный |
| 17 | ВАО92-6 | 0,25 | 4500  | Длительный |
| 18 | ВАО92-4 | 0,8 | 3500  | Длительный |
| 19 | ВАО72-6 | 0,6 | 3800  | Длительный |
| 20 | ВАО72-8 | 0,25 | 3900 | Длительный |
| 21 | ВАО91-4 | 0,4 | 4200 | Длительный |
| 22 | 4А355М8 | 0,35 | 3000 | ПВ = 12% |
| 23 | ВАО91-6 | 0,15 | 4000  | Длительный |
| 24 | ВАО82-4 | 0,2 | 5000  | Длительный |
| 25 | 4А355М10 | 0,125 | 5500 | ПВ = 30% |
| 26 | 4А315S12 | 0,4 | 3500 | ПВ = 22% |
| 27 | ВАО81-4 | 0,6 | 4000  | Длительный |
| 28 | 4А355М12 | 0,3 | 4200 | ПВ = 20% |
| 29 | 4А200L8 | 0,8 | 4500 | ПВ = 45% |
| 30 | ВАО82-2 | 0,65 | 4500  | Длительный |

##### ***Задание 5***

Для двигателя, приведенного в предыдущем задании, выбрать защитный аппарат, который может быть установлен в начале линии. Рассчитать ток уставки аппарата и выписать его параметры.

### ***Задание 6***

Рассчитать требуемую мощность и выбрать батарею конденсаторов, вычертить схему присоединения их при условиях, выбранных из таблицы 5.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | РрасчкВт | Qрасчквар | SрасчкВА | UусткВ |
| 1 | 1420 | - | 1620 | 0,4 |
| 2 | - | 740 | 2250 | 6 |
| 3 | 830 | - | 1290 | 0,4 |
| 4 | 5250 | - | 7200 | 6 |
| 5 | - | 3400 | 8990 | 10 |
| 6 | - | 2140 | 4100 | 6 |
| 7 | 1690 | - | 2100 | 0,4 |
| 8 | - | 550 | 1000 | 0,4 |
| 9 | 2850 | - | 3800 | 6 |
| 10 | - | 1120 | 2500 | 6 |
| 11 | 1105 | - | 1600 | 10 |
| 12 | - | 1900 | 5200 | 6 |
| 13 | 3450 | - | 4350 | 10 |
| 14 | - | 175 | 510 | 0,4 |
| 15 | 5000 | - | 7600 | 6 |
| 16 | 700 | - | 820 | 0,4 |
| 17 | - | 750 | 2300 | 6 |
| 18 | 1400 | - | 1700 | 0,4 |
| 19 | 1650 | - | 2000 | 0,4 |
| 20 | 2900 | - | 3700 | 6 |
| 21 | - | 160 | 500 | 0,4 |
| 22 | 3500 | - | 4200 | 10 |
| 23 | - | 1700 | 5000 | 6 |
| 24 | 1050 | - | 1500 | 10 |
| 25 | - | 1150 | 2500 | 6 |
| 26 | 2500 | - | 3700 | 6 |
| 27 | - | 500 | 1000 | 0,4 |
| 28 | - | 2200 | 4100 | 6 |
| 29 | - | 4000 | 9000 | 10 |
| 30 | 1700 | - | 2200 | 0,4 |

Считать что cos φэ = 0,95

Q ку расч – требуемая расчетная мощность конденсаторов, квар;

Q ку ном – номинальная мощность КУ, квар;

- суммарная мощность потребителей после установки КУ, кВА;

cos φф - фактический коэффициент мощности после установки КУ.