ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т. Г. ШЕВЧЕНКО
**Физико-технический институт**
Факультет среднего профессионального образования
*Кафедра электротехнологического оборудования*

# КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Методические рекомендации*

Тирасполь
Издательство Приднестровского Университета
2024

УДК 621.3.004:377.138.55(072.32)
ББК 3280.1-08р20+Ч447.028р20
К93

*Составитель*
**С. К. Баранова,** ст. преп.
**Е. А. Васильева,** ст. преп.
**Л. Н. Дьяченко,** ст. преп.

**Рецензенты:**
*А. В. Деткова,* канд. пед. наук, доц., и. о. декана ФСПО ФТИ ПГУ им. Т. Г. Шевченко
*О. А. Зосимов,* начальник электромеханического производства ГУП ГК «Днестрэнерго»

К93 **Курсовое проектирование по технической эксплуатации и обслуживанию электрического и электромеханического оборудования** : методические рекомендации [Электронный ресурс] / ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко» ; Физико-технический институт ; составители : С. К. Баранова, Е. А. Васильева, Л. Н. Дьяченко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2024. –62 с.

Минимальные системные требования: CPU (Intel/AMD) 1,5 ГГц / ОЗУ 2 ГГб / HDD 450 Мб / 1024*768 / Windows 7 и старше / Internet Explorer 11 / Adobe Acrobat Reader 6 и старше

*В методических рекомендациях изложены рекомендации к выполнению курсового проекта по технической эксплуатации и обслуживанию электрического и электромеханического оборудования. Приводятся требования к расчетной и графической частям, а также правила оформления проекта. В приложении приведены таблицы для составления графиков ППР электрооборудования.*

*Предназначено для студентов ФТИ СПО ПГУ, обучающихся по направлению подготовки 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» дневной формы обучения.*

**УДК 621.3.004:377.138.55(072.32)**
**ББК 3280.1-08р20+Ч447.028р20**

Рекомендовано Научно-методическим советом ПГУ им. Т. Г. Шевченко

© С. К. Баранова, Е. А. Васильева, Л. Н. Дьяченко, составление, 2024

# ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа по дисциплине «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» является завершающим этапом изучения соответствующего курса.

При написании работы проверяются знания обучающегося полученные им при изучении дисциплин: «Электрические машины», «Электрические аппараты» и других.

При выполнении данной курсовой работы обучающийся должен показать знания по устройству электрооборудования, определению его неисправностей, наладочным испытаниям, продемонстрировать знание документооборота при техническом обслуживании оборудования, организации работ по техническому обслуживанию электрооборудования.

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальное задание, которое выполняется самостоятельно, согласно требованиям методического указания. Работа выполняется по графику и сдается в указанный срок на проверку преподавателю. Допускается сдача работы в электронном виде, но до указанного календарного срока. После проверки преподавателем, если работа принята, студент защищает её.

# I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Техническая эксплуатация электрооборудования включает в себя следующие мероприятия:

– подготовку, включение и выключение электрооборудования, поиск неисправностей и прогноз технического состояния;

– профилактика обслуживания;

– настройка и регулирование отдельных узлов, соединений:

– обеспечение безопасности отдельных узлов и электрооборудования в целом;

– обеспечение запасных частей;

– техническое обучение обслуживающего персонала;

– надлежащее ведение технической документации.

Техническая эксплуатация электрооборудования будет эффективной если на этапе проектирования будут рассмотрены особенности конструкции. Плохо спланированное обслуживание может привести к простою оборудования или несчастным случаям, вызванным неправильными действиями технического персонала.

При анализировании производительности технического обслуживания следует использовать следующие показатели:

– капитальные затраты технического обслуживания;

– время простоя и потери при техническом обслуживании;

– время, затраченное на обслуживание и ремонт оборудования.

*Рис. 1.* Технический осмотр оборудования

*Рис. 2.* Техническое обслуживание

Ремонтный персонал выполняет следующие виды работ по эксплуатации электрооборудования:

– контроль за состоянием и эксплуатацией электрооборудования, механической части электроприводов с профилактическими мероприятиями (смазка, очистка, подтяжка крепежных элементов);

– периодическая ревизия основного и резервного оборудования с выполнением текущего ремонта, в соответствии с графиком;

– капитального ремонта при сильном износе и замена его при необходимости;

– ввод в эксплуатацию нового оборудования или оборудования, прошедшего осмотр или ремонт.

Во время эксплуатации оборудования ремонтный персонал ведет журналы учета: дефектов, отказов и неисправностей, где фиксируются неполадки в работе любой части электрооборудования; оперативных включений и отключений на подстанциях; осмотров и ремонта оборудования в установках напряжения до 1000 В.

Использование микроэлектроники позволяет повысить уровень надежности и безопасности при эксплуатации оборудования. Это позволило получить новые принципы обслуживания и ремонта электроустановок оборудования. Рассмотрим некоторые из них.

**Работа на твердом ресурсе**. Электрооборудование имеет ограничение по времени работы, по истечении которого оно заменяется на новое. Время проведения ремонтов назначается перед началом эксплуатации и корректируется через определенное время. Периодичность ремонта регламентируется состоянием элементов цепи. Этот метод имеет ряд недостатков: для большинства элементов и сборок недостаточно используются индивидуальные ресурсы;

*Рис. 3.* Замена неремонтопригодного оборудования

*Рис. 4.* Капитальный ремонт электродвигателя

повышается трудоемкость технического обслуживания и ремонта; снижается надежность оборудования после проведения ремонта. Этот метод применим только к наиболее ответственным механизмам для отдельных узлов и блоков, в том числе не подлежащих ремонту.

**Эксплуатация согласно техническому состоянию**. Все элементы оборудования работают без ограничения ресурса, но осуществляется непрерывный контроль с замером параметров, характеризующих техническое состояние электропривода оборудования, узла или блока. По итогам замеров принимается решение о дальнейшей эксплуатации оборудования, которое определяется и прогнозируется его техническим состоянием и данными о затратах на техническое обслуживание и ремонт, включая потери от простоев.

В основе метода лежит диагностика, как средство получения точной информации о состоянии электропривода оборудования. Он применим для элементов оборудования, состояние которых можно измерить. Метод технического обслуживания и ремонта имеет негативные аспекты, связанные с изменчивостью объема работ во время технического обслуживания из-за разного характера требований к ремонту.

**Эксплуатация в соответствии с уровнем надежности**. Оборудования используют до тех пор, пока осуществится безопасный отказ. Устанавливают приемлемые уровни надежности элементов привода, которая обеспечит безотказную работу и допустимые показатели экономичности при эксплуатации оборудования. Приемлемые уровни надежности могут быть назначены исходя из опыта исполь-

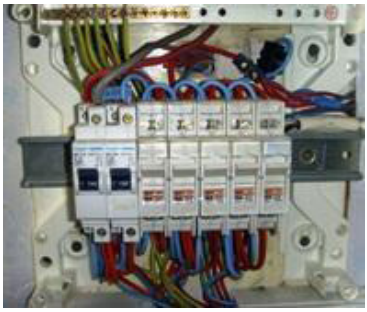


*Рис. 5.* Обслуживание по техническому состоянию

зования оборудования. На практике все принципы используются в совокупности, дополняя друг друга.

Важнейшая роль в этой системе отводится диагностическому контролю состояния оборудования, определению характера и места нахождения дефекта на ранней стадии его развития, прогнозированию дальнейшего технического состояния оборудования.

# II. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА

## 2.1. Структура курсового проекта

Курсовой проект состоит из трёх частей:

1. Текстовая часть (пояснительная записка): объем пояснительной записки 25–30 листов печатного текста формата А4.

2. Графическая часть схема электрическая принципиальная станка, выполненная в программе «Компас» на формате А3

3. Электронная часть (презентация).

### 2.1.1. Текстовая часть (пояснительная записка)

**Содержание**

1. Техническая характеристика станка
1.1. Общие сведения о станках
1.2. Техническое описания станка
1.3. Описание принципа работы станка
1.4. Возможные неисправности и методы их устранения
2. Система планово-предупредительного ремонта (ППР) и составления графика для всех видов оборудования участка
3. Подсчет количества рабочих (ремонтников) для выполнения работ, согласно с графиком ППР
3.1. Расчет численности вспомогательных рабочих
3.2. Расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих
3.3. Расчет годового расхода электрической энергии
4. Охрана труда
4.1. Требования безопасности при проведении работ
4.2. Электробезопасность
4.3. Пожарная безопасность
Заключение
Литература

В качестве примера рассмотрим токарно-карусельный станок.

# 1. Техническая характеристика станка

## 1.1. Общие сведения о станках

Карусельные станки используются для обработки заготовок деталей большого диаметра, но относительно небольшой длины. Их можно использовать для обработки и растачивания цилиндрических и конических поверхностей, обрезки торцов, обрезки кольцевых канавок, сверления, зенковки, развертывания и т. д. Основными размерами карусельных станков считаются наибольший диаметр и высота обрабатываемой на станке заготовки. В то же время каждая последующая модель станка позволяет обрабатывать заготовку в 1,25 раза большего диаметра, чем предыдущая, т. е. карусельные станки имеют знаменатель диапазона размеров $\varphi = 1{,}26$. Основным движением резания является вращение стола, несущего заготовку, движениями подачи являются горизонтальные и вертикальные перемещения суппорта. Вспомогательные движения включают быстрое вертикальное перемещение перекладины, вращение револьверной головки и т. д. Вертикальная подача боковой опоры используется для обработки наружных поверхностей различных профилей, а горизонтальный предназначен для нарезания канавок, снятия фасок и т. д. Горизонтальная подача вертикального штангенциркуля используется для обработки торцевых плоскостей, его вертикальная подача предназначена для обработки наружных и внутренних поверхностей.

По компоновке карусельные станки делятся на одно- и двухстоечные станки.

*Рис. 1.1.* Токарно-карусельный станок с одной стойкой

На рисунке 1.1 показан токарно-карусельный станок с одной стойкой, его общий вид и органы управления, предназначенного для токарной обработки больших заготовок диаметром до 1250 мм. При помощи него выполняют точение и растачивание цилиндрических и конических поверхностей, сверление, зенковка, развертывание, нарезание канавок, точение плоских торцевых поверхностей, резка и, при наличии специальных приспособлений, нарезание резьбы и обработка фасонных поверхностей.

## 1.2. Техническое описания станка

Выбирая станок токарно-карусельной группы, следует учитывать следующие его характеристики:

– мощность станка;

– количество скоростей и диапазон частоты вращения планшайбы;

– угол поворота ползуна вертикального суппорта;

– величина максимального перемещения суппортов оборудования в горизонтальном и вертикальном направлениях;

– максимальные размеры подвергаемой обработке детали (высота, диаметр);

– максимальная величина перемещения поперечины (для двух-стоечных станков);

– размеры планшайбы.

На станках токарно-карусельной группы производят обработку с высокой скоростью. Это возможно, так как заготовка и шпиндель значительных консольных нагрузок не испытывают. Планшайба закреплена на рабочем столе таким образом, что кроме основного движения и движения подачи, на этих станках используется дополнительное движение, совершаемое поперечиной (траверсой). Режущий инструмент подводится к поверхности обрабатываемой заготовки с помощью траверсы. Детали большого диаметра (16,5–25 м) обрабатывают на двухстоечных станках токарно-карусельного типа, а одностоечные агрегаты используют для деталей с меньшими габаритами. Одностоечные карусельные станки с системой ЧПУ позволяют использовать такое оборудование для обработки деталей со сложной конфигурацией, как прямолинейными, так и криволинейными участками. На таких станках, не устанавливается боковой суппорт: все технологические операции на них выполняются за счет использования револьверного суппорта, его работой также, как и приводом основного движения, управляет специальная программа. Эта программа вводится в блок управления станка, и выполняет следующие операции:

– выбор частоты вращения планшайбы оборудования;

– поворот револьверной головки в положение для обработки, с фиксацией в этом положении;

– управление подачами и положением рабочих инструментов

– установка в нулевом положении режущего инструмента;

– управление передвижениям рабочих инструментов.

На некоторые модификации данных станков производитель устанавливал планшайбы самоцентрирующегося типа. Технологические возможности оборудования с такими планшайбами значительно шире, чем у обычных моделей.

На заводе им. Г.М. Седина выпускались станки токарно- карусельной группы двухстоечные. Модель 1525 является ярким образцом. Характеристики станка данной модели следующие:

– возможен реверс т. е. изменение направления вращения планшайбы;

– наличие двух верхних суппортов поворотного типа;

– с дополнительной опцией вращающегося инструмента (ось С);

– в двухпаллетном исполнении существенно повысить производительность;

– специальный подшипник стола для скоростной обработки или гидростатика для обработки тяжелых заготовок;

– одно или двухсуппортное исполнение;

– магазин автоматической смены инструмента.

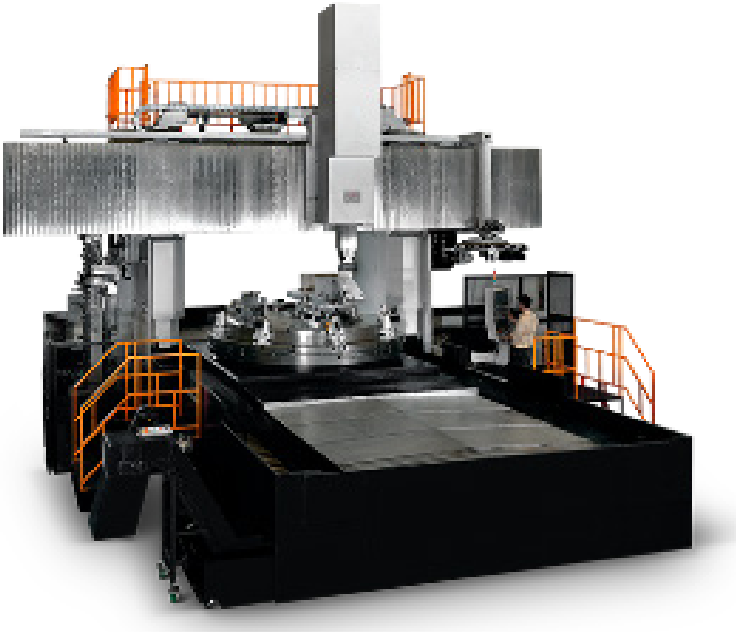


*Рис. 1.2.* Двухстоечный токарно-карусельный станок

### 1.3. Описание принципа работы станка

У модели 1525 привод главного движения станка оснащается двухступенчатым редуктором и электродвигателем, с регулируемой частотой вращения вала.

Две электромагнитные муфты обеспечивают интервал скорости вращения планшайбы, а частота вращения главного вала электродвигателя регулируется бесступенчато с помощью электрической схемы.

На отечественном рынке представлен большой выбор токарно-карусельного оборудования от зарубежных производителей. Станки от китайской компании Dalian Guofeng Machine Tools это хорошее соотношение цены и качества. Эти модели относятся к категории токарно-карусельного оборудования двухстоечного типа, по своим техническим характеристикам они похожи на станки завода им. Г. М. Седина. Они позволяют с достаточно высокой точностью производить токарную обработку заготовок, как простой, так и сложной конфигурацией.

*Рис. 1.3.* Токарно-карусельный станок с упрощенной системой ЧПУ

На рисунке 1.3 представлена одностоечная модель токарно-карусельного оборудования, мощность которого в пределах от 22 до 45 кВт (рис. 1.3). На станках этой модели установлена упрощенная система ЧПУ – цифровая индикация, которая позволяет управлять работой токарно-карусельного станка более удобным, простым и эффективным способом. В данных станках, приводы перемещения по осям X и Z оснащены дополнительными сервомоторами, что обеспечит высокую надежность и точность обработки. Более качественное токарно-карусельное оборудование от зарубежных производителей, пользующееся популярностью на отечественном рынке, это продукция швейцарской компании ENCE GmbH, которая значительно дороже отечественных и китайских производителей.

Схема электрическая принципиальная станка выполненная на формате А3 должна быть представлена и в пояснительной записке на листе формата А4. В данном подразделе следует описать принцип работы станка.

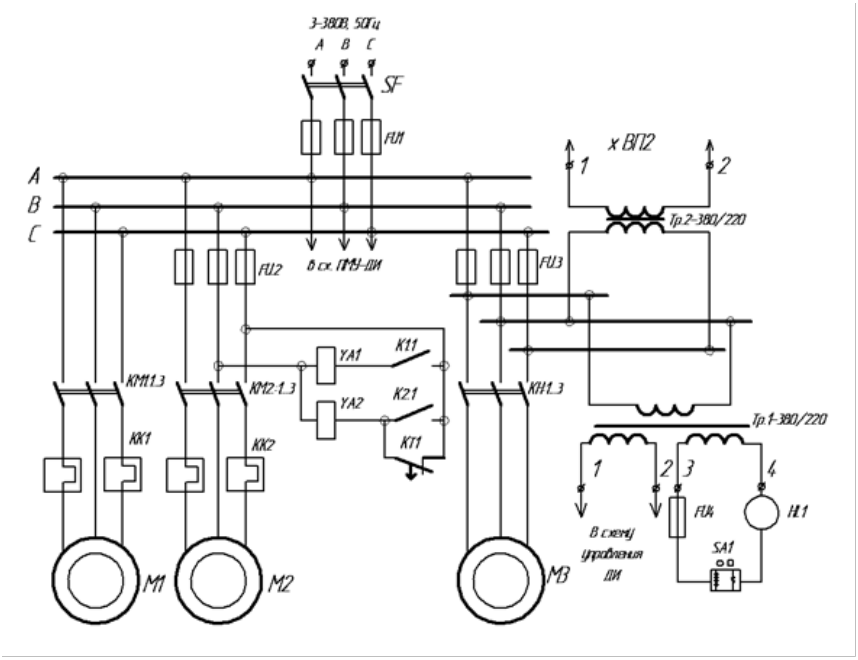



*Рис. 1.4.* Силовая часть токарно-карусельного станка
(Схема электрическая принципиальная)

Принципиальную электрическую схему управления электродвигателем следует рассмотреть в следующей последовательности:

1. Назначение электрической схемы управления
2. Основные элементы схемы. Назначение.
3. Аппараты управления. Назначение.
4. Работа схемы в режиме ручного и автоматического пуска
5. Аппараты защиты, блокировки, сигнализации и порядок их действия.
6. Напряжение питания цепей силовых, управления, контроля и сигнализации.

Схему по техническому заданию можно разработать заново или модернизировать. Исходным вариантом может быть «пускатель», как реверсивный, так и нереверсивный.

Наиболее простыми, наглядными и доступными к пониманию являются релейные схемы, но они громоздки. Релейные схемы могут быть выполнены на полупроводниковых элементах. При разработке принципиальных электрических схем управления электродвигателем предоставляются широкие возможности для творческого решения задач и применения новых достижений.

Буквенно-цифровые условные обозначениям в разработанной схеме приводится в соответствие с требованиями ГОСТ.

## 1.4. Возможные неисправности и методы их устранения

На основе принципиальной электрической схемы управления электродвигателем механизма изложить порядок выполнения мероприятий для ремонта электродвигателя со снятием и без снятия напряжения.

Обнаружение дефектов и организация их своевременного устранения – одна из основных задач наладки. Другой задачей является установление соответствия оборудования техническим условиям (ГОСТу, ПУЭ, ПТЭ), проекту и техническим требованиям, оценка пригодности электрооборудования к эксплуатации и наладке его устройств управления, релейной защиты и автоматики. Общие дефекты оборудования и требования к нему определяют общую методику их выявления, которая строится на такой последовательности групп проверок, измерений и испытаний:

– измерения и испытания, определяющие состояние изоляции токоведущих частей электрооборудования;

– проверка схем электрических соединений;

– проверка, настройка и испытание устройств релейной защиты, управления, сигнализации, автоматики и других вторичных устройств;

– окончательная оценка пригодности к эксплуатации электрооборудования (опробование работы электрооборудования– индивидуальное и комплексное).

Задачи быстрейшего ввода объектов в эксплуатацию требуют выполнения максимального количества проверок и испытаний в процессе монтажа электрооборудования до его полного окончания, что учитывается при организации наладочных работ.

К таким работам относятся:

– ревизия электрооборудования, различные измерения, определяющие состояние изоляции обмоток и других токоведущих частей электрических машин и аппаратов;

– измерение сопротивления постоянному току обмоток, контактов и других частей и т. д.

При ремонте электрооборудования поиск неисправностей наиболее сложный процесс, так как электрическая схема, это сложная взаимосвязанная сеть силовых электрических цепей и цепей управления. Поэтому обнаружить неисправную деталь или цепь трудно.

Большинство неисправностей носят скрытый характер и обнаружить их внешним осмотром очень сложно. Тестирование позволяет облегчить процесс поиска неисправности и принятия промежуточного или конечного решения.

Применение алгоритма автоматического поиска неисправностей один из способов снижения времени поиска неисправностей. Опыт эксплуатации показывает, что для поиска неисправностей электрооборудования применяют следующих методы.

**Осмотр.** Внешний осмотр включенного электрооборудования при отсутствии аварийных признаков отказа и соблюдения правил безопасности труда дает наибольший эффект. Признаками неисправности являются: искрение, дым, нагрев отдельных деталей, появление треска и т.п. Обнаружить скрытые неисправности осмотр не позволяет.

**Замена.** После замены исчезают неисправности, значит элемент заменен, действительно поврежденный.

**Вносимая неисправность.** В проверяемый блок вносится повреждение, в результате чего взаимодействие элементов схемы изменяется. Анализ их изменений и контроль параметров схемы и позволяют определить или устранить неисправность.

**Половинные разбиения.** Если в схемах электрооборудования показатели надежности отдельных узлов и блоков одинаковы, можно применить этот метод. Можно для поиска неисправности, например, проверить один узел по напряжению, а затем по току, а затем и обнаружить неисправность.

**Промежуточные измерения.** Измерить напряжение в контрольных точках, сопротивления отдельных элементов в электрической цепи и другие контрольно-диагностические действия, помогут определить место неисправности в электрооборудовании или обнаружить неисправный элемент.

**Сравнения с неисправным объектом.** Сигналы неисправности узла или блока схемы сравнивают с сигналами другого исправного.

Пользуются следующими практическими принципами выбора метода поиска неисправности:

– необходимо убедиться, что в электрооборудовании нет ошибочно установленных положений рукояток переключателей и задающих устройств;

– выбрать такой метод, чтобы исключалась случайность полученных результатов, поиск должен приводить хотя бы к одному из многих возможных результатов.

Неисправности электрооборудования можно классифицировать по трем признакам.

Первая группа – неисправности, обусловленные проектными недостатками.

Вторая – неисправности, проявляющиеся в начале периода эксплуатации электрооборудования из-за несовершенства конструкции эксплуатируемого оборудования, некачественного монтажа и наладки.

Это могут быть:

– ложные срабатывания блокировок из-за нарушений при наладке;

– не правильного расчет уставок максимальной токовой защиты, при этом ток срабатывания реле рассчитан не по действительному (рабочему) току двигателей;

– многочисленные случаи выхода из строя силовых и контрольных кабелей в этот период, т.к. монтаж кабельных муфт выполнен с нарушениями.

Все эти неисправности требуют большого объема ремонтных работ в период эксплуатации. Но поиск неисправности облегчается, так как причины неисправности известны, полученные на основании опыта эксплуатации подобного оборудования на других объектах.

Третья группа неисправностей появляется в процессе эксплуатации и связана с внешними условиями, процессами старения изоляционных материалов и некачественной эксплуатацией. Наиболее частые неисправности этой группы – обрыв электрической цепи в реле, пускателях, контакторах. Следует отметить три основные причины этих неисправностей:

– попадание посторонних предметов между контактами;

– разрегулирование механической части электрического аппарата, тяг, пружин;

– окисление и эрозия контактов из-за воздействия электрической дуги.

При определении неисправности можно воспользоваться любым методом поиска. Чаще всего на практике используют метод по-

иска обрыва электрической цепи при включении её под напряжение и с помощью индикатора или контрольной лампочки производят проверку в контрольных точках этой цепи. При возникновении разрыва между контрольными точками возникает разность потенциалов, контрольная лампа загорается.

Помощь в отыскании и устранении неисправности оказывает сигнализация. Если неисправность произошла за пределами её действия, необходимо воспользоваться схемами электрооборудования.

Квалификация обслуживающего персонала, знание электрических схем и методов поиска и устранения неисправностей – это основное условие успешной эксплуатации электрооборудования.

## 2. Система планово-предупредительного ремонта (ППР)

### 2.1. Составление графика для всех видов оборудования участка

1. Обосновать и составить график ППР для электрооборудования.

2. Определить численность работников, количество материалов и приспособлений для проведения определенного этапа технического обслуживания электрооборудования.

3. Составить технологическую карту ремонта

На предприятиях периодически проводят планово-предупредительный ремонт оборудования (ППР), с целью обеспечения надежной работы оборудования и предупреждения неисправностей и износа. Согласно которого проводят работ, направленные на восстановление оборудования, замену деталей, что обеспечивает экономичную и непрерывную работу оборудования.

Для составления графика ППР нужно выполнить следующее:

1. Электрооборудование группировать по мощностям.

2. Исходя из категории помещения, определить периодичность проведения текущих и капитальных ремонтов.

3. Рассчитать трудоемкость капитального ремонта.

4. Рассчитать трудоемкость текущего ремонта.

5. Используя программу Excel построить график ППР.

6. Исходя из общей трудоемкости ремонтов определить количество рабочих.

Выполняя курсовой проект, обучающийся должен достаточно подробно:

1) разработать технологию капитального ремонта оборудования;

2) решить вопросы приемки и сдачи оборудования в эксплуатацию, его дальнейшей эксплуатации после ремонта;

3) разработать технологический процесс изготовления, ремонта или восстановления деталей и узлов машины, предусмотреть возможность осуществления модернизации оборудования и работ, связанных с изготовлением изношенных деталей ремонтируемого оборудования;

4) разработать краткую инструкцию по ТО и эксплуатации данного оборудования.

При этом следует выбирать наиболее прогрессивные и современные виды грузоподъемных и транспортных средств, высокопроизводительные режущий и измерительный инструмент, приспособления, механизацию и автоматизацию производственных процессов и пр.

Все расчеты оформить в полном соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, ЕСТД после проверки их правильности.

Ремонт электрооборудования осуществляется, в соответствии с годовым графиком планово-предупредительного ремонта электрооборудования, на основе которого, определяется потребность в ремонтном персонале, в материалах, запасных частях, комплектующих изделиях. В него включается каждая единица, подлежащая капитальному и текущему ремонту электрооборудования.

Годовой график планово-предупредительного ремонта (графика ППР) электрооборудования составляется согласно нормативам, при этом можно использовать приложения этого методического указания или справочник «Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования» А. И. Ящура 2008 года, в котором можно найти всю необходимую информацию для расчета.

На предприятии имеется некоторое количество электрического оборудования, которое необходимо внести в график ППР (согласно таблице 1).

**Таблица 1. Типовая форма графика ППР**

| Электро-оборудование | Кол., шт | Трудоёмкость единицы оборудования | | Трудоёмкость всего оборудования | | Продолжительность межремонтных периодов, мес. | | Распределение ремонтов по месяцам | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Текущий | Капитальный | Текущий | Капитальный | между ТР | между КР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Электродвигатель Р -0,5 кВт | 20 | 2 | 0,7 | 40 | 14 | 12 | 144 | Т | | | | | |
| Электродвигатель Р -3,5 кВт | 20 | 3 | 1,5 | 60 | 30 | 12 | 144 | | Т | | | | |
| Электродвигатель Р -10,5 кВт | 20 | 4 | 2 | 80 | 40 | 12 | 144 | | | Т | | | |
| Выключатель элегазовый | 12 | 16 | 10 | 193 | 60 | 12 | 60 | | | | Т | | |
| Силовой трансформатор 6300 кВА | 4 | 50 | 250 | 66 | 30 | 36 | 144 | | | | | Т | |
| Трансформатор тока 5000 А | 6 | 6 | 18 | 36 | 36 | 12 | 120 | | | | | | Т |
| Щиток силовой | 4 | 14 | 40 | 56 | 37 | 12 | 120 | | | Т | | | |

| Электро-оборудование | Кол., шт | Трудоёмкость единицы оборудования | | Трудоёмкость всего оборудования | | Продолжительность межремонтных периодов, мес. | | Распределение ремонтов по месяцам | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Текущий | Капитальный | Текущий | Капитальный | между ТР | между КР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Щиток освещения | 12 | 8 | 25 | 96 | 48 | 12 | 120 | | | | | Т | |
| Сети силовые (м) | 1000 | 18 | 36 | 180 | 51 | 8 | 120 | | | | | | |
| Сети освещения (м) | 3000 | 12 | 25 | 360 | 67 | 8 | 120 | | | | Т | | |
| Светильники люминесцентные | 500 | 4 | - | 200 | - | 6 | - | | Т | | | | |
| Светильники ДРЛ | 100 | 5 | - | 50 | - | 6 | - | Т | | | | | |
| Измерительные приборы | 50 | 1,5 | 4,5 | 65 | 67 | 12 | 60 | | | | | К | |
| Заземляющие устройства | 19 | - | 50 | - | 130 | - | 180 | | | | | | К |

В графе 1 указывается наименование оборудования, как правило, краткая и понятная информация об оборудовании, например, название и тип, мощность, фирма изготовитель и т. д.

Графа 2 – количество оборудования (шт.). Можно использовать номера из электрических однолинейных схем или из технологических.

В графах 3–4 указываются трудоемкость единицы оборудования (чел./час).

В графах 5–6 указываются трудоемкость всего оборудования (чел./час).

В графах 7–8 – продолжительность межремонтного цикла и межремонтного периода (мес.).

В графе 9 – распределение ремонта по месяцам, разбита на 12 столбцов, каждый из которых соответствует одному месяцу, условным обозначением указывают *вид планируемого ремонта*: К – капитальный, Т – текущий.

Теперь, когда мы рассмотрели общие положения о графике ППР, рассмотрим конкретно взятый пример.

Предположим, что в электрохозяйстве, есть:

1) масляный трансформатор трехфазный двухобмоточный (Т-1 по схеме) 10/0,4 кВ, 6300 кВА;

2) электродвигатель насоса, асинхронный (обозначение по схеме Н-1), $P_н$=10,5 кВт;

**Шаг 1.** Вносим в пустую форму графика ППР наше оборудование.

**Шаг 2.** На этом этапе определяем продолжительность межремонтного цикла и межремонтного периода из таблицы 3 (Приложение) и трудоемкости ремонта трансформаторов и комплектных подстанций таблицы 4 (Приложение).

а) Для трансформатора мощности 6300 кВА выбираем значения периодичности при капитальном и текущем ремонтах, и записываем их в свой график.

б) Для электродвигателя по той же схеме. Найденные нормативы в таблицах переносим в наш график ППР. При капитальном ремонте электродвигателей необходимо учитывать, что не всегда необходимо производить перемотку статора. Достаточно пропитать обмотку лаком просушить статор. Поэтому общее количество двигателей условно делим пополам и рассчитаем затраты времени на капитальный ремонт двигателей с перемоткой и без перемотки. Например, 20 электродвигателей мощностью 0,5 кВт. Из них – 10 шт. проводим капитальный ремонт без перемотки и 10шт. с перемоткой. Норма времени: 11 часов на один двигатель с перемоткой и 6 часов без перемотки. Итого получим $11 \cdot 10 + 10 \cdot 6 = 170$ часов. В сухих помещениях капитальный ремонт проводится раз в 12 лет. Для определения времени на капитальный ремонт в год необходимо разделить 170 на 12 получим 14 час в год. Эта цифра вносится в график ППР в графу 6, указывается трудоемкость всего оборудования (чел./час).

**Шаг 3.** Для выбранного электрооборудования нам необходимо определиться с количеством и видом ремонтов в предстоящем году. Для этого нам необходимо определиться, когда и какие виды ремонта предстоят трансформатору Т-1 в 2023 году. Количество рабочих часов в год составляет 1664.

Берем найденный норматив ресурса между капитальными ремонтами для трансформатора – 12 лет. Таким образом, следующий капитальный ремонт должен проводиться через 12 лет после последнего капитального ремонта, а т.к. последний был в январе 2010 г., значит, следующий планируем на январь 2022 года.

По текущему ремонту – 3 года. Последний текущий ремонт производился в январе 2020, т.о. 2020+3=2023. Следующий текущий ремонт в январе 2023 года, именно на этот год мы и составляем график, следовательно, в графе 9 (январь) для трансформатора Т вписываем «Т».

Для электродвигателя; капитальный ремонт проводится каждые 12 лет и планируется на сентябрь 2023 года. Текущий ремонт прово-

дится 1 раза в год и, согласно последнему текущему ремонту, планируем на март 2024 года.

Аналогично проводится расчет затрат времени для остального электрооборудования. Нормы времени, и периодичность работ приводятся в таблицах приложения.

Если электрооборудование вновь монтируемое, то все виды ремонта, проводят от даты ввода оборудования в эксплуатацию.

Даты ремонтов необходимо согласовывать с механической службой и службой КИП и А, а также с другими структурными подразделениями, имеющим непосредственное отношение к ремонту и обслуживанию оборудования.

Пример расчета текущего и капитального ремонта электродвигателей разной мощности.

Структурой ремонтного цикла называется чередование ремонтов в определенной последовательности и через определенные промежутки времени. Количество плановых ремонтов всех видов ($Р_К$ и $Р_Т$) в течение ремонтного периода определяется по формулам:

Текущие ремонты

$$Р_Т = (П_К / П_Т) - 1,$$

где $П_К$ – продолжительность между капитальными ремонтами

$П_Т$ – продолжительность между текущими ремонтами

Капитальные ремонты

$$Р_К = 1$$

Для асинхронных двигателей, работающих при нормальных условиях, продолжительность ремонтного цикла составляет 12 месяцев. Между капитальными ремонтами –12 лет.

Для АД мощностью 0,8 кВт капитальный ремонт с перемоткой обмоток – 11ч, без перемотки обмоток – 6 часов. Условно принимаем, что 2 двигателя перематываются. Исходя из этого, количество часов капитального ремонта составляет: $Р_к = 11 \cdot 2 = 22$ ч

Так как капитальный ремонт проводится раз в 12 года, следовательно, время, необходимое для ремонта в год составляет:

для капитального: $Р_к = 22 : 12 = 1,8$ ч/год

для текущего: $Р_т = 2 \cdot 2 = 4$ ч/год

Для АД мощностью 0,81–1,5 кВт капитальный ремонт с перемоткой обмоток – 12 ч, без перемоток – 6 ч. Условно принимаем, что

6 двигателей перематываются, а 6 нет. Исходя из этого, количество часов капитального ремонта составляет: $Р_к = 6 \cdot 12 + 6 \cdot 6 = 108$ ч

Так как капитальный ремонт проводится раз в 12 года, следовательно, время, необходимое для ремонта в год составляет:

для капитального: $Р_к = 108 : 12 = 9$ ч/год

для текущего: $Р_т = 12 \cdot 2 = 24$ ч/год

Следует учесть, что наряду с капитальным ремонтом электрооборудования чаще всего проводят ремонты элементов схем управления. Нормы времени, материалы и запасные части на этот сопутствующий ремонт находят по соответствующим разделам справочного пособия и в соответствующих ценниках на данное оборудование. Расчеты составляются согласно схемам управления соответствующим оборудованием (схема на формате А3), также к схеме прилагается спецификация на электроаппараты. Расчет расхода электроэнергии.

**Смета затрат материалов, оборудования и электроэнергии**

Смета составляется на основании соответствующей таблицы. Необходимо учитывать мощность электромашины, а также то, что данные приведены на 100 электромашин.

Необходимое оборудование берется из «Норм времени». Составляется список всего потребного для данного ремонта оборудования и инструмента. Для электрооборудования указывается мощность и по соответствующей норме времени подсчитывается расход электроэнергии отдельно для освещения и отдельно для силового оборудования (двигатели).

**Составление технологической карты**

Обосновать необходимость составления и дальнейшего применения технологической карты.

Состав технологической карты:

– Название. Полное название оборудования с указанием мощности, вида (категории) ремонта.

– Состав бригады. Название профессии, разряд. Количество человек.

– Норма времени, установленная для данной работы.

– Набор и количество инструментов, материалов, приспособлений и т.п.

– Описание выполняемых работ, по этапам.

– Перечень документов по ТБ.

– Перечень исполнительных документов

## Краткая инструкция по техническому обслуживанию оборудования

В данном разделе описывается виды ТО, перечень необходимых работ при проведении технического обслуживания и эксплуатации данного оборудования, общие требования по обеспечению нормального состояния эксплуатируемого оборудования.

Техническая эксплуатация электрооборудования, это процесс использования его по назначению и поддержания в технически исправном состоянии.

Техническое обслуживание (ТО), это ежедневный ухода за оборудованием, контроль режимов его работы, осмотры, наблюдения за исправным состоянием, контроль за соблюдением правил технической эксплуатации и инструкций заводов изготовителей.

Техническое обслуживание (ТО) в системы планово-предупредительного ремонта (ППР) это важное звено, предупреждающее аварийные ситуации и проводится в процессе работы электроустановок во время перерывов, нерабочих дней и смен.

Техническое обслуживание включает следующие работы:

– проведение осмотров;

– контроль режимов работы;

– соблюдение правил эксплуатации;

– устранение мелких неисправностей;

– регулировку, чистку, продувку и смазку.

Текущий ремонт – это работы, выполняемые путем чистки, проверки, замены быстроизнашивающихся частей.

Капитальный ремонт – это работы с полной разборкой оборудования и заменой изношенных деталей, узлов элементов. При капитальном ремонте производится регулирование, наладка и полная программа испытаний согласно ПТЭ и ПТБ.

## 4. Охрана труда

### 4.1. Требования безопасности при проведении работ

При выполнении раздела необходимо решить и описать следующие вопросы:

1) соблюдение нормативов безопасности и охраны труда (соответствие санитарным нормам освещения, вентиляции, противошумовые мероприятия; применение механизмов, облегчающих тяжелый труд; ограждение оборудования в опасных местах, местные отсосы от оборудования и процессов с вредными выделениями и т. д.);

2) организация охраны труда и безопасности при выполнении ремонтно-монтажных работ (порядок инструктажа и допуска к работе вновь поступающих, защита от движущихся частей оборудования, соблюдение правил безопасности работниками и контроль за этим, ответственность администрации за соблюдение правил безопасности и т. д.).

### 4.2. Электробезопасность

#### Основные виды защиты человека от поражения электрическим током

Защитное заземление – преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции и по другим причинам

Заземляющее устройство – совокупность конструктивно объединенных заземлителя и заземляющих проводников.

Зануление – преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей с заземленной нейтральной точкой источника электроэнергии с целью автоматического отключения участка при замыкании на корпус.

Защитное отключение обеспечивает обесточивание электроустановки в пределах времени не более 2 с, если на данной электроустановке произошло короткое замыкание на корпус. В качестве примера рассмотрим схему пуска и остановки асинхронного двигателя, где предусмотрено защитное отключение с помощью токового реле нулевой последовательности КА0 (рис. 4.1).

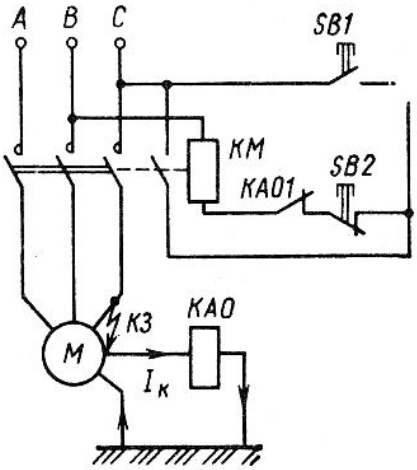



*Рис. 4.1.* Защитное отключение асинхронного двигателя при замыкании на корпус

Основным мероприятием защиты человека от поражения электрическим током при прикосновении к корпусам электроустановок, в которых по какой-либо причине нарушена изоляция, является защитное заземление и зануление.

Зануление от заземления отличается соединением корпуса электроустановки с нейтралью, например, трансформатора через нейтральный провод (рис. 4.2). Так как защитное зануление имеет меньшее сопротивление для токов короткого замыкания Iк, то создаются условия для более надежного и более быстрого отключения повреждений электроустановки.

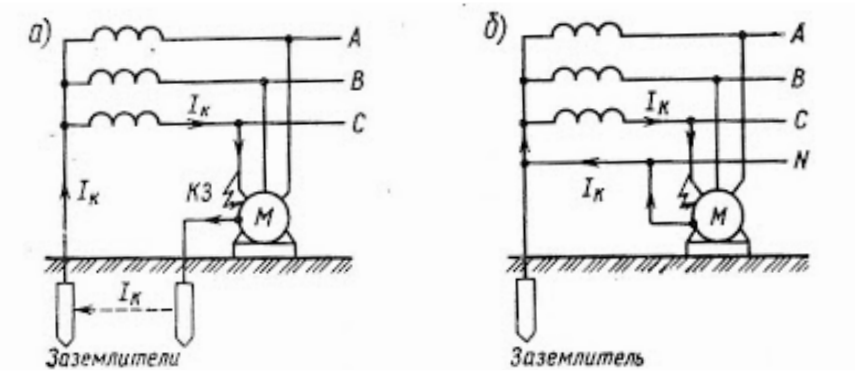



*Рис. 4.2.* Схемы заземления (а) и зануления (б)

Степень поражения человека электрическим током определяется силой тока, путем и длительностью его протекания через тело человека. Сила тока зависит от напряжения прикосновения $U_{ПР}$ и сопротивления всей электрической цепи, в которую последовательно «включен» человек. При сопротивлении тела человека $R_ч$ ток, проходящий через его тело, равен. Если электроустановка заземлена и сопротивление заземлителя $R_З < R_ч$, то по телу человека будет протекать ток, близкий к нулю:

$$I_ч = \frac{I_{КЗ} \cdot R_З}{R_ч},$$

где $I_{КЗ}$ – ток короткого замыкания.

**Электрозащитные средства**

Электрозащитные средства – переносные и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих в электроустановках от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля. Электрозащитные средства могут быть основными и дополнительными.

**Основные электрозащитные средства** – средства защиты изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

**Дополнительные электрозащитные средства** – средства защиты, дополняющие основные средства, а также служащие для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током, а применяются совместно с основными электрозащитными средствами.

К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: изолирующие штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки, изолирующие устройства и приспособления для работ на воздушных линиях под напряжением с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям (изолирующие лестницы, площадки, канаты и т. д.)

К основным электрозащитным средствам, применяемым в электроустановках напряжением до 1000 В, относятся: изолирующие штанги, изолирующие электроизмерительные клещи, указатели

напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические ковры, индивидуальные экранирующие комплекты, изолирующие подставки и накладки, диэлектрические колпаки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

К дополнительным защитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности. Электрозащитные средства должны быть рассчитаны на применение при наибольшем допустимом рабочем напряжении электроустановки.

## 4.3. Пожарная безопасность

### Средства пожаротушения, применяемые в электроустановках

В производственных помещениях, на подстанциях и в электромашинных помещениях должны быть первичные средства огнетушения, которые применяет обслуживающий персонал при ликвидации пожара до прибытия вызванной на пожар пожарной части.

Для тушения пожаров можно использовать воду, водяной пар или специальные химические вещества.

Вода является наиболее дешевым и распространенным средством огнетушения. Высокая теплоемкость и большая теплота испарения воды позволяют эффективно отбирать тепло от очага пожара. Однако воду нельзя применять для тушения легковоспламеняющихся жидкостей (бензин, керосин, минеральное масло).

Нельзя применять воду и для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, без применения специальных мер защиты от поражения электрическим током через струю воды. Вода для тушения пожара поступает или от общего водопровода или от специального пожарного водоема или резервуара. Если напор в общем водопроводе недостаточен, то его повышают насосами или пожарными мотопомпами.

Для тушения пожара в закрытых помещениях рекомендуется применять водяной пар, огнегасительные свойства которого заклю-

чаются в разбавлении воздуха, в результате чего понижается концентрация кислорода и температура горящего вещества. Водяной пар может быть использован для тушения обмоток электрических машин, а также различных твердых и жидких горящих веществ.

Хорошие результаты при тушении пожара дает химическая пена, образуемая при смешивании пеногенераторных порошков ПГП с водой. Огнегасительные свойства пены состоят в изолирующем действии, способности уменьшать испарение горючего вещества и охлаждать его верхний слой.

Тушение пожара целесообразно осуществлять с помощью воздушно-механической пены, образуемой в результате механического перемешивания водного раствора пенообразователей (типа ПО-1, ПО-6) с воздухом, осуществляемого в специальном аппарате – пеногенераторе, например, типа ГВП-600.

Из химических средств огнетушения широкое применение получила углекислота. При быстром испарении жидкой углекислоты образуется снегообразная углекислота, которая, будучи направлена в зону пожара, снижает концентрацию кислорода в воздухе, а также охлаждает поверхность горящего вещества. Углекислота применяется для тушения пожаров в закрытых помещениях и может быть использована в электроустановках, находящихся под напряжением, вследствие низкой ее электропроводности и безопасности в отношении поражения людей электрическим током.

Также, следует отметить и такие простейшие средства огнетушения, как сухой песок и асбестовую или грубошерстную ткань, набрасывая которую на очаг загорания можно быстро затушить пламя.

Действия персонала при возникновении пожара

При возникновении пожара на объекте первый заметивший очаг возгорания должен немедленно сообщить начальнику, а при наличии связи – в пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

Начальник смены обязан немедленно сообщить в пожарную охрану, руководству и диспетчеру энергопредприятия.

До прибытия пожарной команды, руководителем тушения пожара является старший смены, который обязан:

– удалить с места пожара всех посторонних лиц;

– установить место возникновения пожара, возможные пути его распространения и образования новых очагов горения (тления);

– проверить включение системы автоматического пожаротушения, в случае отказа, ее ручное включение;

– организовать тушение пожара (до приезда пожарной команды) имеющимися средствами пожаротушения;

– выполнить подготовительные работы с целью обеспечения эффективного тушения пожара (произвести необходимые отключения, подготовить наряд на допуск пожарной команды);

– организовать встречу подразделений ГПС с лицом хорошо знающим безопасные маршруты движения, расположение водоисточников, места заземления пожарных машин.

Отключение оборудования, находящегося в зоне возгорания производится дежурным персоналом по распоряжению начальника смены или диспетчера энергопредприятия.

После прибытия на место пожара подразделения ГПС руководителем тушения пожара является старший начальник этого подразделения. Начальник смены энергообъекта при передаче ему руководства тушения пожара информирует о принятых мерах. Решение о подаче огнетушащих средств принимает руководитель тушения пожара после проведения инструктажа и выполнения необходимых мер безопасности.

Тушение электроустановки, находящейся под напряжением разрешается только после получения письменного допуска на тушение от начальника смены, инструктажа личного состава пожарного подразделения и создания визуального контроля за электроустановкой.

**Заключение**

В нём следует кратко изложить результаты проделанной работы, сделать выводы о практической значимости курсовой работы.

**Литература**

1. Кнорринг Г. М., Фадин И. М., Сидоров В. Н. Справочная книга для проектирования электроосвещения. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Издательство «Энергоатомиздат», 1997. – 448с.

2. Сибикин Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн 1: учебник для нач, проф. образования/ Ю. Д. Сибикин. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.

3. Сибикин Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн 2: учебник для нач, проф. образования/ Ю. Д. Сибикин. – 4-е изд., перераб. И доп. –М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 256с.

4. Сибикин Ю. Д. Электробезопасность при эксплуатации электрических установок промышленных предприятий: учебник для нач, проф. образования/ Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин –М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 240с

5. «Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования» справочник под ред. А. И. Ящура -2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 368с

6. Шеховцов В. П. Электрическое и электромеханическое оборудование: учебник /В. П. Шеховцов, -2-е издание –М.: ФОРУМ: ИНФРА –М. 2013. – 416 с.

## 2.1.2. Графическая часть

Схема электрическая принципиальная станка, согласно заданию, выполненная в компасе в формате А3

1. Положение контактов на всех схемах изображено в положении, когда напряжение в схему не подано

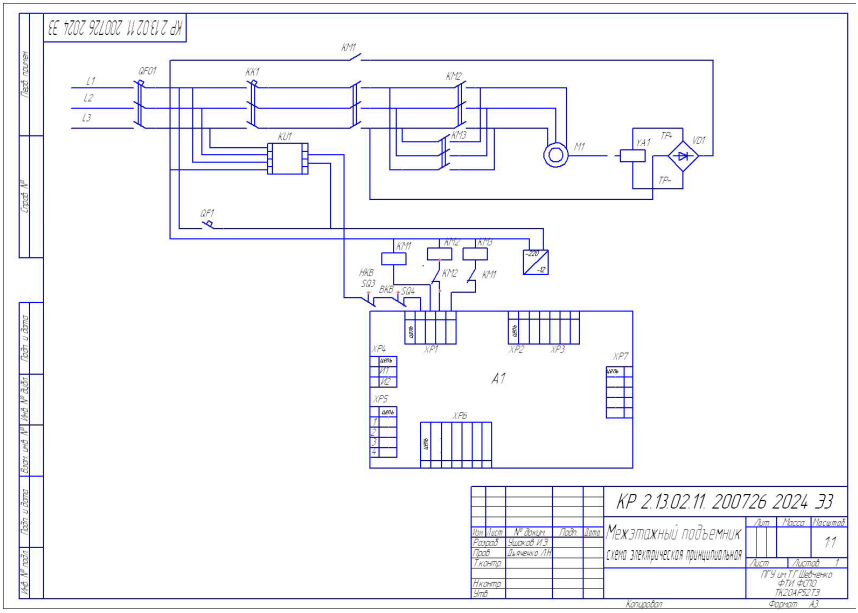
2. Нормально-закрытые контакты схемы изображаются внизу или справа от линии цепи, нормально-открытые – сверху или слева.

3. Буквенные обозначения изображаются сверху или справа от элемента.

4. Для нахождения контактов горизонтальные цепи нумеруются сверху вниз.

Пример выполнения принципиальной электрической схемы

В штампе указывается название схемы. Например, «Межэтажный подъемник. Схема электрическая принципиальная» (Э3).



## 2.1.3. Электронная часть (презентация)

**Правила общей композиции**

1. На полосе не должно быть больше семи значимых объектов, так как человек не в состоянии запомнить за один раз более семи пунктов чего-либо.

2. Логотип на полосе должен располагаться справа внизу (слева наверху).

3. Логотип должен быть простой и лаконичной формы.

4. Дизайн должен быть простым, а текст – коротким.

5. Крупные объекты в составе любой композиции смотрятся довольно неважно. Аршинные буквы в заголовках, кнопки навигации высотой в 40 пикселей, верстка в одну колонку шириной в 600 точек, разделитель одного цвета, растянутый на весь экран – все это придает дизайну непрофессиональный вид.

**Рекомендации по дизайну презентации**

Чтобы презентация хорошо воспринималась слушателями и не вызывала отрицательных эмоций (подсознательных или вполне осознанных), необходимо соблюдать правила ее оформления.

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Кроме того, оформление и демонстрация каждого из перечисленных типов информации также подчиняется определенным правилам. Так, например, для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической – яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное расположение на слайде.

**Текстовая информация**

– размер шрифта: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст);

– цвет шрифта и цвет фона должны контрастировать (текст должен хорошо читаться), но не резать глаза;

– тип шрифта: для основного текста гладкий шрифт без засечек (Arial, Tahoma, Verdana), для заголовка можно использовать декоративный шрифт, если он хорошо читаем;

– курсив, подчеркивание, жирный шрифт, прописные буквы рекомендуется использовать только для смыслового выделения фрагмента текста.

**Графическая информация**

– рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде;

– желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стилевого оформления;

– цвет графических изображений не должен резко контрастировать с общим стилевым оформлением слайда;

– иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом;

– если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.

**Анимация**

Анимационные эффекты используются для привлечения внимания слушателей или для демонстрации динамики развития какого-либо процесса. Не стоит чрезмерно насыщать презентацию такими эффектами, иначе это вызовет негативную реакцию аудитории.

**Звук**

– звуковое сопровождение должно отражать суть или подчеркивать особенность темы слайда, презентации;

– необходимо выбрать оптимальную громкость, чтобы звук был слышен всем слушателям, но не был оглушительным;

– если это фоновая музыка, то она должна не отвлекать внимание слушателей и не заглушать слова докладчика. Чтобы все материалы слайда воспринимались целостно, и не возникало диссонанса между отдельными его фрагментами, необходимо учитывать общие правила оформления презентации.

**Единое стилевое оформление**

– стиль может включать: определенный шрифт (гарнитура и цвет), цвет фона или фоновый рисунок, декоративный элемент небольшого размера и др.;

– не рекомендуется использовать в стилевом оформлении презентации более 3 цветов и более 3 типов шрифта;

– оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части;

– все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.

**Содержание и расположение информационных блоков на слайде**

– информационных блоков не должно быть слишком много (3–6);

– рекомендуемый размер одного информационного блока – не более 1/2 размера слайда;

– желательно присутствие на странице блоков с разнотипной информацией (текст, графики, диаграммы, таблицы, рисунки), дополняющей друг друга;

– ключевые слова в информационном блоке необходимо выделить;

– информационные блоки лучше располагать горизонтально, связанные по смыслу блоки – слева направо;

– наиболее важную информацию следует поместить в центр слайда;

– логика предъявления информации на слайдах и в презентации должна соответствовать логике ее изложения.

Помимо правильного расположения текстовых блоков, нужно не забывать и об их содержании – тексте. В нем ни в коем случае не должно содержаться орфографических ошибок. Также следует учитывать общие правила оформления текста.

После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

# III. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования токарного автомата.
2. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования аппарата выдува ПЭТ.
3. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования красильной машины.
4. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования токарно-карусельного станка.
5. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования листогибочной машины.
6. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования промышленных парогенераторов.
7. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования электротермической установки.
8. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования зерносушилки.
9. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования межэтажного подъемника.
10. Разработка технического обслуживания и ремонта электрооборудования двухвального каландра.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

Нормы продолжительности ремонтного цикла, межремонтного периода электрических машин и электроизмерительных приборов

*Таблица 1*

| № п/п | Условия работы электрических машин | Расчётный коэффициент спроса Кс | Продолжительность ремонтного цикла Ттабл.,лет | Продолжительность межремонтного периода tтабл.,мес, |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Сухие помещения (цеха холодной обработки металла и им подобные) | 0,25 | 12(5) | 12(12) |
| 2 | Горячие, химические, гальванические цеха и им подобные | 0,45 | 4(4) | 6(8) |
| 3 | Загрязнённые участки с сильной запыленностью, агрессивностью среды (деревообрабатывающие, обработка чугуна, сухой шлифовки и им подобные) | 0,25 | 6(3) | 8(6) |
| 4 | Длительные циклы непрерывной работы и с высокой степенью загрузки (приводы насосов, компрессоров, вентиляторов, кондиционеров, двигатель-генераторы, умформеры и т.п.) | 0,75 | 9 | 9 |

## Приложение 2

### Периодичность текущего и капитального ремонта электрооборудования

*Таблица 2*

| Оборудование | Продолжительность | | |
|---|---|---|---|
| | ремонтного цикла, лет | меж-ремонтного периода, мес. | меж-осмотрового периода, мес. |
| Силовые трансформаторы | 12 | 36 | 1 |
| Трансформаторы для питания дуговых электропечей | 4 | 6 | 1 |
| Трансформаторы для электропечей сопротивления | 6 | 12 | 1 |
| Автотрансформаторы | 8 | 6 | 1 |
| Реакторы токоограничивающие | – | 36 | 1 |
| Трансформаторы тока и напряжения | 3 | 12 | 1 |
| Масляные выключатели и их приводы | 3 | 12 | 1 |
| Выключатели нагрузки и их приводы | 3 | 12 | 1 |
| Разъединители, отделители, короткозамыкатели и заземляющие ножи | 4 | 12 | 1 |
| Преобразователи силовые для гальванических ванн | 2 | 6 | – |
| Преобразователи силовые ртутные | 6 | 12 | 3 |
| Разрядники трубчатые и вентильные | 6 | 12 | 1 |
| Предохранители | 6 | 12 | 1 |
| Статические преобразователи частоты переменного тока | 3 | 6 | – |
| Преобразователи тиристорные реверсивные для кранового электропривода | 2 | 4 | – |
| Воздушные линии электропередачи на деревянных опорах | 10 | 36 | 12 |
| То же на металлических и железобетонных опорах | 15 | 36 | 12 |
| Кабельные линии | 20 | | 12 |
| Внутрицеховые в чистых и сухих помещениях | 14 | 12 | – |
| То же в помещениях с повышенной опасностью | 10 | 12 | – |
| То же выполненные скрытой проводкой | 15 | | – |
| То же в помещениях особо опасных | 3 | 8 | – |
| Шинопроводы и ошиновки РУ | 15 | | – |
| Сети заземления | 15 | 18 | 12 |
| Заземляющие устройства электропод-станций | 15 | 6 – | 36 |

*Таблица 2а*

| Аппараты | Продолжительность ремонтного цикла, лет | Продолжительность межремонтного периода, мес. |
|---|---|---|
| Рубильники и переключатели | 6 | 12 |
| Выключатели автоматические универсальные | 6 | 12 |
| Выключатели автоматические установочные | 5 | 12 |
| Пускатели магнитные | 5 | 6 |
| Контакторы | 7 | 6 |
| Выключатели пакетные и барабанные переключатели | – | 3 |
| Командоаппараты, контроллеры и командоконтроллеры | 6 | 6 |
| Реостаты и сопротивления | 8 | 6 |
| Релейная защита и автоматика | 9 | 12 |
| Муфты электромагнитные и электромагниты тянущие и толкающие | 6 | 6 |
| Электромагниты подъёмные | 6 | 6 |
| Магнитные плиты для шлифовальных станков | 6 | 12 |
| Пункты распределительные напряжением до 1000 В и осветительные щитки | 10 | 12 |
| Трансформаторы местного освещения, селеновых выпрямителей и цепей управления и стабилизаторы | 8 | 12 |
| Электроосветительная арматура | – | 6 |

## Приложение 3

### Нормы трудоемкости ремонтов трансформаторов

*Таблица 3*

| Оборудование | Норма трудоёмкости: чел/час | |
|---|---|---|
| | капитальный ремонт | текущий ремонт |
| Трансформаторы силовые маслонаполненные двухобмоточные типа ТМ напряжением до 10 кВ, мощностью, кВА | | |
| 10 | 45,3 | 4,3 |
| 25 | 50,4 | 5,0 |
| 40 | 57,0 | 5,2 |
| 60 | 62,9 | 5,8 |
| 100 | 72,9 | 6,2 |
| 160 | 91,9 | 8,5 |
| 250 | 111,3 | 9,6 |
| 400 | 153,3 | 14,7 |
| 630 | 191,5 | 15,4 |
| 1000 | 220,0 | 19,7 |
| 1600 | 230,8 | 25,5 |
| 2500 | 263,5 | 27,6 |
| 4000 | | |
| Трансформаторы силовые маслонаполненные двухобмоточные напряжением 35/6кВ типов: | | |
| ТМ 4000/35 | 275,3 | 28,2 |
| ТМ6300/35 | 304,4 | 30,3 |
| ТД10000/35 | 425,7 | 42,1 |
| ТДНС-15000/35 | 537,1 | 48,9 |
| ТДН-20000/35 | 666,5 | 53,5 |
| ТРДН-32000/35 | 731,8 | 80,5 |
| Трансформаторы силовые маслонаполненные двухобмоточные напряжением110/35кВ типов | | |
| ТДН-31500/110 | 797,2 | 64,8 |
| ТД-40000/110 | 863,1 | 81,0 |
| ТДНГ-60000/110, 63000/110 | 984,5 | 84,1 |
| Трансформаторы силовые маслонаполненные трехобмоточные 110/35/6кВ типов: | | |
| ТРДН, ТДТН-40000/110 | 874,2 | 79,9 |
| ТДТНГЭ-60000/110, 63000/110 | 968.4 | 101,8 |
| ТДЦНГУ-80000/110 | 1122,5 | 112,6 |

| Оборудование | Норма трудоёмкости: чел/час | |
|---|---|---|
| | капитальный ремонт | текущий ремонт |
| Трансформаторы силовые типа ТМЗ напряжением до 10 кВ, мощностью,кВА: | | |
| 630 | 191,5 | |
| 1000 | 220,0 | |
| 1600 | 230,8 | |
| Трансформаторы однофазные сухие типов: | | |
| ОСО мощностью 0,25, кВА | 6,5 | |
| ОСВ мощностью 0,25 – 3, кВА | 6,5 | |
| ОСО-04 мощностью 0,20 -5, кВА | 8,7 | |
| ТБС-2 мощностью 1, кВА | 10,0 | |
| ТПД мощностью0,05 – 0,25, кВА | 11,0 | |
| ТС мощностью 2,5, кВА | 18,4 | |
| Трансформатор однофазный типа ОМ мощностью 60 кВА, напряжением 35кВ | 62,9 | |
| Трансформаторы трехфазные сухие типов: | | |
| ТС-40 | 43,9 | |
| ТС-180 | 79,6 | |
| ТСЗ-4-10 | 36,2 | |
| ТСЗ-15-22 | 42,5 | |
| ТСЗ-35-50 | 47,7 | |
| ТСЗ-100 | 73,8 | |
| ТСЗ-701 | 150,8 | |
| ТСВ-4=10 | 38,2 | |
| ТСЗВ-360 | 126,0 | |
| Трансформатор местного освещения типа ЯТП мощностью 0,25 кВА, напряжением 36В | 8 | |

## Приложение 4

# Нормы трудоемкости ремонта аппаратуры высокого напряжения

*Таблица 4*

| Оборудование | капитального ремонта | | |
|---|---|---|---|
| | основные работы | дополнительные работы | текущего ремонта |
| Трансформаторы тока | | | |
| напряжением до 110 кВ | 14,5 | 7,5 (замена блока)<br>3,9 (замена масла) | 4 |
| ТФНД-110М | | | |
| до 35кВ | | | |
| ТФНД-35М, ТФНР-35, ТФН-35 | 6,3 | 4,9 (замена блока)<br>3,9 (замена масла) | 2,8 |
| до 10кВ | | | |
| ТПОЛ, ТПФ-6, ТПФМ-10, ТПЛ, | 6,3 | | |
| ТК-4, ТК(0-49) | | | 2,9 |
| Трансформаторы напряжения | | | |
| до 110 кВ | | | |
| НКФ-110 | 13,7 | 7,6 замена блока)<br>12,4 (замена масла) | 3,7 |
| до 35 кВ | | | |
| НОМ-35 | 8 | 4,4 (замена блока)<br>3,4 (замена масла) | 2,8 |
| до 10 кВ | | | |
| НОМ-6 | 4,3 | – | 0,6 |
| НОМ-10 | 4,8 | – | 0,7 |
| НТМК-6 | 7,2 | – | 1,5 |
| НТМИ-6 | 9,4 | – | 2,9 |
| НТМК-10 | 8,1 | – | 1,6 |
| НТМИ-10 | 10,7 | – | 3,6 |
| Реакторы сухие | 38,1 | – | 4,5 |
| Реакторы маслонаполненные | 101,6 | – | 12,0 |
| Выключатели масляные | | | |
| до 110 кВ | | | |
| МКП-110, МКП-110М, У-110 | | | |
| ВМК-110, ВМК-110М | 110,3 | 23,4 | 16,1 |
| МГ-110 | 105,3 | 7,8 | 16,1 |
| ММО-110 | 81,0 | 6,5 | 14,8 |
| до 35 кВ | 133,9 | 28,3 | 24,3 |
| ВМП-16, ВМП-14 | | | |
| ВМК-35Э | 13,1 | 1,0 | 4,4 |
| ВМ-16, ВМ-14 | 27 | 0,4 | 6,3 |
| МКП-35 | 13,3 | 1,0 | 4,4 |
| ВМ-23, ВМ-22 | 31,4 | 3,0 | 7,4 |
| ВМ-35,ВМД-35,ВТ-35,ВТД-35, | 15,4 | 1,5 | 4,4 |
| С-35 | 26,9 | 2,5 | 7,4 |

| Оборудование | капитального ремонта | | |
|---|---|---|---|
| | основные работы | дополнительные работы | текущего ремонта |
| ВМП-35П, ВМПЭ-35 | | | |
| до 10 кВ | 24,0 | – | 6,3 |
| ВМГ-10 | | | |
| ВМП-10,ВМП-10П,ВМП-10К, | 16,7 | – | 4,3 |
| ВММ-10,ВМПП-10 | 24,2 | – | 4,9 |
| ВГ-10 | 16,6 | | |
| ВМ-10 | 13,6 | – | 4,2 |
| МГГ-10 | 32,2 | 1 | 4,4 |
| ВМБ-10 | 13,3 | – | 6,2 |
| Выключатели воздушные | | 1 | 4,4 |
| ВВН-35 | 92,2 | | |
| ВВН-35-2 | 78,8 | 7,8 | 20,0 |
| Разъединители напряжением | | 11,2 | 20,0 |
| до 110 кВ | | | |
| РЛН-110 | 32,6 | | |
| РЛДН-110,РНДЗ-110 | 26,8 | 2,7 | 6,9 |
| РОНЗ-110 | 28,9 | 3,4 | 5,7 |
| до 35 кВ | | 5 | 7,4 |
| РЛН-35 | 22 | | |
| РЛНД-35, РНДЗ-35 | 15,9 | 1,4 | 5,0 |
| до 10кВ | | 2,3 | 4,3 |
| РЛН-6, РЛН-10 | 7,4 | | |
| РВФ | 5,4 | 1,4 | 3,5 |
| РЛНД-6, РЛНД-10 | 7,0 | – | 1,4 |
| РВЛ-111 | 2,8 | 1,4 | 3,3 |
| РВ | 4,3 | – | 0,8 |
| Отделители напряжением | | – | 1,3 |
| до 110 кВ | | | |
| ОД-110М, ОДЗ-110М | 31,6 | 3,4 | 5,8 |
| до 35 кВ | | | |
| ОД-35, ОДЗ-35 | 20,3 | 2,3 | 4,2 |
| Короткозамыкатели | | | |
| напряжением до 110 кВ | | | |
| КЗ-110, КЗ-110М | 12,1 | – | 3,7 |
| до 35 кВ | | | |
| КЗ-35 | 14,2 | – | 3,9 |
| Заземлители ЗОН-110М, ЗОН- | | | |
| 110У | 6,6 | – | 2,6 |
| Разрядник трубчатый РТВ | 3,0 | – | 0,5 |
| Разрядники вентильные типов: | | | |
| РВП-6 | 6,3 | – | 0,8 |
| РВС-35 | 12,7 | – | 1,5 |
| Предохранители серии: | | | |
| ПК, ПКТ | – | – | 2,0 |
| НПН, ПН, ПР | – | | 0,5 |

## Приложение 5

### Нормы времени трудоемкости ремонтных работ электрических машин

*Таблица 5*

| Мощность, кВт | Капитальный ремонт с полной перемоткой обмоток чел./час | Капитальный ремонт без перемотки обмоток чел./час | Текущий ремонт чел./час |
|---|---|---|---|
| До 0,8 | 11 | 6 | 2 |
| 0,81–1,5 | 12 | 6 | 2 |
| 1,6–3,0 | 13 | 7 | 3 |
| 3,1–5,5 | 15 | 8 | 3 |
| 5,6–10 | 20 | 11 | 4 |
| 10,1–17 | 27 | 14 | 6 |
| 17,1–22 | 32 | 17 | 7 |
| 22,1–30 | 40 | 21 | 8 |
| 30,1–40 | 47 | 25 | 10 |
| 40,1–55 | 55 | 29 | 12 |
| 55,1–75 | 69 | 37 | 15 |
| 75,1–100 | 85 | 44 | 18 |
| 101–125 | 110 | 57 | 22 |
| 126–160 | 130 | 68 | 27 |
| 161–200 | 140 | 75 | 30 |
| 201–250 | 155 | 82 | 33 |
| 251–320 | 175 | 92 | 36 |
| 321–400 | 195 | 102 | 40 |
| 401–500 | 225 | 120 | 44 |
| 501–630 | 260 | 135 | 52 |

## Приложение 6

Нормы трудоемкости ремонта кабельных линий, проводок, ошиновок, заземляющих устройств

*Таблица 6*

| Наименование линий | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Кабельные линии напряжением до 10 кВ, проложенные в земле, на 1000 м сечением, кв. мм | | |
| 16–35; 50–70 | 50 | 15 |
| 95–120 | 90 | 27 |
| 150–185; 240 | | |
| Кабельные линии напряжением до 10 кВ, проложенные по кирпичным и бетонным основаниям, на 1000 м сечением, кв. мм | | |
| 16–35 | 160 | 48 |
| 50–70 | 95 | 30 |
| 95–120 | | |
| 150–185 | 150 | 45 |
| 240 | | |
| Кабельные линии напряжением до 10 кВ, проложенные в непроходных каналах и трубах, на 1000 м сечением, кв. мм | | |
| 16–35 | 80 | 24 |
| 50–70 | | |
| 95–120 | 145 | 45 |
| 150–185 | | |
| 240 | 250 | 75 |
| Внутрицеховые силовые сети, проложенные в трубах, на 100 м проводки с затягиванием одного провода сечением, кв. мм: | | |
| 1,5–6 | 8 | 2,5 |
| 10–16 | | |
| 25–35 | | |
| 50–70 | 14 | 4,2 |
| 95–120 | | |
| То же с затягиванием двух проводов сечением, кв. мм: | | |
| 1,5–6 | 11 | 3,5 |
| 10–16 | | |
| 25–35 | 20 | 6 |
| 50–70 | | |
| 95–120 | | |

| Наименование линий | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| То же с затягиванием 3-х проводов сечением, кв. мм: | 14 | 4,3 |
| 1,5–6 | | |
| 10–16 | 26 | 8 |
| 25–35 | | |
| 50–70 | | |
| 95–120 | | |
| То же с затягиванием 4-х проводов сечением, кв. мм: | 16 | 5 |
| 1,5–6 | | |
| 10–16 | 22 | 7 |
| 25–35 | | |
| 50–70 | | |
| 95–120 | | |
| Внутрицеховые сети, проложенные изолированными проводами по кирпичным и бетонным основаниям, на 100м провода сечением, кв. мм: | | |
| 1,5–6 | 24 | 8 |
| 10–16 | | |
| 25–35 | 36 | 12 |
| 50–70 | | |
| свыше 70 | | |
| Осветительные сети из кабеля, провода, шнура по кирпичным и бетонным основаниям, на 100 м провода сечением, кв. мм: | 20 | 6 |
| 2 х 1,5 – 4 | | |
| 3 х 1,5 – 4 | 36 | 10 |
| То же, при скрытой проводке сечением, кв. мм: | | |
| 2 х 1,5 – 4 | | |
| 3 х 1,5 – 4 | | |
| Открытые ошиновки и шинопроводы на 10 м для тока, А: | 8 | 2,3 |
| 600 | 13 | 3,7 |
| 1600 | | |
| 2400 | 50 | – |
| 4000 | | |
| Заземляющие устройства подстанций на 1 контур | | |
| Сети заземления на 100 м | | |

## Приложение 7

### Нормы трудоемкости ремонта электрических аппаратов

*Таблица 7*

| Аппараты | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Рубильники с центральной рукояткой на максимальный ток, А: | | |
| до 400 | – | 0,8 |
| 600 | 2,5 | 0,9 |
| 800 | 3,0 | 1,0 |
| 1000 | 4,0 | 1,4 |
| 1500 | 6,0 | 2,0 |
| Переключатели с центральной рукояткой на максимальный ток, А: | | |
| до 200 | – | 0,8 |
| 400 | – | 1,2 |
| 600 | 5,0 | 1,6 |
| Выключатели автоматические, воздушные, универсальные с рычажным и электромагнитным приводом на номинальный ток, А: | | |
| до 400 | – | 3,0 |
| 600 | 12,0 | 3,6 |
| 800 | 16,0 | 4,8 |
| 1000 | 21,0 | 6,0 |
| 1500 | 28,0 | 8,0 |
| То же с электродвигательным приводом на номинальный ток, А: | | |
| до 400 | 30,0 | 10,0 |
| 800 | 40,0 | 14,0 |
| 1000 | 50,0 | 16,0 |
| 1500 | 60,0 | 20,0 |
| Выключатели автоматические установочные трёхфазные на номинальный ток, А: | | |
| до 200 | – | 2,0 |
| 400 | – | 3,0 |
| 600 | 12,0 | 4,0 |
| Пускатели магнитные нереверсивные для электродвигателей мощностью кВт: | | |
| до 17 | – | 2,0 |
| 30 | 8,0 | 2,4 |
| 55 | 10,0 | 3,0 |
| 75 | 12,0 | 4,0 |

| Аппараты | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Контакторы переменного тока на номинальный ток, А: | | |
| до 150 | – | 4,0 |
| 300 | – | 5,0 |
| 600 | 18 | 6,0 |
| Контакторы постоянного тока на номинальный ток, А: | | |
| до 150 | – | 3,0 |
| 300 | – | 4,0 |
| 600 | 15,0 | 5,0 |
| Контакторы электромагнитные воздушные на номинальный ток, А: | | |
| до 160 | – | 2,5 |
| 400 | – | 3,5 |
| 630 | 14,0 | 4,5 |
| Пакетные выключатели на номинальный ток, А: | | |
| до 100 | – | 1,5 |
| 250 | – | 2,0 |
| 400 | – | 3,0 |
| Пакетные переключатели на номинальный ток, А: | | |
| до 63 | – | 1,5 |
| 100 | – | 2,0 |
| 250 | – | 3,0 |
| 400 | – | 4,0 |
| Командоаппараты кулачковые регулируемые с числом рабочих цепей: | | |
| до 6 | 9,0 | 3,0 |
| 8 | 14,0 | 5,0 |
| 16 | 45,0 | 16,0 |
| 24 | 52,0 | 18,0 |
| Командоаппараты кулачковые нерегулируемые с числом рабочих цепей: | | |
| до 6 | 6,0 | 2,0 |
| 10 | 9,0 | 3,0 |
| 13 | 12,0 | 4,0 |
| Контроллеры кулачковые постоянного и переменного тока с сопротивлением для электродвигателей мощностью, кВт: | | |
| до 25 | 15,0 | 5,0 |
| 45 | 17,0 | 6,0 |
| 65 | 18,0 | 7,0 |
| 80 | 21,0 | 8,0 |
| 110 | 25,0 | 8,0 |
| Контроллеры магнитные крановые переменного тока для управления одним двигателем мощностью, кВт: | | |
| 6–36 | 30,0 | 10,0 |
| То же, 20–100 | 40,0 | 14,0 |

| Аппараты | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Командоконтроллеры с количеством цепей: | | |
| 6 | 8,0 | 3,0 |
| 12 | 11,0 | 4,0 |
| Универсальные ключи и переключатели с числом секций: | | |
| 4 | – | 0,4 |
| 8 | – | 0,4 |
| 12 | – | 0,8 |
| 16 | 2,7 | 1,0 |
| Кнопки управления (на 10 шт.) с числом кнопок: | | |
| 2 | – | 0,2 |
| 3 | – | 0,2 |
| 4 | – | 0,5 |
| 9 | – | 1,0 |
| Реостаты пусковые и пускорегулирующие постоянного и переменного тока с минимальной и максимальной защитой, с ручным приводом на максимальный ток, А: | | |
| 40 | 18,0 | 6,0 |
| 100 | 22,0 | 8,0 |
| 200 | 30,0 | 10,0 |
| Муфты электромагнитные с передаваемым моментом, Н/м: | | |
| 1000 | 6,0 | 2,0 |
| 1600 | 8,0 | 3,0 |
| Муфты электромагнитные для дистанционного управления с моментом сцепления, Н/м: | | |
| 1,5 – 62 | 6,0 | 2,0 |
| 98 – 244 | 7,0 | 2,1 |
| 890 – 1570 | 9,0 | 2,7 |
| Электромагниты тормозные переменного тока с тяговым усилием, Н: | | |
| 350 | 12,0 | 4,0 |
| 700 | 17,0 | 6,0 |
| 1150 | 25,0 | 8,0 |
| 1400 | 30,0 | 11,0 |
| Пункты распределительные силовые с числом установочных трёхфазных автоматических выключателей, шт.: | | |
| 4 | 20,0 | 8,0 |
| 6 | 30,0 | 10,0 |
| 8 | 40,0 | 14,0 |
| 10 | 50,0 | 16,0 |
| 12 | 60,0 | 20,0 |

| Аппараты | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Щитки осветительные распределительные с числом автоматических выключателей, шт.: | | |
| 4 | 14,0 | 5,0 |
| 6 | 18,0 | 6,0 |
| 8 | 25,0 | 8,0 |
| 10 | 30,0 | 11,0 |
| 12 | 35,0 | 13,0 |
| Приводы с магнитным усилителем трёхфазные на номинальную мощность до 1,5 кВт | 30,0 | 12,0 |
| Электроосветительная арматура (10 светильников) с одной лампой накаливания | – | 2,5 |
| с люминесцентной лампой | – | 2,0 |
| с числом ламп до двух | – | 2,0 |
| то же с числом ламп 4 и более | – | 4,0 |
| во взрывоопасном исполнении | 10,0 | 3,0 |
| с лампами ДРЛ | – | 5,0 |

## Приложение 8

### Нормы трудоемкости ремонта конденсаторных установок

*Таблица 8*

| Конденсаторные установки | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Для повышения коэффициента мощности напряжением до 10,5 кВ, мощностью, кВАр | | |
| до 80 | 30 | 10 |
| 100 | 40 | 14 |
| 250 | 60 | 20 |
| 330 | 70 | 24 |
| 400 | 80 | 28 |
| 500 | 100 | 35 |
| 750 | 120 | 40 |
| 1000 | 140 | 50 |
| Установки конденсаторные нерегулируемые для повышения коэффициента мощности напряжением 380 В на номинальную мощность, кВАр | | |
| 100 | 50 | 15 |
| 150 | 80 | 24 |
| 300 | 90 | 25 |
| То же, регулируемые на номинальную мощность, кВАр | 60 | 18 |
| То же, | | |
| 100 | 80 | 24 |
| 300 | 120 | 30 |

## Приложение 9

Нормы трудоемкости ремонта кислотных аккумуляторных батарей

*Таблица 9*

| Емкость батареи, А х ч | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час, при напряжении батареи, В | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12–24 | | 48 | | 60 | | 110 | | 220 | |
| | капитального | текущего | капитального | текущего | капитального | текущего | капитального | текущего | капитального | текущего |
| До 72 | 120 | 20 | 140 | 30 | 160 | 40 | 220 | 40 | 360 | 70 |
| 144 | 130 | 24 | 160 | 40 | 175 | 40 | 250 | 50 | 400 | 80 |
| 288 | 140 | 30 | 170 | 40 | 180 | 40 | 270 | 55 | 460 | 90 |
| 432 | 150 | 30 | 175 | 40 | 200 | 40 | 290 | 60 | 500 | 100 |

## Приложение 10

Нормы трудоемкости ремонта щелочных аккумуляторных батарей

*Таблица 10*

| Оборудование | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Щёлочные аккумуляторные батареи напряжением 12,5 В, емкостью, А х ч | | |
| 60–100 | 10 | 1,5 |
| 250–300 | 12 | 2 |
| 400–500 | 15 | 3 |
| То же напряжением 25 В, емкостью, А х ч | | |
| 60–100 | 20 | 4 |
| 250–300 | 24 | 4 |
| 400–500 | 30 | 5 |
| То же напряжением 32,5 В, емкостью, А х ч | | |
| 60–100 | 26 | 3 |
| 250–300 | 32 | 5 |
| 400–500 | 40 | 6 |
| То же напряжением 50 В, емкостью, А х ч | | |
| 60–100 | 40 | 6 |
| 250–300 | 48 | 7 |
| 400–500 | 60 | 9 |

## Приложение 11

Нормы трудоемкости ремонта электросварочного оборудования

*Таблица 11*

| Оборудование | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Сварочные трансформаторы на номинальный сварочный ток, А: | | |
| 160 | 30 | 10 |
| 250 | 35 | 10 |
| 315 | 40 | 12 |
| 500 | 60 | 18 |
| 1000 | 90 | 27 |
| Однопостовые сварочные преобразователи на номинальный сварочный ток, А: | | |
| 120 | 70 | 24 |
| 300 | 80 | 28 |
| 500 | 120 | 40 |
| 1000 | 180 | 60 |
| Многопостовые сварочные преобразователи на номинальный сварочный ток, А: | | |
| 500 | 160 | 55 |
| 1000 | 220 | 76 |
| Сварочные генераторы постоянного тока для передвижных сварочных агрегатов на номинальный сварочный ток, А: | | |
| 120 | 50 | 17 |
| 300 | 60 | 24 |
| 500 | 80 | 28 |
| 1000 | 130 | 45 |
| Однопостовые сварочные выпрямители на номинальный сварочный ток, А: | | |
| 125 | 70 | 24 |
| 315 | 100 | 35 |
| 500 | 180 | 60 |
| 630 | 220 | 80 |
| 1000 | 250 | 90 |
| Многопостовые сварочные выпрямители на номинальный сварочный ток, А: | | |
| 1000 | 300 | 100 |
| 1600 | 400 | 140 |
| 3000 | 550 | 190 |

| Оборудование | Норма трудоёмкости ремонта, чел./час | |
|---|---|---|
| | капитального | текущего |
| Реостаты балластные на 30 А | 20 | 6 |
| Осцилляторы | 23 | 8 |
| Машины контактной электросварки обсадных и бурильных труб мощностью, кВА: | | |
| 100 | 140 | 50 |
| 150 | 200 | 60 |
| 190 | 250 | 75 |
| 300 | 300 | 100 |

## Приложение 12

### Нормы трудоемкости ремонта щитовых электроизмерительных приборов

*Таблица 12*

| Оборудование | Норма трудоёмкости ремонта на один прибор, чел./час | | |
|---|---|---|---|
| | ТО | ТР | КР |
| Приборы магнитоэлектрической системы | | | |
| Микроаперметры, миллиамперметры, амперметры, вольтметры М283 (кл. 4,0), М4203 (кл. 2,5-4.0), М4231 (кл. 4,0) | 1,2 | 4,7 | 7,0 |
| Вольтметр М364 (кл. 4,0) | 1,2 | 6,8 | 10,1 |
| Амперметры и вольтметры М-52 (кл. 2,5) М145 (кл. 2,5) | 1,2 | 4,5 | 6,6 |
| Микроамперметры, милливольтметры, вольтметры М261 (кл. 1,5), М131 (кл. 1,5), М49 (кл. 2,5), М4200 (кл. 2,5), М4211 \| (кл. 1,5; 2,5), М261 (кл. 2,5) | 1,2 | 5,3 | 9,0 |
| Микроамперметры, вольтметры, амперметры М24 (кл. 1,0; 1,5; 2,5), М96 (кл. 1,5), | 1,2 | 5,8 | 8,5 |
| М325 (кл. 1,5), М358 (кл. 1,5), М366 (кл. 1,0), М367 (кл. 1,5) | 1,2 | 6,4 | 9,4 |
| Милликулометр М341(основная погрешность +/– 5 %) | 1,2 | 5,1 | 8,3 |
| Микроамперметры, миллиамперметры, микровольтметры, амперметры, вольтметры М305 (кл. 1,5), М366 (кл. 1,0; 1,5), М90 3 (кл. 1,0; 1,5) | 1,2 | 4,9 | 7,3 |
| Амперметры и вольтметры М116 (кл. 1,5) | 1,2 | 11,5 | 20,9 |
| Плоскопрофильные микроамперметры, амперметры, вольтметры М135 (кл. 1,0), М136 (кл. 1,0) | 1,2 | 7,6 | 13,2 |
| Стрелочные гальванометры М117, М273, М122 | 1,2 | 9,2 | 19,5 |
| Гальванометры М195, М197 | 2,4 | 12,0 | 15,7 |
| Гальванометры М17, М21, М25 | 1,2 | 15,8 | 21,7 |
| Самопишущие микроамперметры, миллиамперметры, милливольтметры, амперметры, вольтметры Н32, Н34, Н340, Н341, Н349, Н352, Н375 (кл. 1,5) | 1,2 | 4,5 | 6,7 |
| Приборы электромагнитной системы | | | |
| Амперметры, вольтметры Э12 (кл. 2,5), Э16 (кл. 2,5), Э30 (кл. 1,8), Э34 (кл. 1,0), Э140 (кл. 2,5) | 1,2 | 4,9 | 7,8 |
| Амперметр, вольтметр Э762 (кл. 1,5) | 1,2 | 4,4 | 7,8 |
| Миллиамперметры, амперметры, вольтметры Э309 (кл. 1,5), Э325 (кл. 1,0; 1,5), Э335 (кл. 1,5), Э421 (кл. 2,5) | 1,4 | 4,5 | 6,6 |
| Фазометры Э771 (кл. 2,5), Э772 (кл. 2,5), Э326 (кл. 2,5) | 1,2 | 4,1 | 6,4 |
| Частотомеры Э371 (кл. 2,5), Э372 (кл. 2,5) | 1,2 | 6,8 | 8,7 |
| Частотомеры узкопрофильные Э393 (кл. 2,5), Э394 (кл. 2,5) | | | |

| Оборудование | Норма трудоёмкости ремонта на один прибор, чел./час | | |
|---|---|---|---|
| | ТО | ТР | КР |
| Приборы электродинамической системы | | | |
| Однофазные фазометры Д30 (кл. 1,5), Д31 (кл. 2,5) | 1,8 | 7,4 | 10,6 |
| Приборы ферродинамической системы | | | |
| Амперметры, вольтметры Д150(кл. 2,5), Д180 (кл. 1,5; 2,5), Д341 (кл. 2,5) | 1,2 | 4,6 | 7,5 |
| Ваттметры Д341 (кл. 2,5), Д343 (кл. 2,5), Д344 (кл. 2,5) | 1,8 | 7,2 | 10,6 |
| Однофазные ваттметры Д307 (кл. 1,5) | 1,8 | 8,0 | 14,0 |
| Трехфазные ваттметры Д305 (кл. 1,5) Д309 (кл. 2,5) | 2,7 | 10,6 | 17,2 |
| Однофазные фазометры Д346 (кл. 2,5) | 1,8 | 7,7 | 13,1 |
| Трехфазные фазометры Д301 (кл. 1,5) | 2,7 | 9,6 | 17,0 |
| Частотомеры Д340 (кл. 2,5), Д326 (кл ,5), Д761 (кл. 2,5), Д-762 (кл. 2,5) | 1,6 | 7,6 | 13,5 |
| Самопишущие миллиамперметры, амперметры милливольтметры, вольтметры киловольтметры, ваттметры, киловаттметры Н344, Н376, Н377, Н383 (кл. 1,5) | 2,3 | 12,6 | 18,5 |
| Трехфазные фазометры Д3421 (кл. 2,5) | 2,7 | 9,6 | 15,2 |
| Приборы индукционной системы | | | |
| Однофазные электросчетчики СО-1, СО-2 | 1,6 | 6,3 | 7,9 |
| Трехфазные электросчетчики | 1,8 | 7,3 | 9,3 |
| Приборы выпрямительной системы | | | |
| Вольтметры Ц211 (кл. 2,5) | 1,4 | 5,1 | 6,4 |

**Приложение 13**

Пример оформления титульного листа

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т. Г. ШЕВЧЕНКО
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра Электротехнологического оборудования

# Курсовая работа

**на тему:** «Разработка технического обслуживания
и ремонта электрооборудования токарного автомата»

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

Выполнил:
Студент группы ТК20АР52ТЭ Абрамов Николай Алексеевич

Проверила:
Ст. преподаватель Дьяченко Людмила Николаевна

Тирасполь, 2024

# ОГЛАВЛЕНИЕ

**Введение .....3**

I. Общие сведения об эксплуатации оборудования ..... 4

II. Методика выполнения разделов проекта ..... 8
2.1. Структура курсового проекта ..... 8
2.1.1. Текстовая часть (пояснительная записка) ..... 8
2.1.2. Графическая часть.....34
2.1.3. Электронная часть (презентация).....35

III. Примерные темы курсовых проектов .....38

**Приложения..... 49**

---

Учебное издание

**КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**
*Методические рекомендации*

Составители:
**Баранова Светлана Константиновна**
**Васильева Елена Александровна**
**Дьяченко Людмила Николаевна**

Компьютерная верстка: *И. И. Головачук*

Издается в авторской редакции

ИЛ № 06150. Сер. АЮ от 21.02.02
Подписано в печать 10.04.24. Формат 60x90/16.
Уч.-изд. л. 3,75. Электронное издание. Заказ № 341.

Опубликовано на образовательном портале moodle.spsu.ru