|  |  |
| --- | --- |
| КГЭУ | МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего профессионального образования“КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”(ФГБОУ ВПО «КГЭУ») |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Проректор по УР  А.В. Леонтьев |

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости

и промежуточной аттестации студентов

по итогам освоения дисциплины

**Б1.В.ОД.14 «Проектирование внутрицехового электроснабжения»**

(код, наименование дисциплины)

основной образовательной программы

«Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»

(наименование ООП)

по направлению подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(шифр, наименование направления подготовки)

Квалификация выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Казань – 201\_\_г.

1. **Цель и задачи текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Проектирование внутрицехового электроснабжения»**

*Цель текущего контроля*– систематическая проверка степени освоения программы дисциплины «Проектирование внутрицехового электроснабжения», уровня сформированности знаний, умений, навыков, компетенций на текущих занятиях

*Задачи текущего контроля:*

1. определение индивидуального учебного рейтинга студентов;
2. своевременное выполнение корректирующих действий по содержанию и организации процесса обучения; обнаружение и устранение пробелов в усвоении учебной дисциплины;
3. подготовки к промежуточной аттестации.

В течение семестра при изучении дисциплины реализуется комплексная система поэтапного оценивания уровня освоения – балльно-рейтинговая система. За каждый вид учебных действий студенты получают определенное количество баллов. В течение семестра студент может набрать от 35 до 60-ти баллов в зависимости от уровня освоения программы образования: базового (35-40 баллов), продвинутого (41-50 баллов) и высокого (51-60 баллов).

*Цель промежуточной аттестации*– проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины. Аттестация проходит в форме экзамена. В экзаменационный билет входит 2 теоретических вопроса. При полном ответе на все задания студент получает до 40 баллов.

*Задачи промежуточной аттестации:*

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов общекультурных и профессиональных компетенций.
3. **Основное содержание текущего контроля и промежуточной аттестации студентов**

Процесс освоения дисциплины «Проектирование внутрицехового электроснабжения» является изучение структуры и параметров систем внутрицехового электроснабжения промышленных предприятий, организаций и учреждений, изучение методов расчета электрических нагрузок силовой и осветительной сети цеха. Кроме изучения теоретического материала, студенты должны получить практические навыки по выбору в целом систем внутрицехового электроснабжения и отдельных ее элементов, овладеть методами выбора электрооборудования.

В результате изучения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

* способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
* проектно-конструкторская деятельность: способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
* способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4);
* производственно-технологическая деятельность: готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
* способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
* способность составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9).
  1. **Основное содержание текущего контроля**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коды  компетенций | Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля/  освоения дисциплины | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины | | |
| Базовый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
| Общекультурные компетенции | | | | |
| ОК-7 | ***Знать:***  основные источники научно-технической информации по электроэнергетическому оборудованию | Устный опрос  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Курсовой проект |
| Профессиональные компетенции | | | | |
| ПК-3 | **Уметь:**  работать над проектами силовой и осветительной сети цеха парогенератора и вида топлива. | Устный опрос  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Курсовой проект |
| ПК-4 | ***Уметь:***  проектировать рациональные схемы внутрицехового электроснабжения на среднем и низком напряжении с учетом возможных перспектив развития.  ***Владеть:***  готовностью использовать технические знания по профилю для решения типовых задач проектирования и эксплуатации внутрицехового электроснабжения | Устный опрос  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Курсовой проект |
| ПК-5 | ***Знать:***  компьютерные программы для расчета и проектирования схем внутрицехового электроснабжения  ***Уметь:***  рассчитывать режимы работы электрооборудования различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы внутрицехового электроснабжения | Устный опрос  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Курсовой проект |
| ПК-6 | ***Владеть:***  способностью пользоваться технической и справочной литературой, материалами фирм-изготовителей для выбора современных технических решений при проектировании внутрицехового электроснабжения | Устный опрос  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Курсовой проект |
| ПК-9 | ***Уметь:***  формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета, разрабатывать конструкторскую документацию | Устный опрос  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Курсовой проект | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Курсовой проект |

* 1. **Основное содержание промежуточнойаттестации студентов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коды  компетенций | Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля/  освоения дисциплины | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины | | |
| Базовый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
| Общекультурные компетенции | | | | |
| ОК-7 | ***Знать:***  основные источники научно-технической информации по электроэнергетическому оборудованию | Экзамен | Экзамен | Экзамен |
| Профессиональные компетенции | | | | |
| ПК-3 | ***Уметь:***  работать над проектами силовой и осветительной сети цеха парогенератора и вида топлива. | Экзамен | Экзамен | Экзамен |
| ПК-4 | ***Уметь:***  проектировать рациональные схемы внутрицехового электроснабжения на среднем и низком напряжении с учетом возможных перспектив развития.  ***Владеть:***  готовностью использовать технические знания по профилю для решения типовых задач проектирования и эксплуатации внутрицехового электроснабжения | Экзамен | Экзамен | Экзамен |
| ПК-5 | ***Знать:***  компьютерные программы для расчета и проектирования схем внутрицехового электроснабжения  ***Уметь:***  рассчитывать режимы работы электрооборудования различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы внутрицехового электроснабжения | Экзамен | Экзамен | Экзамен |
| ПК-6 | ***Владеть:***  способностью пользоваться технической и справочной литературой, материалами фирм-изготовителей для выбора современных технических решений при проектировании внутрицехового электроснабжения | Экзамен | Экзамен | Экзамен |
| ПК-9 | ***Уметь:***  формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета, разрабатывать конструкторскую документацию | Экзамен | Экзамен | Экзамен |

**3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Проектирование внутрицехового электроснабжения» производится при помощи следующих оценочных средств:

**3.1 Входной контроль**

Входной контроль проводится в начале семестра. Он представляют собой контрольный срез знаний из 10 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по физике, математике, электрические и электронные аппараты, электрическим машинам, нестационарные режимы, проектирование электротехнических устройств и др. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции семестра в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий, а также для определения уровня освоения программы образования: базового, продвинутого и высокого.

***Перечень вопросов входного контроля:***

1. Основные понятия и методы математического анализа, теория дифференциальных уравнений, теория вероятностей и математической статистики;
2. Законы Ома;
3. Выбор контакторов и магнитного пускателя для управления и защиты асинхронного двигателя;
4. Выбор автоматических выключателей и предохранителей для защиты двигателей;
5. Выбор низковольтных и высоковольтных аппаратов в системах электроснабжения;
6. Измерительные трансформаторы тока и напряжения;
7. Действующие значения полных величин тока трехфазного короткого замыкания;
8. Выбор электрических аппаратов и проводников по режиму короткого замыкания;
9. Векторная диаграмма синхронной машины в начальный момент внезапного нарушения режима;
10. Автоматическое повторное включение без контроля синхронизма синхронных генераторов.

**3.2. Контроль текущей успеваемости**

Данный вид контроля представляет собой короткие задания, которые выполняются на практических занятиях в течение 10-15 минут. Проверяются знания текущего материала: уравнения, формулировки законов, основные понятия и определения; умения применять эти законы для решения практических задач.

Текущий контроль проводится в течение каждого учебного модуля (семестра), баллы выставляются по окончании учебного модуля (учебного семестра).

Определение уровня сформированности компетенций у студентов по завершении учебного модуля/освоения дисциплины осуществляется согласно балльно-рейтинговой системы по таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень освоения | 1 модуль | 2 модуль | 3 модуль | 4 модуль |
| Согласно БРС | До 10 баллов | До 14 баллов | До 16 баллов | До 20 баллов |
| Базовый | 4-6 | 8-10 | 10-12 | 14-16 |
| Продвинутый | 6-8 | 10-12 | 12-14 | 16-18 |
| Высокий | 8-10 | 12-14 | 14-16 | 18-20 |

Для *базового уровня* он представляет собой устный опрос, выполнение курсового проекта.

Для *продвинутого уровня* он представляет собой устный опрос, решение типовых задач, выполнение курсового проекта.

Для *высокого уровня* он включает в себя устный опрос, решение типовых задач, тестирование, выполнение курсового проекта .

* + 1. **Устный опрос**

Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины.

Ответы на вопросы должны быть точными и краткими. За правильный ответ студент получает 2 балла.

***Перечень контрольных вопросов***

1. Области применения различных типов светильников.
2. Методы расчета электрических нагрузок.
3. Автоматизация управления системой освещения.
4. Способы канализации электрической энергии внутрицеховой сети.
5. Выбор количества и мощности цеховых трансформаторных подстанций.
6. Экономия электроэнергии в системах цехового электроснабжения.
7. Повышение надежности систем цехового электроснабжения.
   * 1. **Типовые задачи**

На практических занятиях студентам предлагается решить типовые задачи по изученным разделам дисциплины. За правильно решенную задачу студент получает от 2 до 4 баллов.

Комплект типовых задач приведен в приложении 1.

**3.2.3. Тестирование**

Тестирование проводится в конце каждого учебного модуля. Тесты содержат от 10 до 20 вопросов в зависимости от учебного модуля (1 модуль – 10 заданий; 2 модуль- 14 заданий; 3 модуль – 16 заданий; 4 модуль – 20 заданий).

Оценка результатов тестирования осуществляется как зачет/незачет. Требуемое количество правильных ответов для высокого уровня приведено в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень освоения | 1 модуль | 2 модуль | 3 модуль | 4 модуль |
| Высокий | 8-10 | 12-14 | 14-16 | 18-20 |

Комплект тестовых заданий приведен в приложении 2.

**3.2.4. Курсовой проект**

Данный вид контроля за учебной деятельностью студентов является итоговой оценкой практической и самостоятельной работы за учебный семестр. Выполненный КП является допуском к промежуточной аттестации и оценивается как зачет с оценкой. Студент не допускается к промежуточной аттестации, если не сдан курсовой проект, а также в случае недобора баллов согласно балльно-рейтинговой системы (менее 35).

Задание на курсовой проект выдается студенту в начале семестра на первом практическом задании.

Содержание и варианты заданий для выполнения КП приведено в приложении 3.

**3.3. Промежуточная аттестация**

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение семестраобучения по дисциплине. При подготовке к сдаче экзамена студентам выдается перечень вопросов. Задание на экзамен выдается в виде двух вопросов в форме билетов.

Критерии оценки:

*Для базового уровня*: минимум один вопрос задания имеет полное решение;

Варианты:

– минимум один вопроса задания имеет полное решение и два вопроса имеют неполные решения;

– минимум один вопроса задания имеет полное решение, один вопрос имеет неполное решение, на один вопрос начато правильное решение, но не доведено до конца.

*Для продвинутого уровня*: минимум два вопроса задания имеют полные решения;

Варианты:

– минимум два вопроса задания имеют полные решения и один вопрос имеет неполное решение;

– минимум два вопроса задания имеют полные решения, в одном вопросе начато правильное решение, но не доведено до конца.

*Для высокого уровня*: первые два вопроса задания имеют полные решения (40 баллов).

**Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Классификация приемников электроэнергии.

2. Источники питания цеховых эл.приемников.

3. Конструктивное исполнение цеховых эл.сетей.

4. Методы определения расчетных нагрузок. Метод упорядоченных диаграмм.

5. Цеховые ТП. Выбор цеховых трансформаторных подстанций (ТЭР).

6. Схемы питания цеховых подстанций от магистральных линий.

7. Основное электрооборудование внутрицеховых систем.

8. Схемы цеховой сети.

9. Цеховые троллейные линии.

10. Расчет троллейных линий.

11. Электроустановки во взрывоопасных зонах (классификация взрывоопасных зон).

12. Классификация и маркировка взрывозащищенного оборудования.

13. Электропроводки и кабельные линии.

14. Выбор электрооборудования цеховых сетей (предохранителей, автоматических выключателей, выбор шинопроводов и сечений проводов и жил кабелей на напряжение до 1 кВ).

15. Селективность защиты. Выбор и проверка цехового электрооборудования и электрических аппаратов.

16. Виды освещения.

17.Лучистая энергия и лучистый поток.

18.Световой поток, сила света, яркость.

19.Источники света. Лампы накаливания.

20.Люминесцентные лампы.

21.Лампы типа ДРЛ, ДРИ, натриевые, ДКсТ.

22. Светодиоды.

23.Схемы питания люминесцентных ламп.

24.Особенности расчета сетей газоразрядными лампами.

25.Осветительные приборы (светильники).

26. Характеристики и классификация светильников.

27. Расположение и установка светильников.

28. Методы расчета осветительных установок (метод коэффициента использования).

29. Упрощенные формы метода коэффициента использования.

30. Расчет осветительной установки точечным методом.

31. Прожекторное освещение.

32. Наружное освещение.

33. Напряжение осветительных сетей.

34. Источники питания и питающие сети.

35. Групповые сети.

36. Схемы управления освещением.

37. Выполнение осветительных сетей.

38. Выбор сечения проводников по току нагрузки и защита осветительных сетей.

39. Расчет сетей по потере напряжения.

40.Схемы питания осветительных установок пром. предприятий.

41. Требования к осветительным сетям в пожаро- и взрывоопасных зонах.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов, что является очень важным в деле подготовки высококвалифицированных бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений».

Фонд оценочных средств по дисциплине разработан в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ПрООП ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и программы подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений».

Автор: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Н.В. Роженцова

подпись ученая степень (звание), расшифровка подписи

Фонд оценочных средств обсужден и одобрен на заседании кафедры «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» от \_\_\_\_\_\_\_\_\_ г., протокол №\_\_\_.

Заведующий кафедрой ЭХП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Н.В. Роженцова

подпись ученая степень (звание), расшифровка подписи

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

На заседании методического совета института ИЭЭ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_ г., протокол №\_\_\_\_\_ фонд оценочных средств рекомендован к утверждению.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор ИЭЭ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись, дата) | \_\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор И.В. Ившин |

Согласовано:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зав. выпускающей кафедрой | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (дата, подпись) | | | \_\_\_ к.т.н., доцент Н.В. Роженцова  (должность, уч.ст., ФИО) |
| Эксперты | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись, дата) | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |
|  | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись, дата) | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |

**Приложение 1**

**Перечень типовых задач**

**Контрольные задачи (ТЭР схемы электроснабжения)**

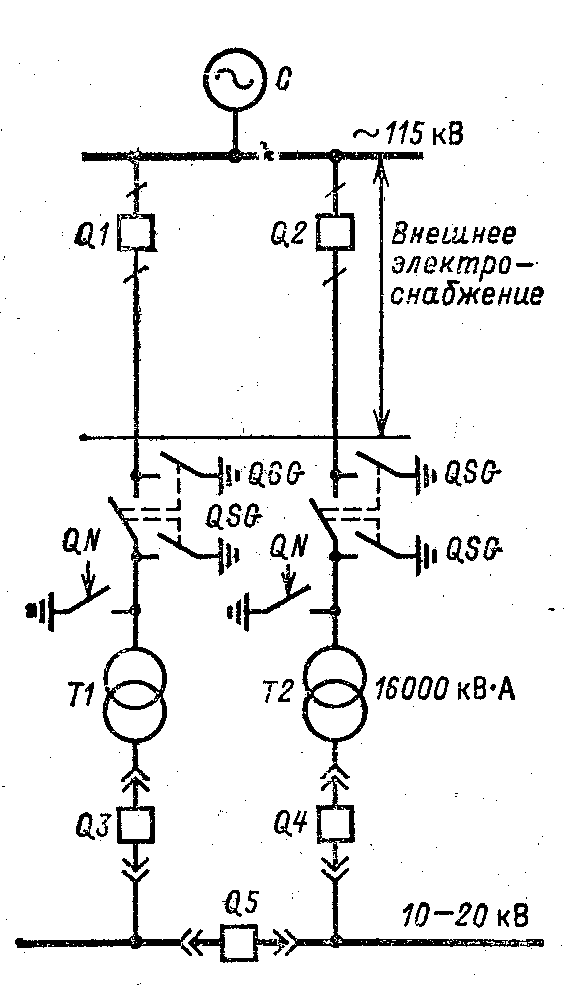
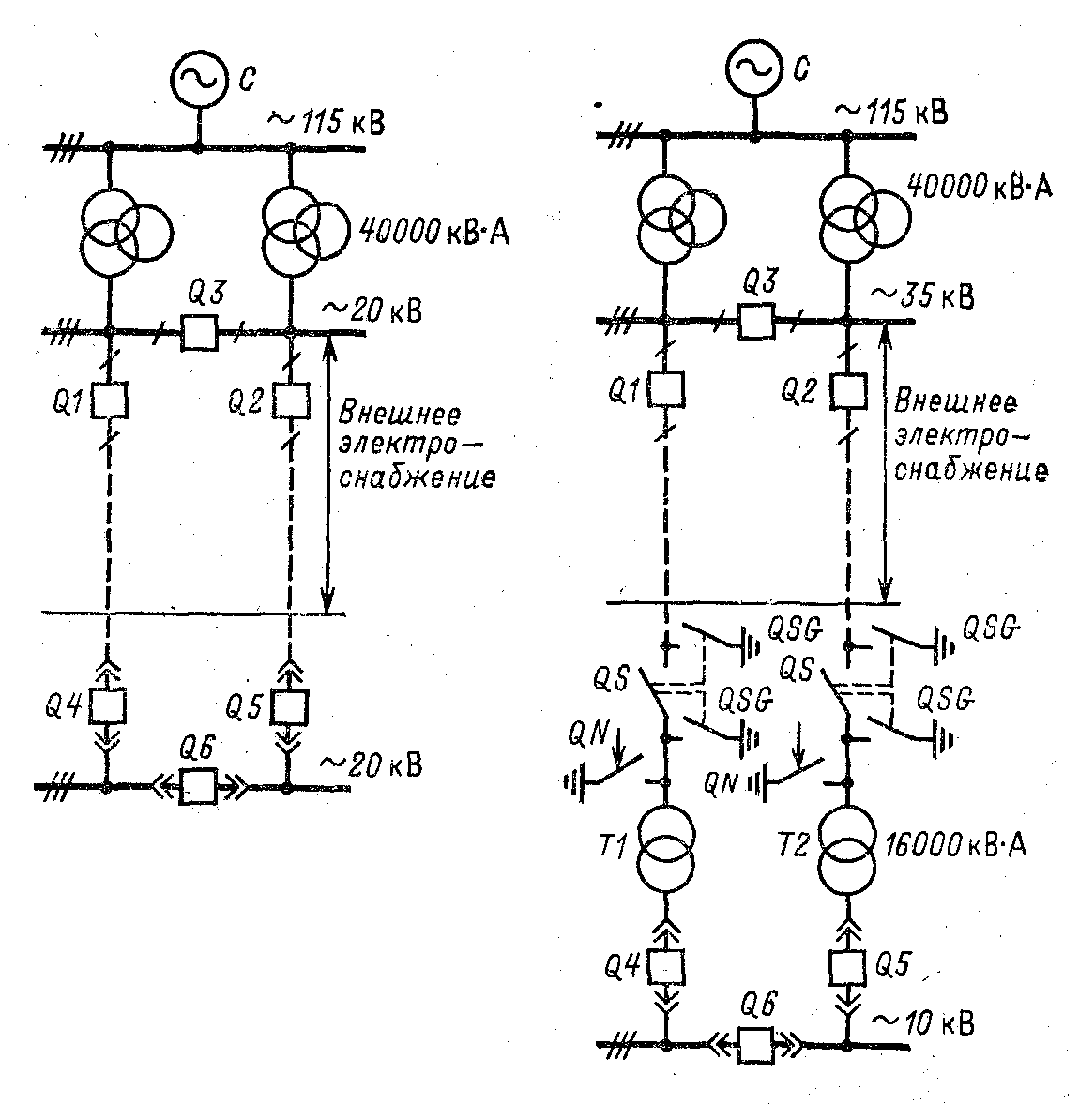


Рис. 1 Вариант СЭС №1 Рис. 2 Вариант СЭС №2 Рис. 3 Вариант СЭС №3

Провести технико-экономический расчет трех приведенных схем электроснабжения, если известно:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантзадания | *l*, км | *S*р , кВ·А, | *S*тр , кВ·А, | *C*о, п , коп/(кВт·ч) | *T*п ,ч |
| №1 | 6 | 16400 | 40000 | 3,9 | 3500 |
| №2 | 5 | 10600 | 25000 | 3,3 | 4500 |
| №3 | 6 | 8700 | 16 | 2,6 | 3000 |
| №4 | 8 | 17300 | 40000 | 4,2 | 4500 |
| №5 | 6 | 19100 | 40000 | 4,0 | 4000 |

**Контрольные задачи (Применение метода упорядоченных диаграмм (коэффициента максимума) для расчета электрических нагрузок**

Определить расчетные мощность и ток механического цеха машиностроительного завода с помощью коэффициента максимума, если известно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантзадания | , кВт | , кВт | , квар | , кВт | , кВт | , кВт | *n*1 | *n* |
| №1 | 234 | 1439 | 298 | 213 | 3,5 | 1115 | 7 | 33 |
| №2 | 150 | 1000 | 200 | 145 | 2 | 700 | 5 | 27 |
| №3 | 135 | 860 | 187 | 136 | 1,8 | 630 | 4 | 24 |
| №4 | 122 | 780 | 163 | 126 | 1,5 | 560 | 4 | 20 |
| №5 | 198 | 1260 | 254 | 200 | 2,9 | 1020 | 7 | 29 |

**Контрольные задачи (Расчет и выбор троллейных линий)**

1. Выбрать троллеи из угловой стали для двух мостовых кранов с пролетом *l*=55м со средним режимом работы, оборудованных тремя короткозамкнутыми двигателями на каждом кране, с установленной мощностью на первом *P*1=52 кВт, на втором *P*2=33 кВт, η=0,915. Наибольший номинальный и пусковой токи одного из двигателей соответственно*I*ном=75А, *I*пуск1=300А.
2. Рассчитать и выбрать троллеи для двух мостовых кранов, если известно:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантзадания | *l*, м | , кВт | , кВт | η | , А | , А |
| №1 | 44 | 46 | 29 | 0,89 | 70 | 280 |
| №2 | 39 | 41 | 23 | 0,85 | 65 | 265 |
| №3 | 33 | 37 | 20 | 0,82 | 62 | 258 |
| №4 | 50 | 50 | 31 | 0,905 | 73 | 295 |
| №5 | 58 | 58 | 37 | 0,923 | 80 | 320 |

**Контрольные задачи (Выбор ЦТП и расчет компенсации реактивной мощности)**

1. Провести расчет и выбор ЦТП и компенсирующих устройств.

Принимаем для ЭП II категории установку двухтрансформаторной подстанции. *P*см=637,9 кВт – суммарная среднесменная мощность по КТП; *N*=2 – количество трансформаторов на КТП; *K*з=0,7 – коэффициент загрузки трансформаторов; *P*р=769,9 кВт – расчетная активная мощность в целом на КТП; =393,9 кВт, =415,0 кВт – расчетная активная нагрузка соответственно на первой и второй секциях шин; =317,7 квар, =306,8 квар - расчетная реактивная нагрузка соответственно на первой и второй секциях шин.

1. Провести выбор силовых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности, если известно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантзадания | , кВт | *N* | *K*з=0,7 | *P*р , кВт | , кВт | , кВт | ,  квар | ,  квар |
| №1 | 627,9 | 2 | 0,7 | 748,8 | 388,7 | 409,6 | 311,7 | 300,8 |
| №2 | 619,6 | 2 | 0,7 | 738,6 | 379,4 | 397,3 | 305,4 | 296,2 |
| №3 | 611,7 | 2 | 0,7 | 730,4 | 370,5 | 391,4 | 299,7 | 291,3 |
| №4 | 638,9 | 2 | 0,7 | 757,9 | 399,2 | 420,6 | 321,9 | 312,5 |
| №5 | 650,8 | 2 | 0,7 | 770,4 | 420,7 | 435,5 | 345,0 | 334,9 |

**Контрольные задачи (Выбор сечения проводников)**

1. Провести расчет и выбор проводника для привода станка.

Провести расчет и выбор проводов для двигателей станков. *P*ном=4,2 кВт –мощность электропривода станков; cosφн=1; η=0,5; *U*х=105% - напряжение холостого хода на зажимах вторичной обмотки трансформатора КТП; Δ*P*к=7,6% - потери короткого замыкания;*U*к=5,5% - напряжение короткого замыкания; cosφ=0,7; Δ*U*c=6,02% - потеря напряжения в сети; *K*з=0,76 – коэффициент загрузки трансформатора.

1. Провести выбор проводов распределительной сети, если известно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариантзадания | , кВт | *K*з | η | *U*х , % | Δ*P*к , % | *U*к , % | cosφ | Δ*U*c , % |
| №1 | 3,9 | 0,75 | 0,65 | 105 | 7,6 | 5,5 | 0,68 | 5,8 |
| №2 | 3,7 | 0,74 | 0,63 | 105 | 7,6 | 5,5 | 0,64 | 5,3 |
| №3 | 3,5 | 0,71 | 0,6 | 105 | 7,6 | 5,5 | 0,62 | 5,0 |
| №4 | 4,5 | 0,78 | 0,7 | 105 | 11,6 | 6,5 | 0,67 | 6,1 |
| №5 | 5,1 | 0,77 | 0,73 | 105 | 11,6 | 6,5 | 0,65 | 6,5 |

**Контрольные задачи (Расчет токов короткого замыкания)**

Для схемы, приведенной на рис. 1 определить токи при трехфазном, двухфазном и однофазном к.з. в т. К-1. Для трехфазного к.з. определить максимальное и минимальное значение тока к.з.

Система С: *S*к=200 МВ·А, *U*ср. ВН=6 кВ.

Трансформатор Т:ТС=1000/6, *S*н=1000 кВ·А, *U* ВН=6,3 кВ, *U*НН=0,4 кВ, *P*к=11,2 кВт, *U*к=5,5%.

Автоматический выключатель “Электрон” QF: *r*кв=0,14 мОм; *x*кв=0,08 мОм.

Шинопровод ШМА4-1600 Ш: *r*ш=0,14 мОм/м; *x*ш=0,14 мОм/м; *r*нп=0,14 мОм/м; *x*нп=0,14 мОм/м; *l*=10 м.

Болтовые контактные соединения: *r*к=0,003 мОм; *n*=4.

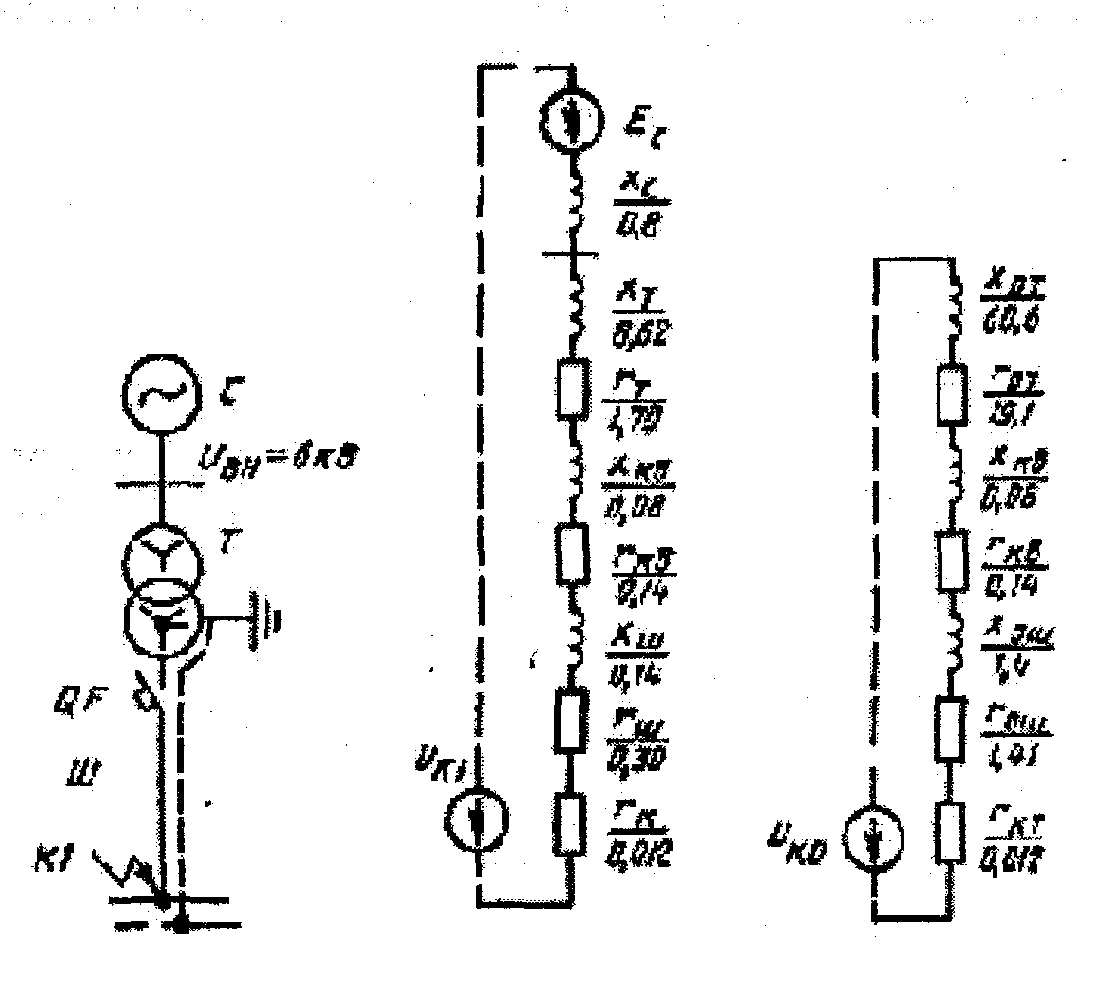


Рис. 1 Исследуемая система и схема замещения исследуемой системы

Провести расчет трех-, двух- и однофазногок.з., если известно:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вари-антзада-ния | *S*к , МВ·А | *S*н , кВ·А | *r*кв ,  мОм | *x*кв ,  мОм | *r*ш,мОм/м | *x*ш,мОм/м | *r*нп,мОм/м | *x*нп,мОм/м | *l* ,  м | *r*к,мОм | *n* |
| №1 | 180 | 1000 | 0,12 | 0,07 | 0,025 | 0,012 | 0,035 | 0,04 | 9 | 0,0028 | 4 |
| №2 | 160 | 630 | 0,11 | 0,06 | 0,021 | 0,011 | 0,033 | 0,037 | 7 | 0,0025 | 4 |
| №3 | 150 | 630 | 0,1 | 0,04 | 0,019 | 0,01 | 0,03 | 0,033 | 6 | 0,0021 | 2 |
| №4 | 220 | 1600 | 0,16 | 0,1 | 0,034 | 0,016 | 0,041 | 0,045 | 11 | 0,0034 | 6 |
| №5 | 250 | 1600 | 0,18 | 0,13 | 0,04 | 0,018 | 0,047 | 0,05 | 14 | 0,0039 | 6 |

**Контрольные задачи (Определение светового потока, освещенности и яркости.Расположение светильников в цехе и расчет освещения по методу коэффициента использования)**

1. Рассчитать освещение механического цеха, размеры которого А×В×Н=28×21×7 м; к установке принять светильники РС05/ Г03 типа «глубокоизлучатель» с лампами ДРЛ.
2. Рассчитать электрическое освещение одного из помещений механического завода, где освещенноть по нормам не должна превышать 300 лк. Исходные данные: длина цеха А=40 м, ширина В=20 м, высота Н=5,2 м. Применяется система общего освещения.

**Контрольные задачи (Расчет сетей по потере напряжения.Расчет электрических нагрузок осветительной сети)**

1. Определить потерю напряжения в групповой однофазной линии переменного тока напряжением 220 В, питающей светильники с лампами ДРЛ мощностью 500 Вт. Сеть однородна и выполнена по всей длине медным проводом марки ПР сечением 2,5 мм2, проложенным открыто на изоляторах.



Рис. К примеру расчета двухпроводной цепи переменного тока

Нагрузки и их распределение вдоль линии указаны на рис. Длины отдельных участков линии обозначены подчеркнутыми цифрами. Коэффициент мощности нагрузки cosϕ = 0,55. Потери в балластах составляют 20 % мощности линии.

1. Определить наибольшую потерю напряжения в сети, изображенной на рис. Питающая сеть выполнена четырехпроводной, групповые линии двухпроводные. Все линии выполнены проводом с медными жилами марки ПР, проложенным на изоляторах, сечение питающей сети 4 мм2, групповых линий 2,5 мм2. Нагрузка чисто активная - светильники с лампами накаливания мощностью 750 Вт. Напряжение сети 380/220 В.

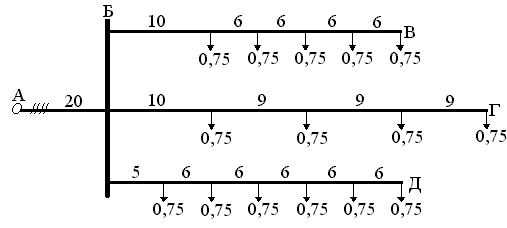


Рис. К примеру расчета четырехпроводной сети переменного тока

1. Произвести расчет на минимум проводникового материала для однофазной сети, представленной на рис. 7 Напряжение сети 127В, допустимые потери напряжения ΔuР=4,69 %, материал проводника – медь. Длины участков указаны в метрах, нагрузки – в киловаттах.

**Приложение 2**

**Перечень тестовых заданий**

**8 семестр 1 модуль**

*1. Задание*

Отметьте правильный ответ

Раздельная работа линий и трансформаторов принимается

☑ с целью увеличения сопротивления и, уменьшения токов КЗ

□ экономии электрооборудования

□ уменьшения потерь

*2. Задание*

Отметьте правильный ответ

Обеспечение надежности электроснабжения в зависимости от категории применение

☑ двух источников питания

□трехтрансформаторных подстанций

☑двухтрансформаторных подстанций

□четырехтрансформаторных подстанций

*3.. Задание 8*

Отметьте правильный ответ

К I категории по степени бесперебойности электроснабжения относятся электроприемники

□ перерыв в электроснабжении, которое влечет за собой обязательное отключение оборудование

☑ опасность для жизни людей

□ короткие замыкания

□ выполнения операций диспетчером

*4. Задание*

Отметьте правильный ответ

Виды нагрузок

☑ активная

□ смешанная

□ емкостная

☑ реактивная

*5. Задание*

Отметьте правильный ответ

Основные составляющие полной расчетной мощности

☑ силовая нагрузка

□ индивидуальная нагрузка

□ потери мощности в приемниках электрической энергии

☑ потери мощности в трансформаторах

☑ осветительная нагрузка

*6. Задание*

Отметьте правильный ответ

При определении расчетной мощности потери в элементах схемы учитываются

□ в линиях

□ в коммутационных аппаратах

☑ в трансформаторах

□ в электродвигателях

*7. Задание*

Отметьте правильный ответ

Расчет нагрузок производится

□ после составления схем электроснабжения

□ на заключительной стадии проектирования

☑ на начальной стадии проектирования

*8. Задание*

Отметьте правильный ответ

Время перерыва электроснабжения потребителей 1 категории

☑ время включения АВР

□ 15 минут

□ 30 минут

□ 1 час

*9. Задание*

Отметьте правильный ответ

Схемы питания цеховых трансформаторных подстанций

□ радиальные

□ магистральные

☑ осветительные

□ смешанные

☑ троллейные

*10. Задание*

Отметьте правильный ответ

Приблизительные потери реактивной мощности в трансформаторах

□ 5%

☑ 10%

□ 2%

**8 семестр 2 модуль**

*1. Задание*

Отметьте правильный ответ

Типы трансформаторных подстанций

☑ отдельно стоящие

□ надстроенные

☑ пристроенные

☑ встроенные

*2. Задание*

Отметьте правильный ответ

Условия глухого подключения трансформаторов цеховых ТП к шинам ГПП

☑ радиальная схема питания

□ расстояние до ГПП более 200 м

☑ наличие газовой защиты

*3. Задание {{ 112 }} ТЗ № 112*

Отметьте правильный ответ

Источники реактивной мощности на промышленном предприятии

□ асинхронные двигатели

☑ синхронные двигатели

☑ батареи конденсаторов

□ двигатели постоянного тока

*4. Задание*

Установите соответствие между элементами групп

|  |  |
| --- | --- |
| Магистральный переменного тока | ШМА |
| Распределительный | ШРА |
| Троллейный | ШТМ |
| Для осветительных сетей | ЩОС |

*5. Задание*

Отметьте правильный ответ

Выбор способа заземления нейтрали определяется

□ безопасностью обслуживания сети

□ надежностью электроснабжения электроприемников

☑ категориями потребителей

□ экономичностью

☑ стоимостью электроэнергии

*6. Задание*

Отметьте правильный ответ

Режимы нейтрали сети до 1 кВ

□ глухо заземлена

□изолирована от земли

☑соединена с землей через активное или реактивное сопротивление

*7. Задание*

Отметьте правильный ответ

В зависимости от назначения шинопроводы подразделяются

□ на магистральные

□ на распределительные

☑ на аварийные

□ на троллейные

□ на осветительные

☑ на смешанные

□ технологического процесса

*8. Задание*

Отметьте правильный ответ

Приведенное время апериодической составляющей не учитывается при действительном времени

□

☑

□

*9. Задание*

Отметьте правильный ответ

Компенсирующие устройства, мощность которых учитывается при определении полной расчетной мощности, применяется

□ для компенсации емкостных токов

☑ для компенсации реактивной мощности

□ для компенсации потерь мощности

*10. Задание*

Отметьте правильный ответ

Коэфицент загрузки цеховых трансформаторов при преобладании нагрузок второй категории состовляет

☑ 0,7-0,8

□ 0,8-0,9

□ 05,-0,6

*11. Задание*

Отметьте правильный ответ

Число трансформаторов при полной компенсации реактивной мощности в сети напряжением до 1 кВ определяется по выражению

☑  
□

□

*12. Задание*

Отметьте правильный ответ

Определение мощности компенсирующих устройств в сети напряжением до 1 кВ осуществляется по

☑ условию баланса реактивной мощности на шинах НН цеховых ТП

□ условию баланса активной мощности на шинах ГПП

□ условию баланса полной мощности на шинах ГПП

*13. Задание*

Отметьте правильный ответ

Выбор номинальной мощности цеховых трансформаторов осуществляется по

☑ суточному графику нагрузки цеха за характерные сутки года для нормальных и послеаварийных режимов

☑ расчетной мощности нагрузки для нормальных и послеаварийных режимов

□ активной мощности нагрузки для нормальных и послеаварийных режимов

*14. Задание*

Отметьте правильный ответ

По месту нахождения на территории предприятия трансформаторные подстанции подразделяются на

☑отдельностоящие

☑ пристроенные

☑ встроенные

☑ внутрицеховые

□внецеховые

**8 семестр 3 семестр**

*1. Задание*

Отметьте правильный ответ

Основные составляющие полной расчетной мощности

☑ силовая нагрузка

□ индивидуальная нагрузка

□ потери мощности в приемниках электрической энергии

☑ потери мощности в трансформаторах

☑ осветительная нагрузка

*2. Задание*

Отметьте правильный ответ

При определении расчетной мощности потери в элементах схемы учитываются

□ в линиях

□ в коммутационных аппаратах

☑ в трансформаторах

□ в электродвигателях

*3. Задание*

Отметьте правильный ответ

Компенсирующие устройства, мощность которых учитывается при определении полной расчетной мощности, применяется

□ для компенсации емкостных токов

☑ для компенсации реактивной мощности

□ для компенсации потерь мощности

*4. Задание*

Отметьте правильный ответ

Для приближенного определения нагрузки на освещение требуются исходные данные

□ количество светильников

☑ площадь освещаемой поверхности

☑ удельная нагрузка 

□ норма освещенности

*5. Задание {{ 32 }} ТЗ № 32*

Отметьте правильный ответ

Полная расчетная мощность определяется

□ для выбора двигателей

□ для выбора шинопроводов

☑ для выбора мощности трансформаторов ГПП

☑ для выбора сечений питающих линий

□ для выбора типа трансформаторов

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*6. Задание*

Отметьте правильный ответ

Увеличение величины относительного расстояния между рядами (λ=L:h)приводит к

☑ неравномерности освещения

□ удорожанию осветительной установки

*7. Задание*

Отметьте правильный ответ

В высоких (8 м и выше) производственных помещениях рекомендуют использовать светильники с лампами

☑ ДРЛ

□ ЛЛ

□ ЛН

*8. Задание*

Отметьте правильный ответ

Световая отдача (η= Ф/Р)источника света характеризует

☑ экономичность

□ работоспособность

□светораспределение

*9. Задание*

Соответствие марки лампы и ее срока службы

|  |  |
| --- | --- |
| ЛН | 1000 часов |
| КЛЛ | 8000 часов |
| ДРЛ | 10000 часов |

*10. Задание*

Отметьте правильный ответ

Количество источников питания потребителей второй и третьей категорий

□ только один и не более

□ не менее двух

☑ один, два и более

*11. Задание*

Отметьте правильный ответ

Надежность электроснабжения потребителей обеспечивают две системы шин с одной рабочей несекционированной на источнике питания

□ 1-ой категории

□ 2-ой категории

☑ 3-ей категории

*12. Задание*

Отметьте правильный ответ

К газоразрядным лампам относятся лампы

☑ ДРЛ

☑ДНат

☑ ДРИ

□ ЛН

*13. Задание*

Отметьте правильный ответ

Световой поток измеряется в

☑ лм

□ лк

□ Вт

*14. Задание*

Соответствие между поверхностями и их коэффициентами отражения р

|  |  |
| --- | --- |
| белая краска | 0,8 |
| черный бархат | 0,05 |

**8 семестр 4 модуль**

*1. Задание*

Отметьте правильный ответ

Требования, предъявляемые к схемам электроснабжения

☑ надежность

□ функциональность

☑ экономичность

☑ гибкость

□ рациональность

*2. Задание*

Отметьте правильный ответ

Раздельная работа линий и трансформаторов принимается

☑ с целью увеличения сопротивления и, уменьшения токов КЗ

□ экономии электрооборудования

□ уменьшения потерь

*3. Задание*

Отметьте правильный ответ

Виды нагрузок

☑ активная

□ смешанная

□ емкостная

☑ реактивная

*4. Задание*

Отметьте правильный ответ

Исходные данные для определения нагрузок

□ генеральный план

☑ ведомость нагрузок

□ схема

☑ установленная мощность

☑ коэффициенты

*5. Задание*

Отметьте правильный ответ

Для определения нагрузок, используются справочные данные

☑ коэффициент загрузки

☑ коэффициент формы графика

□ коэффициент спроса

□ коэффициент использования активной мощности

*6. Задание*

Отметьте правильный ответ

Основные составляющие полной расчетной мощности

☑ силовая нагрузка

□ индивидуальная нагрузка

□ потери мощности в приемниках электрической энергии

☑ потери мощности в трансформаторах

☑ осветительная нагрузка

*7. Задание*

Отметьте правильный ответ

При определении расчетной мощности потери в элементах схемы учитываются

□ в линиях

□ в коммутационных аппаратах

☑ в трансформаторах

□ в электродвигателях

*8. Задание*

Отметьте правильный ответ

Компенсирующие устройства, мощность которых учитывается при определении полной расчетной мощности, применяется

□ для компенсации емкостных токов

☑ для компенсации реактивной мощности

□ для компенсации потерь мощности

*9. Задание*

Отметьте правильный ответ

Для приближенного определения нагрузки на освещение требуются исходные данные

□ количество светильников

☑ площадь освещаемой поверхности

☑ удельная нагрузка 

□ норма освещенности

*10. Задание {{ 32 }} ТЗ № 32*

Отметьте правильный ответ

Полная расчетная мощность определяется

□ для выбора двигателей

□ для выбора шинопроводов

☑ для выбора мощности трансформаторов ГПП

☑ для выбора сечений питающих линий

□ для выбора типа трансформаторов

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*11. Задание*

Отметьте правильный ответ

Увеличение величины относительного расстояния между рядами (λ=L:h)приводит к

☑ неравномерности освещения

□ удорожанию осветительной установки

*12. Задание*

Отметьте правильный ответ

В высоких (8 м и выше) производственных помещениях рекомендуют использовать светильники с лампами

☑ ДРЛ

□ ЛЛ

□ ЛН

*13. Задание*

Отметьте правильный ответ

Световая отдача (η= Ф/Р)источника света характеризует

☑ экономичность

□ работоспособность

□светораспределение

*14. Задание*

Соответствие марки лампы и ее срока службы

|  |  |
| --- | --- |
| ЛН | 1000 часов |
| КЛЛ | 8000 часов |
| ДРЛ | 10000 часов |

*15. Задание*

Отметьте правильный ответ

Количество источников питания потребителей второй и третьей категорий

□ только один и не более

□ не менее двух

☑ один, два и более

*16. Задание*

Отметьте правильный ответ

Надежность электроснабжения потребителей обеспечивают две системы шин с одной рабочей несекционированной на источнике питания

□ 1-ой категории

□ 2-ой категории

☑ 3-ей категории

*17. Задание*

Отметьте правильный ответ

К газоразрядным лампам относятся лампы

☑ ДРЛ

☑ДНат

☑ ДРИ

□ ЛН

*18. Задание*

Отметьте правильный ответ

Световой поток измеряется в

☑ лм

□ лк

□ Вт

*19. Задание*

Соответствие между поверхностями и их коэффициентами отражения р

|  |  |
| --- | --- |
| белая краска | 0,8 |
| черный бархат | 0,05 |

*20. Задание*

Отметьте правильный ответ

Пуско-регулирующая аппаратура необходима для ламп

☑ ДРЛ

☑ ЛЛ

☑ ДРИ

□ ЛН

**Приложение 3**

**Содержание и варианты заданий для выполнения КП**

**8 семестр**

**Содержание курсового проекта**

Для выполнения курсового проекта студенту выдается преподавателем индивидуальное задание.

Исходные данные для проектирования приведены в табл. 1.1 – 1.4.

Пояснительная записка расчетной части курсового проекта должна содержать разделы:

1. Введение.

2. Характеристика приемников (режимы работы, категории потребителей).

3. Характеристика среды отделений цеха.

4. Требования к электроснабжению в соответствии со средой.

5. Определение расчетной мощности и нагрузок.

6. Определение месторасположения цеховой подстанции, ее типа, типа трансформаторов, их количество и мощность.

7. Выбор схемы электроснабжения цеха.

8. Обоснование напряжения распределения электроэнергии.

9. Расчет и выбор параметров схемы:

а) выбор сечений проводов и кабелей линий, питающих цеховую ТП, силовые распределительные пункты, приемники от силовых распределительных пунктов и шинопроводы;

б) выбор коммутационных аппаратов на всех ступенях схемы и проведение согласования выбранного сечения проводника и токорасцепителя автомата или тока плавкой вставки предохранителей.

10. Конструктивное исполнение схемы:

а) выбор способа прокладки кабелей и проводов цеховой сети;

б) выбор типа шинопроводов, если схема магистральная;

в) выбор типа силовых распределительных пунктов.

11. Выполнение требования в соответствии с ПУЭ о способах прокладки кабелей для взрывоопасных, пожароопасных, химически агрессивных и других сред.

Графическая часть курсового проекта состоит из:

1 лист – план цеха с расположением силового оборудования и схемой их питания (необходимо показать шинопроводы, РП-0,4 кВ, кабели, их типы и параметры).

2 лист – однолинейная схема электроснабжения цеха и расчетная схема.

## Требования к оформлению расчетной и графической части курсового проекта

Работа выполняется в виде расчетно-пояснительной записки и чертежа. Расчетно-пояснительная записка состоит из разделов, посвященных решению вышеуказанных основных вопросов задания. В начале каждого раздела формулируются те задачи, которые предстоит решить в этом разделе. Затем показывается методика решения, делаются необходимые рисунки, расчеты, даются пояснения. Все расчетные выражения должны иметь обозначения размерности, нумерацию в пределах данного раздела, например, (1.2) – выражение номер 2 первого раздела. Расчеты сводятся в таблицы, которые так же, как и рисунки, имеют нумерацию в пределах данного раздела. Литературные источники имеют сквозную нумерацию. Ссылки на рисунки, формулы, таблицы обязательны.

Текст расчетно-пояснительной записки пишется на листах формата А4 (297х210) с нанесением на каждой странице рамки.

Графическая часть проекта содержит 2 листа формата А1.

**Варианты заданий на курсовой проект**

Каждый студент выполняет курсовой проект по своему индивидуальному заданию, обозначенному двумя последними цифрами его учебного шифра в зачетной книжке (первая цифра − номер задания, вторая цифра – номер варианта).

# Задание 1. Рассчитать цеховую электрическую сеть.

# Таблица 1.1. Исходные данные на проектирование по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № по плану цеха | Наименование  отделения (участка)  цеха и  производственного оборудования | Модель или тип | Установленная мощность в  единице, кВт | Количество (по вариантам), шт | | | | | | | | | | Участок  предельной сети  (по вариантам) | Освещение  Отделения  (участка) цеха  ( по вариантам) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| I. Механическое отделение | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Токарно-винторезный станок | 1К62 | 11,125 | 8 | 5 | 3 | 2 | 9 | 4 | 7 | 1 | 4 | 3 | 1 и 9 | 1 и 6 |
| 2 | Токарно-винторезный станок | 1Б61 | 4,625 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 3 | 2 | 6 | 3 | 4 |
| 3 | Токарно-винторезный станок | 1А616П | 4,6 | 4 | 1 | 2 | - | ‑ | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | Токарно-винторезный станок | 163 | 15,125 | 1 | - | 1 | 2 | ‑ | 1 | 1 | 2 | - | 1 |
| 5 | Токарно-револьверный станок | 1П326 | 5,475 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| 6 | Долбежный станок | 7А420 | 3,8 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7 | Поперечно-строгальный станок | 7М37 | 11,0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 8 | Универсально-фрезерный станок | 6В75 | 1,7 | 2 | 3 | 2 | - | 3 | 2 | - | 3 | 4 | 3 |

# Продолжение табл. 1. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 9 | Универсально-фрезерный станок | 6Н81 | 6,325 | 1 | ‑ | 1 | 2 | ‑ | 1 | 2 | 1 | ‑ |  | 1 и 9 | 1 и 6 |
| 10 | Горизонтально-фрезерный станок | 6М80Г | 3,525 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 11 | Вертикально-фрезерный станок | 6М12П | 12,925 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 и 10 |
| 12 | Зубофрезерный станок | 5К301 | 0,725 | 2 | 4 | 3 | 5 | 2 | 4 | 5 | 6 | 2 | 3 |
| 13 | Универсальный зубофрезерный станок | 5K32 | 7,0 | 1 | ‑ | 1 | ‑ | 3 | 1 | ‑ | - | 3 | 2 |
| 14 | Кругло шлифовальный станок | 3A164 | 19,45 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 15 | Плоско шлифовальный станок | 3740 | 12,65 | 1 | 2 | 1 | - | 1 | 2 | ‑ | 3 | 2 | 1 |
| 16 | Внутри шлифовальный станок | 3Б250 | 10,225 | 1 | ‑ | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | ‑ | 1 | 1 |
| 17 | Вертикально-сверлильный станок | 2А125 | 2,925 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| 18 | Радиально-сверлильный станок | 2А55 | 6,925 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | - | 3 |
| 19 | Настольно-сверлильный станок | 2А106 | 0,6 | 5 | 7 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 8 | 7 | 5 |
| 20 | Координатно-расточный станок | 2А450 | 6,52 | 1 | 2 | ‑ | 3 | 2 | 1 | 4 | ‑ | 2 | 1 |
| 21 | Карусельный станок | 1531М | 33,28 | 1 | 1 | 1 | 1 | ‑ | 1 | - | ‑ | 1 | - |
| 22 | Универсальный заточный станок | 3641 | 1,25 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 6 | 4 | 5 | 6 |

# Задание 2. Рассчитать цеховую электрическую сеть.

# Таблица 1.2. Исходные данные на проектирование по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № по плану цеха | | | Наименование отделения (участка) цеха и  производственного оборудования | Модель или тип | | | Установленная мощность в  единице, кВт | | Количество (по вариантам), шт | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Участок предельной сети  (по вариантам) | Освещение  отделения  (участка) цеха (по вариантам) |
| 1 | 2 | | | 3 | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | | 10 | |
| 1 | | | 2 | 3 | | | 4 | | 5 | 6 | | | 7 | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | | 14 | | 15 | 16 |
| I. Механическое отделение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | Токарно-винторезный станок | | 165 | 28 | | 1 | | | 2 | 1 | | | 1 | | 1 | | - | | 2 | | - | | - | 1 | | 10 | | 4 и 7 |
| 2 | | | Токарно-винторезный станок | | 1А616 | 4,6 | | 3 | | | 2 | 4 | | | 5 | | 3 | | 4 | | 1 | | 3 | | 4 | 2 | |
| 3 | | | Токарно-винторезный станок | | ТВ-320Г | 2,925 | | 4 | | | 3 | 1 | | | 2 | | 3 | | 2 | | 4 | | 3 | | 2 | 1 | |
| 4 | | | Токарно-винторезный станок | | 1К62Б | 11,125 | | 2 | | | 1 | ‑ | | | ‑ | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 3 | 1 | |
| 5 | | | Настольно-сверлильный станок | | НС-12Б | 0,6 | | 4 | | | 5 | 3 | | | 4 | | 2 | | 3 | | 2 | | 1 | | 3 | 6 | |
| 6 | | | Горизонтально-расточный станок | | 2620А | 18,95 | | 1 | | | 1 | 1 | | | ‑ | | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | 2 | | 9 | |  |
| 7 | | | Поперечно-строгальный станок | | 7Б35 | 4,5 | | 2 | | | 2 | 3 | | | 3 | | 3 | | 4 | | 2 | | 2 | | 1 | 2 | |
| 8 | | | Универсально-фрезерный станок | | 6М80 | 3,4 | | 3 | | | 1 | 2 | | | 3 | | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | | 3 | 1 | |
| 9 | Координатно-расточный станок | | | 2А430 | 2,25 | | 4 | | | 2 | 3 | | | 2 | | 1 | | 2 | | 3 | | 3 | | 1 | 2 | |

Продолжениетабл. 4.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | | 16 | |
| 10 | Копировально-фрезерный станок | | 6441Б | 3,5 | 1 | 3 | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 9 | | 4 и 7 | |
| 11 | Плоско шлифовальный станок | | С-541 | 2,8 | 2 | 1 | 3 | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 2 | | 2 | | 1 | | 8 | |
| 12 | Внутри шлифовальный станок | | 3225БП | 7,525 | 1 | 2 | 1 | 2 | | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | | 2 | |
| 13 | Кругло шлифовальный станок | | 3Б151 | 9,585 | 2 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | 2 | | 2 | | 2 | | 1 | |
| 14 | Зубофрезерный станок | | 5312 | 10,55 | 1 | 1 | 1 | ‑ | | 1 | | 1 | | ‑ | | ‑ | | ‑ | | 2 | |
| 15 | Горизонтально-фрезерный станок | | 6М82Г | 8,7 | 2 | 1 | 2 | 2 | | 1 | | 1 | | 2 | | 2 | | 2 | | - | |
| 16 | Настольно-резьбонарезной станок | | ВС-11 | 0,6 | 3 | 4 | 2 | 1 | | 3 | | 3 | | 2 | | 1 | | 2 | | 4 | |
| 17 | Таль электрическая | | ТЭ-05 | 0,85 | 2 | 3 | 3 | 4 | | 3 | | 2 | | 3 | | 4 | | 2 | | 4 | |
| 18 | Кран мостовой электрический | | 5m | 24,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| II. Электроремонтное отделение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Шкаф электрический сушильный | - | | 0,6 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | | 7 | | 3 и 8 |
| 20 | Трансформатор сварочный для пайки медных проводов | ОС-5/0,5 | | 5 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | | 2 | | 1 | |
| 21 | Балансировочный станок | ДБ-4 | | 1,7 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | |
| 22 | Полуавтомат для рядовой многослойной намотки катушек (0,25-3 мм) | ПР-160 | | 1 | 2 | 3 | 3 | | 2 | | 1 | | 2 | | 2 | | 3 | | 1 | | 3 | |

Окончаниетабл. 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 23 | Намоточный станок (0,5-6 мм) | | ТТ-20 | | 2,8 | 1 | ‑ | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | ‑ | 2 | 1 | 7 | 3 и 8 |
| 24 | Точильный станок двух строчный | | 333А | | 1,7 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 25 | Ванна для пайки | | - | | 2,8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 26 | Обдирочно-шлифовальный станок | | 3382 | | 2,8 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 6 |
| 27 | Токарно-винторезный станок | | 1К62 | | 11,125 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | 1 |
| 28 | Вертикально-сверлильный станок | | 2Б118 | | 1,7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 29 | Таль электрическая | | ТЭ-0,5 | | 0,85 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| III. Заготовительное отделение | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | Станок отрезной с дисковой пилой | | 8Б66 | 8,825 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | ‑ | 2 | 2 | 1 | - | 4 | 6 |
| 31 | | Ножницы гильотинные | | Н-475 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 32 | | Пресс гидравлический | | ПВ-474 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 33 | | Механическая ножовка | | 872А | 1,7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 34 | | Вальцы чисто правильные | | - | 9 | 1 | ‑ | ‑ | ‑ | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 35 | | Пресс одно-кривошипный двойного действия | | К460Б | 10 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 36 | | Пресс фрикционный | | ФА-122 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 37 | | Вертикально-сверлильный станок | | 2А125 | 2,8 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| 38 | | Обдирочно-точильный станок | | 3М634 | 2,8 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 39 | | Вентилятор | | - | 4,5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |

# Задание 3. Рассчитать цеховую электрическую сеть.

## Таблица 1.3.Исходные данные на проектирование по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № по плану цеха | Наименование  отделения (участка)  цеха и  производственного  оборудования | Модель или тип | Установленная мощность в  единице, кВт | Количество (по вариантам), шт | | | | | | | | | | Участок предельной сети  (по вариантам) | Освещение  отделения (участка) цеха (по вариантам) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| I. Заготовительное отделение | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Ножницы листовые с наклонным ножом | Н-475 | 7 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 10 | 4 и 7 |
| 2 | Зигмашина | С-273А | 1,7 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 3 | Станок трубогибочный | С-288 | 7 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | - |
| 4 | Фланцегибочный станок | С-249 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 5 | Трубоотрезной станок | С-246А | 2,8 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 6 | Точильный станок двухсторонний | 332А | 1,7 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| 7 | Вальцовка трехвалковая | С-235А | 2,5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |

# Продолжение табл. 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 8 | | Настольно-сверлильный станок | НС-12А | 0,6 | 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 5 | 4 | 3 | 10 | 4 и 7 |
| 9 | | Кран-балка | - | 7,3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 10 | | Вентилятор | - | 7 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| II. Механическое отделение | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | Радиально-сверлильный станок | 2А55 | 6,925 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 8 | 5 и 8 |
| 12 | | Вертикально-сверлильный станок | 2Б118 | 7,1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| 13 | | Настольно-сверлильный станок | НС-12А | 0,6 | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 6 | 5 | 2 | 2 | 4 |
| 14 | | Универсально-фрезерный станок | 6М83 | 12,8 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | ‑ | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 15 | | Горизонтально-фрезерный станок | 6М81Г | 6,325 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 16 | | Вертикально-фрезерный станок | 6М121 | 11,825 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 17 | | Копировально-фрезерный станок | 6М42К | 4,65 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 18 | | Поперечно-строгальный станок | 7М36 | 8 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | ‑ | ‑ | 1 | 2 | 3 | 9 |
| 19 | | Продольно-строгальный станок | 7210 | 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

# Окончание табл. 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 20 | | Токарно-револьверный станок | 1П326 | 5,475 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 6 | 3 | 2 | 2 | 3 | 9 | 5 и 8 |
| 21 | | Токарно-затыловочный полуавтомат | 1811 | 3,8 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | | Токарно-винторезный станок | 1А616 | 4,6 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 6 | 3 | 2 | 5 | 3 |
| 23 | | Токарно-винторезный станок | 1К62 | 11,125 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 24 | | Токарно-карусельный станок | 1531М | 33,28 | 1 | 1 | 1 | 1 | ‑ | 1 | ‑ | ‑ | ‑ | 1 |
| 25 | | Координатно-расточный станок | 2А-430 | 2,25 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 26 | | Вентилятор | ‑ | 2,8 | 2 | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 27 | | Вентилятор | ‑ | 7 | 2 | 1 | 2 | 1 | ‑ | 3 | 2 | 2 | ‑ | - |
| 28 | | Таль электрическая | ТЭ-0,5 | 0,85 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 |
| 29 | | Кран мостовой электрический | 10m | 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ‑ | ‑ |
| III. Заточный участок | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | Универсально-заточный станок | ЗА64М | 1,75 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 9 |
| 31 | | Полуавтомат для заточки червячных фрез | 3662 | 3,45 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 32 | | Полуавтомат для заточки пил | 3692 | 2,3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

Задание 4. Рассчитать цеховую электрическую сеть.

Таблица 1.4.Исходные данные на проектирование по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № по плану цеха | Наименование  отделения (участка) цеха и производственного оборудования | Модель или тип | Установленная мощность в единице, кВт | Количество (по вариантам), шт | | | | | | | | | | Участок  предельной сети  (по вариантам) | Освещение  отделения  (участка) цеха  ( по вариантам) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| I. Электроремонтное отделение | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Механические щетки травяные для зачистки концов обмоток от полуды | - | 0,6 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 7 | 8 и 10 |
| 2 | Ножницы вибрационные | - | 0,52 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 3 | Пресс кривошипный | КА-213 | 1,7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | Намоточный станок | ПР-159 | 1,7 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| 5 | Намоточный станок | СНТ-08 | 0,36 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 6 | Настольно-токарный станок | С-28 | 0,25 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | Шкаф электрический сушильный | - | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |

# Продолжение табл. 1.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 8 | | Балансировочный станок | ДБ-4 | 1,7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | - | 2 | 1 | 1 | 3 | 8 и 10 |
| 9 | | Поперечно-строгальный станок | 7М36 | 8 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | | Полуавтомат для рядовой многослойной намотки катушек | ПР-160 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| 11 | | Обдирочно-точильный станок | 3М-634 | 2,8 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | | Таль электрическая | ТЭ-0,5 | 0,85 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 13 | | Вентилятор | - | 2,8 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| II. Заготовительно-сварочное отделение | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | Пресс двух -кривошипный | К372Г | 20 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | 3 и 4 |
| 14 | | Ножницы высечные | М-533 | 2,8 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 15 | | Пресс правильный | ПА-15 | 14 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 16 | | Вальцовка трехвалковая | 3М3 | 2,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ‑ | 1 | 1 | 1 | - |
| 17 | | Вертикально-сверлильный станок | 2А125 | 2,925 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 18 | | Станок трубонарезной | 914М | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | ‑ | 1 | 1 | - |
| 19 | | Пресс ножницы комбинированные | НА-633 | 4,5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 20 | | Обдирочно-точильный станок | 3М636 | 7 | 1 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 |

# Продолжение табл. 1.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 21 | | Автомат для дуговой сварки, шланговый | НДШМ-М500 | 0,2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 и 4 |
| 22 | | Машина электросварочная точечная | МТП-100 | 100 кВа | 2 | 1 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | ‑ | 1 | 1 | 1 |
| 23 | | Машина электросварочная шовная | МШП-200 | 200 кВа | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | ‑ |
| 24 | | Машина электросварочная стыковая | МСПТ-25 | 25 кВа | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 25 | | Вентилятор | - | 7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 26 | | Кран мостовой электрический | 5m | 24,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| III. Механосборочное отделение | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | Карусельный станок одностоечный | 1541 | 28 | 1 | 1 | 1 | ‑ | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | ‑ | 1 | 6 и 7 |
| 28 | | Универсально-фрезерный станок | 675П | 1,7 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 |
| 29 | | Настольно-фрезерный станок | Ф-57М | 0,6 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 6 | 3 | 6 | 2 | 7 |
| 30 | | Зубофрезерный автомат | 630А | 0,5 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |

# Окончание табл. 1.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 31 | | Поперечно-строгальный станок | 736 | 2,8 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 | 6 и 7 |
| 32 | | Токарно-винторезный станок | ТВ-320 | 8 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | ‑ | 1 | 1 |
| 33 | | Токарно-винторезный станок | 1В61М | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 34 | | Токарный многорезцовый полуавтомат | 1А720 | 7 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 2 | 1 | 2 |
| 35 | | Резьбонарезной станок | С-225 | 2,2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 36 | | Радиально-сверлильный станок | 2А55 | 6,925 | 1 | 1 | ‑ | 1 | - | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 37 | | Вертикально-сверлильный станок | 2118А | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 38 | | Вентилятор | - | 4,5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 39 | | Кран-балка | - | 7,3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 40 | | Таль электрическая | ТЭ-0,5 | 0,85 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| IV. Заточно-шлифовальный участок | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | Наждачный станок | 3326 | 1,7 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 8 | 5 |
| 42 | | Координатно-шлифовальный станок | 2А420 | 0,25 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 43 | | Резьбошлифовальный станок | 5821 | 5,18 | 1 | 1 | 1 | ‑ | ‑ | 1 | ‑ | 1 | 2 | 1 |

## Защита курсового проекта

Полностью оформленный курсовой проект (пояснительная записка и чертежи) представляется студентом преподавателю в установленный учебным планом срок. После проверки преподавателем курсового проекта студент его при необходимости дорабатывает и защищает. Курсовой проект принимает комиссия из состава преподавателей кафедры.

При защите выполненного курсового проекта студент должен сделать краткий доклад по результатам своей работы, ответить на вопросы, после чего объявляется результат (оценка) защиты. При неудовлетворительном результате защиты курсового проекта студент его дорабатывает, готовится к повторной защите и защищает в установленном порядке.

**Расчет электрических нагрузок**

**Определение и обозначение основных величин**

Для представления электрических величин и коэффициентов, характеризующих электропотребление, принята следующая система обозначений: показатели электропотребления индивидуальных электроприемников (ЭП) обозначаются строчными буквами, а групп ЭП – прописными буквами латинского или греческого алфавита.

Номинальная (установленная) мощность одного ЭП – мощность, обозначенная на заводской табличке или в его паспорте. Применительно к агрегату с многодвигательным приводом под номинальной мощностью подразумевают наибольшую сумму номинальных мощностей одновременно работающих двигателей агрегата.

Групповая номинальная (установленная) активная мощность – сумма номинальных активных мощностей группы ЭП:

, (1.1)

где *n* – число электроприемников.

Номинальная реактивная мощность *g*н одного ЭП – реактивная мощность, потребляемая из сети или отдаваемая в сеть при номинальной активной мощности и номинальном напряжении, а для синхронных двигателей – при номинальном токе возбуждения.

Групповая номинальная реактивная мощность – алгебраическая сумма номинальных реактивных мощностей, входящих в группу ЭП:

tgφ, (1.2)

где tgφ – паспортное или справочное значение коэффициента реактивной мощности.

Групповая средняя активная или реактивная мощность за период времени *Т* определяется как частное от деления расхода активной  или реактивной  энергии всех входящих в группу ЭП на длительность периода:

*Р*c=; *Q*c= (1.3)

Средняя активная (или реактивная) мощность группы равна сумме средних активных (или реактивных) мощностей входящих в группу ЭП (кроме резервных):

*Р*с=; *Q*c= . (1.4)

В дальнейшем под термином «средняя активная (или реактивная) мощность» имеется в виду наибольшее возможное значение средней активной (или реактивной) мощности за наиболее загруженную смену продолжительностью *Т = Т*см (*Т*см – продолжительность смены), т.е. смену с наибольшим потреблением энергии группой ЭП, цехом или предприятием в целом.

Коэффициентом использования отдельного электроприемника или группы ЭП *К*и называется отношение средней активной мощности отдельного ЭП *р*с или группы ЭП *Р*с за наиболее загруженную смену к её номинальному значению:

 = ; *К*и = . (1.5)

В справочных материалах, содержащих расчетные коэффициенты для определения электрических нагрузок промышленных предприятий, справочные значения коэффициентов использования приведены по характерным (однородным) категориям ЭП. К одной характерной категории относятся ЭП, имеющие одинаковое технологическое назначение, а также одинаковые верхние границы возможных значений  и коэффициентов реактивной мощности tgφ. Например, сверлильные станки относятся к характерной категории «металлорежущие станки», которая представлена в справочных материалах расчетными коэффициентами *=* 0,14 и tg φ = 2,3. Это означает, что активная и реактивная средняя (за максимально загруженную смену) мощность любого станка, относящегося к указанной характернойкатегории, может быть выше *Р*c= *Р*ни*g*с = *P*нtgφ с вероятностью превышения не более 0,05.

Для группы, состоящей из ЭП различных категорий (т.е. с разными), средневзвешенный коэффициент использования определяется по формуле:

 , (1.6)

где *n*– число характерных категорий ЭП, входящих в данную группу.

Эффективное число электроприемников*n*э– это такое число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое обуславливает те же значения расчетной нагрузки, что и группа различных по мощности электроприемников. Величина *n*э определяется по следующему выражению:

*n*э= , (1.7)

где *Р*н макс – номинальная мощность наиболее мощного ЭП группы; *n*– фактическое число электроприемников.

Если найденное по этой формуле число *n*э окажется больше*n*, то следует принимать *n*э = *n*. В случае, если *Р*н.макс/*Р*н.мин 3, также принимается*n*э= *n*.

Расчётная мощность *Р*р, *Q*р – это мощность, соответствующая такой неизменной токовой нагрузки *I*р, которая эквивалентна фактической изменяющейся во времени нагрузке по возможному наибольшему тепловому воздействию на элемент системы электроснабжения. Вероятность превышения фактической нагрузки над расчётной не превышает 0,05 на интервале осреднения, длительность которого принята равным трём постоянным времени нагрева (3*Т*0) элемента системы электроснабжения, через которые передаётся ток нагрузки (кабель, провод, шинопровод, трансформатор и т.д.).

Для оценочных ЭП расчётная мощность принимается равной номинальной. Для одиночных ЭП повторно-кратковременного режима расчётная мощность принимается равной номинальной приведённой к длительному режиму.

Коэффициентом расчётной мощности *К*р называется отношение расчётной активной мощности *Р*р к значению средней мощности *Р*с группы ЭП с эффективным числом ЭП *n*э:

*К*р= . (1.8)

Коэффициент расчётной мощности зависит от эффективного числа электроприёмников, средневзвешенного коэффициента использования, а также от постоянной времени нагрева сети, для которой производится расчёт электрических нагрузок.

*Т*0 = 10 мин – для сетей напряжением до 1 кВ, питающих распределительные шинопроводы, пункты, сборки, щиты. Значения *К*р для этих сетей принимаются по табл. 1.6; *Т*0 = 2,5 часа – для магистральных шинопроводов и цеховых трансформаторов. Значение *К*р для этих сетей принимается по табл. 1.7; *Т*0 30 мин – для кабелей напряжением 6 кВ и выше, питающих цеховые трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Расчётная мощность для этих элементов определяется при *К*р= 1.

Коэффициентом спроса *К*с группы ЭП называется отношение расчетной активной мощности к номинальной мощности группы:

*К*с (1.9)

Коэффициентом одновременности *К*о называется отношение расчётной мощности на шинах напряжением 6 –10 кВ к сумме расчётных мощностей потребителей, подключенных к шинам напряжением 6 – 10 кВ.

*К*о=. (1.10)

Порядок расчёта

Электрические нагрузки являются исходными данными для решения комплекса вопросов при проектировании системы электроснабжения цеха и в целом промышленного предприятия.

Определение электрических нагрузок является первым этапом проектирование любой системы электроснабжения и производится для выбора трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций, токоведущих элементов, компенсирующих установок, защитных устройств и т.д.

Исходными данными для определения электрических нагрузок являются количество и мощность приёмников электроэнергии, находящихся в цехе, категория по степени надёжности, характеристика помещения по окружающей среде.

Для определения расчётных нагрузок групп электроприёмников цеха наибольшее применение получил метод упорядоченных диаграмм показателей графиков нагрузки, который положен в основу «Указаний по определению электрических нагрузок в промышленных установках». Этот метод позволяет по номинальной мощности и характеристике приёмников определить расчётный максимум нагрузки.

Расчёт электрических нагрузок ведётся по длительному режиму работы приёмников. При наличии приёмников электроэнергии, работающих в повторно-кратковременном режиме, установленная мощность *Р*у, кВт, должна быть приведена к длительному режиму по одной из формул:

– для двигателей повторно-кратковременного режима

; (1.11)

– для трансформаторов электропечей

cosϕн; (1.12)

– для трансформаторов сварочных машин и сварочных трансформаторов ручной сварки

cosϕн; (1.13)

где ПВ– номинальная (паспортная) продолжительность включения, отн. ед.; *Р*н.п – паспортная мощность электродвигателя при относительной номинальной продолжительности включения, кВт; *S*н – паспортная мощность трансформатора, кВ.А; cosϕн − коэффициент мощности электропечи, сварочного аппарата или сварочного трансформатора при номинальных условиях. Расчёт электрических нагрузок ЭП напряжением до 1 кВ производится для каждого узла питания (распределительный пункт, шкаф, сборка, распределительный шинопровод, щит станций управления, троллей, магистральный шинопровод, цеховая трансформаторная подстанция), а также по цеху, корпусу в целом.

Исходные данные для расчета заполняются на основании полученных заданий на проектирование электротехнической части (графы 1–4, табл. 1) и согласно справочным материалам (графы 5, 6, табл. 1.), в которых приведены значения коэффициентов использования и реактивной мощности. При этом все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковыми  и tgφ независимо от мощности ЭП. В каждой строке указывается ЭП одной характерной категории.

В графе 3 указываются минимальная и максимальная мощности электроприёмников одной характерной группы.

Для многодвигательных приводов учитываются все одновременно работающие электродвигатели данного привода. Если в числе этих двигателей имеются одновременно включаемые (с индивидуальным режимом работы), то они учитываются в расчёте как один ЭП с номинальной мощностью, равной сумме номинальных мощностей одновременно работающих двигателей.

Для электродвигателей с повторно-кратковременным режимом работы не производится приведение их номинальных мощности к длительному режиму (ПВ = 100 %). При включении однофазного ЭП на фазное напряжение он учитывается в графе 2 табл. 1 как эквивалентный трёхфазный ЭП с номинальной мощностью:

*р*н= 3.*р*но ; *q*н = 3.*q*но, (1.14)

где *р*но, *q*но – активная и реактивная мощность однофазного ЭП.

При включении однофазного ЭП на линейное напряжение он учитывается как эквивалентный трёхфазный ЭП с номинальной мощностью:

*р*н=.*р*но ; *q*н=.*q*но. (1.15)

При наличии группы однофазных ЭП, которые распределены по фазам с неравномерностью не выше 15 % по отношению к общей мощности трёхфазных и однофазных ЭП в группе, они могут быть представлены в расчёте как эквивалентная группа трёхфазных ЭП с той же суммарной мощностью. В случае превышения указанной неравномерности номинальная мощность эквивалентной группы трёхфазных ЭП принимается равной тройному значению мощности наиболее загруженной фазы.

При наличии в справочных материалах интервальных значений *К*n следует для расчёта принимать наибольшее значение. Значение  должны быть определены из условия, что вероятность превышения значения фактической средней мощности над расчётной для характерной категории ЭП должна быть не более 0,05.

В графах 7, 8 определяются средние активные и реактивные мощности каждой характерной группы электроприёмников:

*Р*с= *Р*н. *k*и ;*Q*c= *Р*с. tgφ. (1.16)

Определяются суммарные значения средней активной и реактивной мощности:

; φ, (1.17)

где *m*– число характерных категорий ЭП.

Определяется средневзвешенный коэффициент использования

. (1.18)

Значение *К*и заносится в графу 5 итоговой строки.

Определяется эффективное число электроприёмников по выражению

, (1.19)

где *Р*н.макс– номинальная мощность наиболее мощного ЭП.

Значение *n*э заносится в графу 9 итоговой строки. В зависимости от средневзвешенного коэффициента использования и эффективного числа электроприёмников определяется коэффициент расчётной нагрузки *К*р.Расчётная активная мощность групп ЭП напряжением до 1 кВ (графа 11 табл. 1) определяется в зависимости от средней мощности *Р*с и соответствующего значения *К*р, кВт:

*Р*р= *К*р.*Р*с . (1.20)

Расчётная реактивная мощность (графа 12 табл. 1) определяется следующим образом:

Для питающих сетей напряжением до 1 кВ в зависимости от *n*э:

при *n*э10 *Q*р = 1,1*Q*c,

при *n*э>10 *Q*р = *Q*c.

Для магистральных шинопроводов и на шинах цеховых трансформаторных подстанций, а также при определении реактивной мощности в целом по цеху, корпусу, предприятию, квар:

*Q*р = *К*р.*Q*c . (1.21)

К расчетным силовым нагрузкам *Р*рс,*Q*рсприбавляются осветительные нагрузки *Р*ро, *Q*ро:

*Р*р*=Р*рс*+Р*ро; *Q*р*=Q*рс*+Q*ро. (1.22)

Значение токов расчётной нагрузки, по которой выбирается сечение линий по допустимому нагреву, определяется по выражению

*I*р , (1.23)

где *S*p= *Р*р2 +*Q*р2 – полная расчётная мощность в кВ.А (графа 13 табл. 1).

Расчётная мощность на шинах 6-10 кВ распределительных и главных подстанций определяется с учётом коэффициента одновременности, значение которого принимается согласно табл. 1 в зависимости от величины средневзвешенного коэффициента использования и числа присоединений к сборным шинам РУ, ГПП:

*Р*р= *Р*с.*К*о; (1.24)

*Q*р = *Q*c.*К*о; (1.25)

*S*p=  . (1.26)

Расчет нагрузок осветительных приемников

Расчётная нагрузка осветительных приёмников цеха определяется по установленной мощности и коэффициенту спроса, кВт:

, (1.27)

где *К*с.о– коэффициент спроса для освещения, принимаемый по справочным данным [4]; *Р*н.о– установленная мощность приёмников электрического освещения, которая может быть определена по формуле, кВт:

, (1.28)

где *F*– площадь цеха, м2; *Р*уд.о – удельная нагрузка, Вт/м2 [4].

Полная расчётная мощность силовых и осветительных приёмников без учёта КУ определяется из соотношения, кВ.А:

. (1.29)

Приёмники напряжением выше 1000 В учитываются отдельно.

Суммарные расчётные активные и реактивные нагрузки потребителей 0,38/0,22 и 6–10 кВ определяются суммированием.

Подробно расчёт осветительной сети производится в разделе «Освещение» курса лекций, где выбирается тип, количество, мощность светильников, их расположение и схема питания, здесь расчёт осветительной сети не излагается.

### Таблица 1. Расчёт электрических нагрузок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | | | | | | Средняя мощность группы ЭП | | Эффективное число | Коэффициент расчётной нагрузки | Расчётная мощность | | | Расчётный ток |
| по заданию технологов | | | | по справочным данным | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Наименование характерных категорий ЭП, подключаемых к узлу  питания | *n*раб/рез | *P*в мин – *P*нmax | *P*н | *К*и |  | *Р*с=*Р*н*К*н,  кВт | *Q*c=*P*ctgφ,  квар | *n*э | *К*р | *Р*р=*Р*о*К*р,  кВт | *Q*p = 1,1*Q*c  (*K*p> 1  *n*э< 10)  *Q*p = *Q*c*К*р  (*К*р< 1),  квар | *S*p | A |

Выбор цеховых трансформаторных подстанций (ТП)

Расчётная нагрузка с учётом компенсирующих устройств (КУ) определяется по формуле:

. (1.30)

Определение расчётной мощности с учётом мощности КУ даёт возможность уменьшить мощность трансформаторов и их количество.

Число трансформаторов определяется по формуле

, (1.31)

где Sн.т – номинальная мощность трансформатора, кВ.А; *S*p– расчётная мощность цеха, кВ.А; *К*3 – коэффициент загрузки трансформатора, который согласно

СН-174-75 рекомендуется применять в следующих пределах:

– для цехов с преобладающей нагрузкой I категории при двух трансформаторных подстанциях – 0,65–0,7;

– для цехов с преобладающей нагрузкой II категории при одно-трансформаторных подстанциях с взаимным резервированием – 0,7–0,8;

– для цехов с преобладающей нагрузкой II категории при возможности использования централизованного резерва трансформаторов и для цехов с нагрузками III категории – 0,9–0,95.

При выборе количества трансформаторов энергоёмких цехов (мощность которых составляет тысячи кВ.А) могут быть следующие варианты:

,, , . (1.32)

Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов должен производиться на основании технико-экономических расчётов, исходя из удельной плотности нагрузок, полной расчётной нагрузки (корпуса, отделения, цеха) и других факторов.

При плотности нагрузки напряжением 380 В до 0,2 кВ.А/м2 целесообразно применять трансформаторы мощностью до 1000 кВ.А включительно, при плотности 0,2–0,3 кВ.А/м2 – мощностью 1600 кВ.А. При плотности более 0,3 кВ.А/м2 целесообразность применения трансформаторов мощностью 1600 кВ.А или 2500 кВ.А должна определяться технико-экономическим расчётом.

Для проведения технико-экономических расчётов необходимо наметить возможные варианта установки трансформаторов, например:

1 вариант – 2 трансформатора по 1600 кВ.А;

2 вариант – 2 трансформатора по 2500 кВ.А.

Для выбранных типов трансформаторов по справочным данным [6, 7] находят их параметры:

*U*K% ;*I*ХХ% ; Δ*Р*ХХ ; Δ*Р*КЗ .

Сначала определяется коэффициент загрузки в нормальном режиме

– при двух трансформаторных ТП [1]:

, (1.33)

где *S*Р – расчётная мощность цеха, кВ.А; – номинальнаямощность трансформатора, кВ.А.

Затем определяется коэффициент загрузки в аварийном режиме:

. (1.34)

Далее определяется экономически целесообразный режим, для чего находят:

– реактивную мощность холостого хода трансформатора

 (1.35)

– реактивную мощность, потребляемую трансформатором при номинальной паспортной нагрузке:

 (1.36)

– приведённые потери мощности холостого ходатрансформатора, учитывающие потери в самом трансформаторе и в элементах системы, создаваемые им в зависимости от реактивной мощности, потребляемой трансформатором:

 (1.37)

– аналогично потери КЗ:

, (1.38)

где *К*и.п– коэффициент изменения потерь (задаётся энергосистемой; когда величина его не задана, можно принимать 0,07 кВт/квар);

– приведённые потери мощности в одном трансформаторе

 (1.39)

– соответственно для двух трансформаторов

 (1.40)

где *К*з – коэффициент загрузки трансформаторов.

Годовые эксплуатационные расходы

 (1.41)

где *k* – капитальные вложения на трансформаторы, тыс. руб.; *f* – коэффициент амортизаторных отчислений [6].

Стоимость потерь электроэнергии при заданной стоимости электроэнергии 

 (1.42)

где Э – потери электроэнергии, кВт.ч.

Суммарные годовые эксплуатационные расходы

 (1.43)

После этого определяются затраты

 (1.44)

Расчёт ведётся для каждого из рассматриваемых вариантов и выбирается вариант с меньшими приведёнными затратами.

Выбор схемы и конструктивного выполнения внутрицехового электроснабжения

напряжением до 1 кВ

Основной тенденцией в проектировании электроснабжения является сокращение протяженности сетей низшего напряжения путем максимального приближения высшего напряжения (трансформаторной подстанции) к потребителям электроэнергии.

Сети напряжением до 1 кВ подразделяются на питающие, прокладываемые от трансформаторной подстанции или вводного устройства до силовых пунктов, и распределительные к которым присоединяются электроприемники. В комплекс внутрицехового электроснабжения входят питающие и распределительные линии, РП напряжением до 1 кВ, аппаратура коммутации и защиты сетей и ответвлений к отдельным электроприемникам. Питающие и распределительные сети могут быть выполнены по радиальным, магистральным и смешанным схемам.

Радиальные схемы наиболее часто используются для питания отдельных относительно мощных электроприемников (двигатели компрессорных и насосных установок, печи и т.д.), а также в случаях, когда мелкие по мощности электроприемники распределяются по цеху неравномерно и сосредоточены группами на отдельных участках (ремонтные мастерские, отдельные участки с непоточным производством и т.п.). Радиальные схемы предпочтительны для взрывоопасных, пожароопасных и пыльных помещений. К достоинствам радиальных схем относятся: высокая надежность питания (выход из строя одной линии не сказывается на работе потребите­лей, питающихся от других линий), а также возможность автоматизации переключений и защиты.

При выполнении радиальных схем приходится сооружать распределительные щиты (пункты) с большим количеством защитных автоматов и большой щит низкого напряжения в ТП. Применение в радиальных сетях проводки, выполненной кабелем или проводом в трубах, ограничивает возможность перемещения оборудования при перестройке или реконструкции производства.

Магистральные схемы применяются для питания электроприемников, обслуживающих один агрегат и связанных единым технологическим процессом, когда прекращение питания любого из этих электроприемников вызовет необходимость прекращения работы всего техно­логического агрегата. Магистральные схемы находят широкое применение для питания боль­шого числа мелких электроприемников, распределенных относительно равномерно по площади цеха (металлорежущие станки в цехах механической обработки металлов и другие потребители).

Магистральные схемы позволяют отказаться от применения громоздкого и дорогого распределительного устройства или щита на ТП. В этом случае возможно применение схемы блока трансформатор-магистраль, где в качестве питающей линии используются шинопроводы. Схемы, выполненные шинопроводами ШМА, не подвергаются переделке при перестановках оборудования и добавлении новых электроприемников в цехе в связи с изменениями технологии производства. С помощью нормально разомкнутых перемычек между магистралями разных ТП в местах их сближения можно обеспечить надежное питание потребителей 2-й и даже 1-й категории. Питающие магистрали подключаются к шинам шкафов КТП, специально сконструированным для магистральных схем. К питающим магистралям или при отсутствии их непосредственно к шинам КТП присоединяют распределительные магистрали, выполненные шинопроводами типа ШРА, к которым через автоматический выключатель или предохранитель подключаются электроприемники.

При проектировании следует, прежде всего, рассматривать применение схем блоков трансформатор-магистраль, по возможности без распределительных устройств напряжением до 1 кВ и без распределительных щитов. Только при наличии веских оснований можно допустить отказ от магистральных схем и применять радиальные схемы питания потребителей.

На практике наибольшее распространение находят смешанные схемы, сочетающие в себе элементы радиальных и магистральных схем. Смешанные схемы характерны для крупных цехов металлургических заводов, для литейных, кузнечных и механосборочных цехов машиностроительных заводов.

Питание электродвигателей передвижных цеховых подъемно-транспортных механиз­мов (кранов, кран-балок, тельферов) производится с помощью неизолированных проводников - троллеев. В зависимости от расчетной нагрузки троллейные линии питаются от щита ТП или от распределительного пункта, либо от магистрального или распределительного шинопровода. В начале или в конце ответвления к троллейной линии устанавливается рубильник или блок рубильник-предохранитель.

Для удобства эксплуатации при наличии двух и более кранов производится секционирование троллейных линий. Подвод питания лучше осуществлять к средней части секции троллея. Допустимо подводить питание к любой точке троллея, если это не противоречит условиям потери напряжения и рационально с точки зрения конструкции сети.

Конструктивно радиальные сети выполняются: а) изолированными проводами, продолженными открыто на изолирующих опорах по фермам перекрытий либо по колоннам цеха в высоте не менее 3,5 м; б) изолированными проводами в металлических трубах, проложенными по стенам цеха или в полу; в) кабелем, проложенным открыто по стенам цеха или каналах в полу. Распределительные пункты (шкафы) устанавливаются в местах, удобных для обслуживания, возможно ближе к центру нагрузок присоединяемых приемников. Конструктивно РП могут быть размещены на полу, у стен, колонн, на стенах, в нишах. Типы выпускаемых РП и шкафов приведены в справочниках и каталогах.

Магистральные сети могут быть выполнены магистральными шинопроводами типа ПГМА, проложенными на высоте не ниже 3,5 м, а также комплектными шинопроводами типа ШРА на высоте не ниже 2,5 м от уровня пола. Шинопроводы крепятся к стенам, колоннам, фермам или прокладываются на стойках.

Присоединение приемников к шинопроводу производится с помощью ответвлений, выполненных кабелями или проводами, проложенными в трубах. В головной части ответвления на шинопроводе устанавливаются ответвительные коробки с предохранителями или автоматическими выключателями. Распределительныешинопроводы подключаются к магистральным с помощью вводных коробок. При схемах блок трансформатор-магистраль магистральный токопровод может подключаться к трансформатору наглухо.

Питание подъёмно-транспортных устройств

Питание устанавливаемых в цехах промышленных предприятий подъёмно-транспортных устройств (ПТУ): мостовых кранов, кран-балок, передаточных тележек, электрических талей и т. п. осуществляется, как правило, от внутрицеховых питающих электрических сетей общего назначения 380/220 В переменного тока через открытые главные троллеи, троллейные и монотроллейныешинопроводы или с помощью гибких кабелей. Открытые главные троллеи следует применять: для питания ПТУ, работающих с жидким или горючим металлом, в помещениях, содержащих токопроводящую пыль, в производственных помещениях с температурой окружающей среды в зоне прохождения троллеев выше 40 °С, во всех других помещениях.

Троллейные и монотроллейныешинопроводы рекомендуется применять для питания ПТУ, имеющих скорость передвижения менее 1 м/с и грузоподъёмность до 50 т: в производственных помещениях с нормальной средой, кроме особо сырых, в помещениях с улучшенной отделкой, в электротехнических помещениях, в сборочных цехах для питания передвижного электроинструмента (только троллейные шинопроводы). Допускается применение троллейных и монотроллейныхшинопроводов, если это предусмотрено ТУ, в пожароопасных зонах классов П-IIа и П-III, в производственных помещениях с пыльной средой, в наружных установках (под навесом).

В производственных или других помещениях, когда применение открытых главных троллей недопустимо из-за повышенной опасности поражения электрическим током или по условиям стесненности, могут быть применены троллейные и монотроллейныешинопроводы при условиях, отличающихся от указанных выше, при предварительном согласовании с организацией-разработчиком теплопровода.

Питание гибким кабелем рекомендуется применять для одиночных редко работающих ПТУ с расчётными токами до 100 А и с ограниченной длиной перемещения (до 40 метров), а также во взрывоопасных пожароопасных зонах.

Выбор сечения главных троллеев, гибких, кабельных троллейных и монотроллейныхшинопроводов производится по расчетному току с учётом допустимых потерь напряжения.

Расчётная мощность одного ПТУ принимается равной сумме номинальных мощностей двух наиболее мощных электроприводов, приведённых к ПВ = 1:

 , (1.45)

где *Р*н1, *Р*н2 – номинальные мощности двух наиболее мощных электроприводов при паспортной продолжительности включения *Р*н1 и *Р*н2.

Расчётный ток одного ПТУ

, (1.46)

где *U*н – номинальное напряжение сети; соsϕ‑ принимается равным 0,6 для двигателей с фазным ротором и 0,7 – для короткозамкнутых.

Расчётная мощность нескольких ПТУ, подключённых к главным троллеям, к троллейному или монотроллейномушинопроводу, определяется согласно указаниям по расчёту электрических нагрузок.

Определение потерь напряжения выполняется при типовом токе. Расчётное значение типового тока группы электродвигателей определяется как сумма пускового тока наибольшего электродвигателя группы и расчётного тока всех остальных электродвигателей группы. При отсутствии заводских данных следует принимать кратность пускового тока двигателя с фазным ротором – 2,5, короткозамкнутого двигателя – 6, двигателя постоянного тока – 2,5.

Допустимое значение потерь напряжения на зажимах крановых двигателей должны быть не более 15 % номинального напряжения. Для ориентировочных расчётов допускается принимать одинаковую допустимую потерю напряжения 5 % в питающей сети, главных троллеях и в пределах крана.

Токосъёмник ПТУ, питающийся от троллейного шинопровода, выбирается по расчётному току двух наиболее мощных электродвигателей ПТУ.

Токосъёмник ПТУ, питающийся от открытых главных троллеев, поставляется комплектно с ПТУ.

Допускается параллельная работа двух токосъёмников для одного ПТУ.

Схема троллеев и их конструктивное исполнение принимаются в зависимости от числа ПТУ, режимов их работы, значений расчётных токов и потерь напряжения, количества вводов питания и протяженности крановых пролётов.

При проектировании троллейных линий рекомендуется руководствоваться следующими положениями.

При одном ПТУ и незначительной длине пролёта, как правило, следует применять не секционированную троллейную мощность ремонтных участков с одним вводом питания. При необходимости снижения потерь напряжения следует выполнить индукционную подпитку с помощью алюминиевой шины, прокладываемой параллельно с главными троллеями.

При одном ПТУ и значительной длине пролёта, когда выполнение индукционной подпитки не обеспечивает требуемое снижения потерь напряжения, следует секционировать троллейную линию, при этом количество вводов питания должно соответствовать числу секций.

При двух ПТУ и незначительной длине пролёта может быть принята несекционированная троллейная линия с двумя ремонтными участками в торцах, с одним вводом питания. При необходимости может быть выполнена индукционная подпитка.

При двух ПТУ и значительной длине пролёта рекомендуется принимать секционированную (в середине пролёта) троллейную линию с двумя ремонтными участками в торцах, с двумя вводами питания. При недостаточности индукционной подпитки следует рассмотреть целесообразность увеличения числа секций троллейной линии.

При трёх ПТУ рекомендуется выполнять секционированную троллейную линию с тремя ремонтными участками (в торцах и середине), с двумя вводами питания. При недостаточности индукционной подпитки может быть увеличено число секций троллейной линии.

При питании ответственных ПТУ, например, работающих с жидким металлом, следует независимо от числа ПТУ секционировать главные троллеи, а вводные линии выполнить взаиморезервируемыми и рассчитанными на питание всех ответственных ПТУ.

На вводах питания рекомендуется устанавливать автоматические выключатели, на ремонтных участках – рубильники. Для секционирования главных троллеев могут быть применены автоматические выключатели или рубильники.

Главные троллеи, как правило, следует выполнять из стального уголка, прокладываемого на тролледержателях. На проложенных троллейных линиях следует через каждые 30 −40 м, а также в местах температурных швов здания устанавливать температурные компенсаторы.

Для сигнализации наличия напряжения на троллеях следует устанавливать светофоры. Светофоры устанавливаются через каждые 60 ‑80 м на рабочих секциях и на каждом ремонтном участке.

Питание главных троллеев, троллейных и монотроллейныхшинопроводов с расчётным шагом порядка 100 А и более рекомендуется осуществлять радиальными кабельными линиями от цеховых ТП или магистральных шинопроводов.

Питание ПТУ меньшей мощности может быть также выполнено и от вторичных РУ до 1 кВ и распределительных шинопроводов.

Питание напольных тележек рекомендуется выполнять с помощью троллейных шинопроводов, размещаемых в небольших каналах с частично съемным перекрытием, снимаемым во время ремонта троллеев. Ширину щели следует принимать не более 70 мм.

Питание электрических талей грузоподъёмностью 10 т и однорельсовых тележек с кабиной грузоподъёмности 2 − 10 т может осуществляться как от открытых троллеев, так и от троллейных шинопроводов. Электрические тали меньшей грузоподъёмности получают питание от троллейных шинопроводов. При изогнутых монорельсах троллейные шинопроводы не применяются.

В обоснованных случаях питания ПТУ может выполняться на напряжении 220 В выпрямленным током от специально устанавливаемых выпрямительных статистических преобразовательных устройств.

Питание электропривода главного подъёма мостового крана значительной грузоподъёмности (порядка 300 т) рекомендуется осуществлять от стационарно установленного тиристорного преобразователя по специальной троллейной линии, прокладываемой на стороне пролёта, противоположной главным троллеям.

Троллеи и подводящие провода выбираются по нагреву и проверяются на потерю напряжения.

Троллейные линии защищаются только от токов короткого замыкания.

Ток, потребляемый группой крановых двигателей , А, при напряжении 380 В может быть найден приближенно по формуле

= *К*I*Р*3+*К*2*Рn*, (1.47)

где *Р*3 – суммарная мощность трёх наибольших двигателей при ПВ = 25 %, кВт; *Рn* – суммарная мощность всех двигателей в группе, кВт; *К*I – коэффициент, равный 0,6 для кранов легкого и среднего режима и 0,9 – для кранов тяжёлого и весьма тяжелого режима; *К*2 – коэффициент, равный 0,18 для кранов легкого режима; 0,27 – среднего режима; 0,33 – тяжелого режима; 0,54 – весьма тяжёлого режима работы.

Найденный таким образом рабочий ток не должен превышать длительно допустимый для питающих проводов и троллейных линий. При расчёте потерь напряжения для группы двигателей обычно принимают, что пускается один наибольший двигатель в группе, а остальные двигатели потребляют нормальный рабочий ток.

При кратности пускового тока наибольшего двигателя *К*п= *I*пуск/*I*н  максимальный ток группы, по которому производится расчёт на потерю напряжения, будет

*I*н ,

где *I*р – рабочий ток группы двигателей, А; *I*н – номинальный ток наибольшего двигателя, А.

Допускается следующая потеря напряжения в силовых сетях подъёмно-транспортных машин:

3 % − в нормальных условиях (установившийся режим);

12 % − при редко работающих устройствах (установившийся режим);

10 % − при частных пусках;

15 % − при редких пусках.

Потерю напряжения в стальных троллеях определяют с учётом как активного, так и реактивного сопротивления.

Выбор сечений проводников по нагреву

Допустимые длительные токовые нагрузки на провода и кабели электропроводок приняты в соответствии с допустимыми температурами нагрева проводников и температурой окружающей среды, приведенными в табл. 1.6.

Для кабелей, проложенных в земле, допустимые нагрузки приняты из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7−1,0 м не более одного кабеля при удельном сопротивлении земли 120 тепловых Ом.

Для кабелей, проложенных в воздухе, допустимые нагрузки даны для расстояний в свету между кабелями при прокладке их внутри и вне зданий и в туннелях не менее 50 мм при любом числе проложенных кабелей.

При прокладке нескольких кабелей в земле (включая прокладку в трубах) допустимые длительные токовые нагрузки должны быть уменьшены путем введения коэффициентов. При этом не должны учитываться резервные кабели. Прокладка нескольких кабелей в земле с расстояниями в свету между ними менее 100 мм не рекомендуется.

При прокладке нескольких кабелей в земле (включая прокладку в трубах) допустимые длительные токовые нагрузки должны быть уменьшены путем введения коэффициентов. При этом не должны учитываться резервные кабели. Прокладка нескольких кабелей в земле с расстояниями в свету между ними менее 100 мм не рекомендуется.

При смешанной прокладке кабелей допустимые нагрузки должны определяться для участка трассы с наихудшими тепловыми условиями, если длина его более 10 м.

При определении числа проводов, прокладываемых в одной трубе, или числа жил кабеля нулевой рабочий провод четырехпроводной системы трехфазного тока в расчет не принимается.

Выбор сечений проводников по потере напряжения

Понижение напряжения на зажимах силовых электроприемников при нормальном режиме их работы допускается согласно ПУЭ не более 5 % номинального. Поэтому электрические сети после расчета по нагреву проверяют по потерям напряжения. При большой длине этот расчет является определяющим для выбора сечения проводников.

Потери напряжения Δ*U* в сети трехфазного тока определяют по формулам:

- в вольтах ;

- в процентах ,

где *J*− сила тока в сети, А; *l*− длина сети в одну сторону, км; *R*− активное сопротивление проводников сети, Ом/км; *х*− индуктивное сопротивление, Ом/км; соsφ − коэффициент мощности нагрузки.

Последнюю формулу можно упростить, если потери напряжения

(в % на *l* км)обозначить через коэффициент

,

тогда Δ*U*= *K∙J*−1

Значение этого коэффициента для трехфазной сети напряжением 380 В, выполненной из проводов, уложенных в трубы, или из кабелей, приведено в табл. 1.10, а при открытой прокладке проводов в табл. 1.11.

Потеря напряжения в линии при заданном сечении проводов и кабелей из цветных металлов определяется по формуле

,

где – сумма произведений активных нагрузок на длины участков линии;– табличное значение удельной величины потери напряжения в процентах на 1 кВт км.

Сечение проводов по заданной величине потери напряжения определяется следующим образом. Находится расчетной значение  по формуле



и подбирается сечение провода с ближайшим меньшим значением удельной потери напряжения.