

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пономарева Светлана Викторовна
Должность: Проректор по УР и НО
Дата подписания: 02.10.2023 15:46:03
Уникальный программный ключ:
bb52f959411e64617366ef2977b97e87139b1a2d



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Авиационно-
технологического колледжа

В.А.Зибров

« ____ » _____ 2023 г.

Методические рекомендации

по дисциплине

МДК.01.04 Электрическое и электромеханическое оборудование
образовательной программы по специальности

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

Ростов-на-Дону
2023г.

Разработчик:

Преподаватель Авиационного колледжа ДГТУ _____ Раковец В.В.

«__» _____ 2023г.

Методические рекомендации по выполнению практических работ рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

Протокол № 1 от «31» августа 2023г.

Председатель цикловой комиссии _____ Захаренко Н.И.

«__» _____ 2023г.

Методические рекомендации по выполнению практических работ предназначены для обучающихся специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

Одобрены на заседании педагогического совета Авиационно-технологического колледжа, протокол № 1 от 31.08.2023 г.

Председатель педагогического совета _____ В.А.Зибров

Общие указания

Практические работы являются одним из элементов учебной деятельности студента, выполнив которую, он должен составить отчёт.

Правильно составить отчёт, значит показать:

- степень усвоения знаний
- умение проявить самостоятельность;
- творческий подход к выполнению заданий;
- знание нормативных документов, ГОСТов, ЕСКД;
- наиболее лучшую организацию своей работы, чтобы с наименьшими затратами времени и труда найти оптимальное техническое, математическое и другое решение;
- умение пользоваться справочной, информационной, нормативной литературой, ресурсами Интернет.

Практическая работа № 1

1 Тема: типы электрических схем.

2 Цель: изучить основные виды электрических схем, их формы изображения.

3 Оснажение: схемы.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения.

Различают два вида основных схем: схемы электрических соединений первичных цепей и схемы электрических соединений вторичных цепей.

Схемы первичных цепей по форме изображения подразделяют на однолинейные и трехлинейные. В однолинейных существуют три фазы установки и условно обозначают на чертеже одной линией, а в трехлинейных – каждую трехфазную цепь тока изображают тремя линиями.

Электрическая схема- это наглядное графическое изображение, показывающее всевозможные соединения отдельных узлов, аппаратов, входящих в электрическую цепь.

Структурная схема показывает основные функциональные части установки, их назначение и взаимосвязь.

Функциональная схема позволяет объяснить процессы в отдельных функциональных цепях установки, необходима при наладке и установке.

Схема подключения показывает внешние подключения электрооборудования.

4.2 Задания для практических работ:

- дать определение электрических схем;

- схематично начертить виды электрических схем;

- дать определение оперативных схем.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

5.1 Что такое электрическая схема?

5.2 Сколько существует видов электрических схем?

5.3 Что означает структурная схема?

Практическая работа № 2

1 Тема: определение расчетных нагрузок.

2 Цель: изучить графики распределения магнитной индукции.

3 Оснащение: методические указания к практической работе № 2, схемы, графики.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения.

При работе машины в режиме холостого хода ток в обмотке якоря практически отсутствует, поэтому в машине действует лишь магнитнодействующая сила обмотки возбуждения F_0 . Магнитное поле машины в этом случае симметрично относительно оси полюсов. График распределения магнитной индукции в воздушном зазоре представляет собой кривую, близкую к трапеции. Если же машину нагрузить, то в обмотке якоря появится ток, который создаст в магнитной системе машины магнитно-действующую силу якоря F_a .

Наибольшее значение магнитно-действующей силы якоря – на линии щеток, а по оси полюсов эта магнитно-действующая сила равна нулю. Однако распределение магнитной индукции в зазоре от потока якоря совпадает с графиком магнитно-действующей силы лишь в пределах полюсных наконечников. В межполюсном пространстве магнитная индукция резко

ослабляется). Объясняется это увеличением магнитного сопротивления потоку якоря в межполюсном пространстве. Магнитно-действующая сила обмотки якоря на пару полюсов пропорциональна числу проводников в обмотке якоря и току якоря и определяется по формуле:

$$F_a = N \cdot I_a / (4\pi r), (1)$$

где N – обмотка;

I_a – ток якоря.

Линейная нагрузка представляет собой суммарный ток якоря, приходящий на единицу длины его окружности по наружному диаметру якоря и определяется по формуле:

$$A = N i_a / (\pi D), (2)$$

где $i_a = I_a / 2a$ – ток одного проводника обмотки, т.е. ток параллельный ветви обмотки, а. (3)

4.2 Задания для практической работы:

- определить сколько магнитно-движущих сил действует в нагруженной машине постоянного тока;

- определить наибольшее значение магнитно-движущей силы якоря;

- вычертить графики распределения магнитной индукции в воздушном зазоре.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

5.1 Что происходит при работе машины в режиме холостого хода?

5.2 Как определяется линейная нагрузка?

5.3 Как распределяется магнитная индукция в зазоре от потока якоря?

Практическая работа № 3

1 Тема: значение освещения, светотехнические величины.

2 Цель: изучить методы расчета освещения.

3 Оснащение: методические указания для выполнения практической работы № 3.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения.

Применяются три метода расчета освещения: точечный, светового потока и удельной мощности.

Точечный метод. Данный метод не учитывает светового потока, отражаемого освещаемой поверхностью, поэтому его применение целесообразно для расчета наружного освещения и освещения протяженных горных выработок, имеющих низкий коэффициент отражения. Для расчета надо знать кривую светораспределения светильника, т.е. силу света, испускаемого светильником под различными углами к своей оси, и расстояние от светильника до освещаемого объекта.

Освещенность в горизонтальной плоскости определяется по формуле:

принятой лампы к световому потоку условной лампы, для которой $\Phi = 1000$ лм;

I – сила света под углом к оси светильника, определяемая по кривым светораспределения, кд;

k – коэффициент запаса, учитывающий запыленность колпака светильника и старение нити лампы;

H – высота подвеса светильника.

Метод светового потока. При данном методе расчета учитывается не только свет, падающий от светильника, но и свет, отраженный от рабочих поверхностей освещаемой площади. В расчет вводят понятие – коэффициент использования светового потока осветительной установки. Этот коэффициент зависит от типа светильника, коэффициентов отражения стен и потолка, а также индекса помещения, определяемого соотношением его размеров.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = A \cdot B / h \cdot (A + B), (2)$$

где A и B соответственно длина и ширина помещения, м;

h – расчетная высота подвеса светильника над освещаемой поверхностью, м.

Метод удельной мощности. Этот метод применяется при ориентировочных расчетах. Удельной называют мощность осветительного прибора, отнесенную к единице площади освещаемой поверхности. Необходимое количество светильников при известной мощности лампы определяют по формуле:

$$n = p \cdot S / P_{\text{л}}, (3)$$

где p - удельная мощность, Вт/м²;

S - освещаемая площадь, м²;

$P_{\text{л}}$ - мощность лампы, Вт.

4.2 Задания для практической работы:

- вычертить график к расчету освещенности точечным методом;
- дать понятие прожекторного метода;
- что такое освещенность и ее величины.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Какие существуют методы расчета освещения?

5.2 Как определить метод освещенности в горизонтальной плоскости?

5.3 Какие величины учитываются при расчете методом светового потока?

Практическая работа № 4

1 Тема: изучение рудничных электрических двигателей.

2 Цель: изучить виды исполнения рудничного электрооборудования.

3 Оснащение: методические указания по выполнению практической работы № 4, схемы электродвигателей.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения.

В зависимости от степени опасности той или иной горной выработки в отношении взрыва метано-воздушной среды применяемое в ней электрооборудование подразделяется на: рудничное нормальное электрооборудование (РН) - не имеющее средств взрывозащиты; рудничное электрооборудование повышенной надежности против взрыва (РНП) - в котором предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение опасного искрения и нагрева, а также обеспечения взрывозащиты только в режиме нормальной работы электрооборудования; рудничное взрывобезопасное электрооборудование (РВ) - в котором предусмотрены меры защиты от взрыва окружающей взрывоопасной атмосферы при появлении опасного искрения, дугообразования и нагрева; рудничное оборудование, взрывобезопасное при (РО) - в котором предусмотрены меры защиты от действия электрических искр или дуг как при нормальной работе, так и при неограниченном числе повреждений любых элементов.

В качестве рудничных электродвигателей используют двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением серии ЭДР, ЭТ, ДПТР, мощность которых колеблется от 6 кВт до 45 кВт.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить рудничный транспорт;
- изучить требования техники безопасности при эксплуатации рудничных электродвигателей.

4.3 Задания для практической работы:

- назначение и классификация рудничных электродвигателей;
- перечислить основные составные части рудничных электродвигателей;
- дать характеристику обмотки якоря рудничного электродвигателя.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода:

5.1 Перечислить условия для выбора мощности рудничных электродвигателей;

- 5.2 Требования ПТЭ и ПБ при эксплуатации рудничных электродвигателей.
 5.3 Режим работы рудничных электродвигателей.
 5.4 Перечислить виды охлаждения рудничных электродвигателей.
 5.5 Все ли рудничные электродвигатели снабжаются датчиками температурной защиты?

Практическая работа № 5

- 1 Тема: пуск и торможение двигателей постоянного тока и синхронных двигателей.
 2 Цель: изучение способов пуска и торможения двигателей постоянного тока и синхронных двигателей.

3 Оснащение: методические указания для выполнения практической работы № 5, схемы.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения. Пуск синхронного двигателя непосредственным включением в сеть невозможен, так как ротор из-за своей значительной инерции не может быть сразу увлечен вращающим полем статора, частота вращения которого устанавливается мгновенно. В результате устойчивая магнитная связь между статором и ротором не возникает. Для пуска синхронного двигателя приходится применять специальные способы, сущность которых состоит в предварительном приведении ротора во вращение до синхронной или близкой к ней скорости, при которой между статором и ротором устанавливается магнитная связь. Практическое применение имеет способ пуска, получивший название асинхронного. Этот способ пуска возможен при наличии в полюсных наконечниках ротора пусковой обмотки (клетки). Невозбужденный синхронный двигатель включают в сеть. Возникшее при этом вращающее магнитное поле статора наводит в стержнях пусковой клетки ЭДС, которые создают токи I_2 . Взаимодействие этих токов с полем статора вызывает появление на стержнях пусковой клетки электромагнитных сил $F_{эм}$. Под действием этих сил ротор приводится во вращение. После разгона ротора до частоты вращения, близкой к синхронной, обмотку возбуждения подключают к источнику постоянного тока. Ток якоря двигателя определяется формулой:

$$I_a = (U - E_a) / r, \quad (1)$$

если принять U и r неизменными, что соответствует реальным условиям работы двигателя, то ток будет зависеть исключительно от противо-ЭДС:

$$E_a = c_e \cdot \Phi \cdot n \quad (2)$$

Наибольшее значение ток достигает при пуске двигателя в ход. Объясняется это тем, что в начальный момент пуска якорь двигателя неподвижен ($n=0$) и в его обмотке не индуцируется ЭДС ($E_a=0$). Поэтому при непосредственном подключении двигателя к сети в обмотке его якоря возникает пусковой ток, который определяется по формуле:

$$I_a = U / r, \quad (3)$$

где r - сопротивление, которое обычно не велико, поэтому назначение пускового тока достигает недопустимо больших значений, в 10-40 раз превышающих номинальный ток двигателя.

4.2 Рекомендации по выполнению задания: изучить момент входа двигателя в синхронизм.

4.3 Задания для практической работы:

назвать причины вследствие которых в момент асинхронного пуска обмотку возбуждения нельзя оставлять разомкнутой;
 -дать определение пускового тока;

- характеризовать дополнительный асинхронный момент.
- 5 Контрольные вопросы для формулировки вывода
- 5.1 Как определить момент входа двигателя в синхронизм?
- 5.2 Дать определение пускового реостата и его применение?
- 5.3 Чему равен пусковой ток при введении в цепь якоря внешнего сопротивления?

Практическая работа № 6

- 1 Тема: способы охлаждения двигателя.
- 2 Цель: изучить способы охлаждения двигателя.
- 3 Оснащение: методические указания для выполнения практической работы № 6.
- 4 Порядок выполнения работы
- 4.1 Краткие теоретические сведения.

По способу охлаждения электрические двигатели разделяют на два вида: естественным и искусственным охлаждением.

При естественном охлаждении двигатели не имеют вентиляторов или каких-либо других устройств, способствующих охлаждению двигателя. Охлаждение происходит естественным путем за счет теплопроводности и конвекции.

Теплопроводность – это передача теплоты внутри твердого тела. Конвекция состоит в том, что частицы газа (воздуха), соприкасающиеся с поверхностью нагретого тела (лобовые части обмоток, сердечники, корпус), нагреваются, становятся легче и поднимаются вверх, уступая свое место менее нагретым частицам и т.д. Такая конвекция называется естественной.

При искусственном охлаждении в электродвигателях применяют специальное устройство, обычно вентилятор, создающий движение в машине газа, охлаждающего его нагретые части. Значительную часть двигателей с искусственным охлаждением составляют двигатели с самовентиляцией, у которых вентилятор закреплен на валу двигателя; в процессе работы он, вращаясь, создает аэродинамический напор. Самовентиляция может быть наружной и внутренней. Для более эффективного охлаждения в магнитопроводе используют вентиляционные каналы, через которые проходит охлаждающий газ. Вентиляционные каналы бывают аксиальными и радиальными. Иногда в двигателях применяют радиально-аксиальную вентиляцию. В двигателях с регулировкой частоты вращения вниз от номинальной при малой частоте вращения самовентиляция становится малоэффективной, что приводит к чрезмерному перегреву двигателя. Поэтому в таких двигателях целесообразно применять независимую вентиляцию, когда вентилятор имеет собственный привод (частота вращения последнего не зависит от режима работы двигателя).

- 4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить схему и принцип внутренней самовентиляции электрического двигателя.

- 4.3 Задания для практической работы:

- что происходит при наружной самовентиляции воздухом электродвигателя;
- для чего в подшипниковых щитах двигателя делают специальные отверстия;
- изучить все способы обозначений видов охлаждения электродвигателей.

- 5 Контрольные вопросы

- 5.1 Какая система вентиляции называется разомкнутой?
- 5.2 Какая система вентиляции называется замкнутой?
- 5.3 Как называются вентиляционные каналы если они расположены параллельно оси ротора?
- 5.4 Как называются вентиляционные каналы если они расположены перпендикулярно оси машины?

Практическая работа № 7

1 Тема: режим работы электродвигателей, плавкие предохранители, выключатели нагрузки.

2 Цель: изучение аппаратуры защиты электродвигателей.

3 Оснащение: методические указания для выполнения практической работы, схемы

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения.

Основные виды защит – максимально-токовая, минимальная и нулевая, тепловая, от потери управляемости, от опасных утечек тока на землю, от частых контакторов и т.д. Максимально – токовая защита предназначена для защиты от тока к.з. и недопустимых токовых перегрузок. Для этой цели применяют плавкие предохранители и реле максимального тока. Плавкие предохранители выпускают пробочного и трубчатого типов. Первые в основном применяют для защиты осветительных сетей с токами до 60 А, вторые – для защиты электродвигателей и силовых цепей. Трубчатые предохранители выпускают на ток до 1000 А. Основными элементами предохранителя является плавкая вставка, включаемая в расщелку защищаемой цепи, и дугогасительное устройство, которое гасит дугу, возникающую после плавления вставки. Трубчатые предохранители изготавливают для применения на поверхности с кварцевым наполнителем неразборными типа НПН и разборными типа ПН. Предохранитель состоит из фибровой трубки повышенной механической прочности с латунными обоймами на которые накручены колпачки. Внутри трубки вставлена плавкая штампованная цинкованная вставка, связанная с выводными зажимами болтовым соединением и удерживаемая внутри трубки в фиксированном положении двумя пластинами. Выводные зажимы соединены гайками с токоведущим болтом, к которому подводится питание гибкими проводами в изоляционной оплетке. Автоматические выключатели предназначены для включений и отключений под нагрузкой магистральных сетей переменного и постоянного тока и защиты этих сетей от значительных перегрузок по току и токов к.з. Включение у выключателей всех серий осуществляется вручную или автоматически при срабатывании одного из видов встроенной защиты. У отдельных выключателей имеется дистанционное отключение. Выключатели квалифицируются по следующим признакам: номинальному току; числу полюсов; наличию расцепителей максимального тока; способу присоединения внешних проводников.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- дать определение аппаратов защит;
- изучить достоинства плавких предохранителей и их недостатки;
- изучить предназначение автоматических выключателей.

4.3 Задания для практической работы:

- дать характеристику воздушных выключателей;
- дать характеристику основных составных элементов плавких предохранителей;
- изучить нулевую минимальную защиту.

5 Контрольные вопросы для формирования вывода

5.1 В чем заключается защита от потери управляемости?

5.2 Что такое электрический контакт?

5.3 Для чего служит реле максимального тока?

Практическая работа № 8

1 Тема: шины, разъединители, конструкции разъединительных устройств подстанций.

2 Цель: изучение конструкций шин, распределительных устройств.

3 Оснащение: методические указания к выполнению практической работы № 8, схемы.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Краткие теоретические сведения.

В распределительных устройствах применяют медные, алюминиевые и стальные шины. Медь обладает относительно небольшим удельным электрическим сопротивлением при достаточно большой механической прочности. Алюминий обладает примерно в 1.6 раза большим удельным сопротивлением, соответственно чему получается и большое сечение алюминиевых шин. Стальные шины обладают значительным удельным сопротивлением (примерно в 7 раз больше медных).

В установках напряжением свыше 35 кВ применяют шины прямоугольного сечения, они более экономичны, чем круглые шины сплошного сечения. Объясняется это тем, что при одинаковой площади поперечного сечения прямоугольной формы шины лучше охлаждаются. Кроме того, при переменном токе электрическое сопротивление круглых шин больше, чем прямоугольных той же площади сечения, в следствии поверхностного эффекта – неравномерного распределения переменного тока по сечению шины.

При одинаковых сечениях и температуре наибольшая нагрузка допускается медные шины и наименьшая на стальные шины в следствии разного электрического их сопротивления. С увеличением сечения допускаемая плотность тока снижается в следствии худшего

охлаждения шин при больших сечениях.

Например, на алюминиевую шину сечением $40 \cdot 5 = 200$ мм допускается ток 540 а при допускаемой плотности $540/200 = 2.7$ а/мм, а на алюминиевую шину $100 \cdot 10 = 1000$ мм допускается ток 1820 а, т.е. уже $1820/1000 = 1.82$ а/мм. Во втором случае металл используется хуже в $2.7/1.82 = 1.5$ раза.

Все шины, закрепленные на опорных изоляторах окрашивают эмалевыми красками следующих цветов: трехфазный ток – шины фазы А – желтый, В – зеленый, С- красный; постоянный ток шины положительного полюса – бордо, отрицательного – синий.

Окраска шин несколько улучшает теплоотдачу и позволяет увеличить допускаемый ток нагрузки на шины. Окраска стальных шин защищает от коррозии.

Разъединители используют для включения и отсоединения обесточенных частей установки, предварительно отключенных выключателем. Разъединителями можно включать и отключать такие небольшие токи, при которых на их контактах не возникает электрическая дуга. Для внутренних установок используют вертикальные разъединители рубящего типа с вращением ножей в плоскости изоляторов. Разъединители наружной установки имеют соответствующие изоляторы с хорошо развитой ребристой поверхностью.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- ознакомиться с назначением и типами разъединителей;
- изучить выполнение шинных конструкций.

4.3 Задания для практической работы:

- изучить применение шин в установках свыше 35 кВ;
- произвести расчет допускаемой нагрузки на алюминиевую шину;
- изучить приводы разъединителей.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

- 5.1 Дать определение и характеристику разъединителей для наружных установок.
- 5.2 Дать определение и характеристику разъединителей для внутренних установок.
- 5.3 Что такое поверхностный эффект ?
- 5.4 Что означает эффект близости и где он используется?

Практическая работа № 9

- 1 Тема: устройство реле.
- 2 Цель: изучить устройство реле.
- 3 Оснащение: методические указания, схемы.
- 4 Порядок выполнения работы.
- 4.1 Краткие теоретические сведения.

Реле состоит из неподвижного сердечника, выполненного в виде буквы П, с укрепленными на нем двумя токовыми катушками. В зависимости от значения токовой уставки катушки с помощью перемычек могут соединяться параллельно или последовательно. В первом случае значения величин на шкале удваиваются. Около сердечника на изоляционной планке расположены подвижный якорь и контактный мостик. Неподвижные замыкающие контакты находятся отдельно. Планка связана со спиральной пружиной, создающей противодействующий момент при движении якоря к сердечнику. Значение момента определяется указателем токовых уставок, расположенными на одной оси с пружиной. При возникшем к.з. за счет увеличения тока электромагнитный момент катушки станет больше противодействующего момента пружины, якорь притянется к сердечнику, изменив положение контактов.

Реле имеют по одному размыкающему и замыкающему контакту. Все элементы реле помещены в прозрачный полистирольный кожух, скрепленный с пластмассовым цоколем реле пружинными замками.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить классификацию реле;
- изучить виды защит на горных предприятиях;
- изучить быстродействующие исполнительные реле.

4.3 Задания для практической работы:

- необходимо знать основные параметры реле ;
- изучить газовую защиту;
- изучить конструкцию индукционной части реле.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

5.1 Как рассчитывается минимальный ток двухфазного металлического к.з.?

5.2 Какие виды защит используются на горных предприятиях?

5.3 Откуда цепи релейной защиты получают питание?

5.4 Какая защита является быстродействующей?

5.5 Из каких частей состоит реле?

5.6 Какая защита является токовой или максимально-токовой?

5.7 Какая защита является дифференциальной?

Практическая работа № 10

1 Тема: максимальные токовые реле.

2 Цель: изучение максимальных токовых реле.

3 Оснащение: методические указания, схемы.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения.

Реле максимального тока служат для мгновенного отключения цепей. Такое реле имеет катушку, насаженную на неподвижный сердечник, соединенный с подвижным якорем, который механически связан с бойком и регулировочной пружиной. К нижней части сердечника прикреплена градуированная шкала токовых установок с указателем. При токе в катушке, превышающем значение тока на шкале, якорь мгновенно притягивается к сердечнику, преодолевая натяжение пружины, и боек воздействует на отключающийся механизм аппарата. Такого типа реле называют максимальными расцепителями. Для проверки их работоспособности на сердечнике укреплен контрольная катушка, включаемая в сеть параллельно через выключатель. Перед проверкой отключают аппарат, ставят указатель

шкалы в соответствии с напряжением силовой цепи, включают аппарат, а затем выключатель катушки. При этом должно произойти отключение аппарата.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить аппараты защиты;

- изучить основные виды защит;
 - знать предназначение максимально-токовой защиты.
- 4.3 Задания для практической работы:
- изучить достоинства и недостатки предохранителей;
 - изучить предназначение плавких предохранителей пробочного типа;
 - изучить предназначение плавких предохранителей трубчатого типа;
 - знать общее время срабатывания защиты без учета горения дуги.
- 5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.
- 5.1 Для чего служат реле максимального тока?
- 5.2 Каковы достоинства и недостатки предохранителей?
- 5.3 Когда применяют для защиты плавкие предохранители пробочного типа?
- 5.4 Когда применяют для защиты плавкие предохранители трубчатого типа?
- 5.5 Описать конструкцию реле максимального тока.
- 5.6 Из чего состоит блок ПМЗ?

Практическая работа № 11

1 Тема: конструкция механизма включения и отключения пускателей.

2 Цель: изучение конструкции включения и отключения пускателей.

3 Оснащение: методические указания, схемы.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения.

Магнитным пускателем называют комплектный аппарат, предназначенный для дистанционного пуска, остановки и защиты (при наличии устройства защиты) трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

Каждый тип пускателя имеет четыре взрывонепроницаемые оболочки: сетевую, выводов, контакторную и разъединителя. Пускатель состоит из набора электрической аппаратуры, встроенной во взрывонепроницаемую оболочку, укрепленную на салазках и закрытую быстрооткрываемой скобой.

Дистанционное управление пускателями осуществляется по жилам управления силового кабеля или по отдельному кабелю управления. Схема дистанционного управления трехпроводная с использованием заземляющей жилы в качестве третьего провода управления. Для этого в кнопочные посты управления встраивают шунтирующие резисторы и диоды. Схемы управления пускателями работают на выпрямленном токе.

Рассмотрим схему соединений ПВИ-25. При нажатии кнопки «Пуск» вынесенного кнопочного поста управления, в первый полупериод ток протекает по цепи: вторичная обмотка стабилизирующего трансформатора Т4, переключающий контакт БРУ К5.2, кнопка «Стоп» S3, провод и жила управления 1, кнопки «Пуск», «Стоп» диод Y, жила и провод 0-3, нижняя точка вторичной обмотки (4) трансформатора Т4. Во второй полупериод ток протекает через обмотку промежуточного реле К4.1. Реле срабатывает и замыкает свой контакт К4.2 в цепи контакторной катушки К1.1. Срабатывание катушки К1.1. приводит к замыканию силовых контактов К1.2 и включению двигателя М. Одновременно с замыканием силовых контактов все вспомогательные контакты катушки К1.1 меняют свое положение. В дальнейшем цепь управления поддерживается через замкнувшийся контакт К1.6. Для ограничения частоты включения контактора в блоке А2 установлено реле времени, состоящее из катушки К3.1, конденсатора С2, резистора R7 и диода Y5. Отключение контактора связано с возвращением контакта К1.5 в замкнутое положение. Цепь К3.2-К1.5 шунтирует катушку К4.1, которая не может сработать и включить контактор. Время шунтирования составляет 2-3 с. Частота включения контактора ограничена 1200 циклами в час. Пускатель отключается при нажатии на любую из кнопок «Стоп» или при срабатывании одного из видов защиты.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить пускатели по назначению;

- изучить конструкцию пускателей;
 - изучить понятие нереверсивного и реверсивного исполнения пускателей.
- 4.3 Задания для выполнения практической работы:
- при каких условиях допускается работа пускателей;
 - знать количество и предназначение взрывонепроницаемых оболочек;
 - изучить заземление оболочки и вводных устройств кабелей.
- 5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.
- 5.1 На каком номинальном токе выпускают пускатели серии ПМА?
- 5.2 Дать характеристику магнитных шахтных пускателей.

Практическая работа № 12

1. Тема: устройство электромагнитного реле.
2. Цель: изучить устройство и принцип действия электромагнитного реле.
3. Оснащение: методические указания, схемы.
4. Порядок выполнения работы.
- 4.1 Краткие теоретические сведения.

Принцип действия электромагнитных реле основан на притяжении подвижной стальной системы к электромагниту при прохождении тока по его обмотке.

Конструкции электромагнитных реле, содержат: электромагнит, состоящий из стального магнитопровода и обмотки; стальную подвижную систему (якорь), несущую подвижной контакт; неподвижные контакты; противодействующую пружину

Проходящий по обмотке электромагнита ток создает магнитодвижущую силу (МДС), под действием которой возникает магнитный поток, замыкающийся через магнитопровод электромагнита, воздушный зазор и якорь. Якорь намагничивается, в результате чего появляется электромагнитная сила, притягивающая якорь к полюсу электромагнита. Если сила F_z оказывается больше силы F_p сопротивление пружины, то якорь приходит в движение и своим подвижным контактом замыкает неподвижные контакты реле. При прекращении тока или уменьшении его значения, при котором сила F_z становится меньше силы F_p , якорь возвращается в начальное положение, размыкая контакты.

Начальное и конечное положение якоря ограничивается упорами. При перемещении якоря электромагнитного реле в сторону срабатывания уменьшается воздушный зазор, а значит, и сопротивление R_m . Уменьшение сопротивления при постоянстве тока в реле вызывает увеличение магнитного потока.

- 4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить токи срабатывания электромагнитного реле;
- дать понятие коэффициента возврата.

- 4.3 Задания для практической работы:

- изучить электромагнитное реле тока;
- проанализировать работу электромагнитного реле напряжения и промежуточного реле;

- дать общие сведения об электромагнитном реле.

- 5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

- 5.1 На каком принципе базируется работа электромеханических реле?
- 5.2 Что происходит с контактами во время коммутационных операций?
- 5.3 Чем характеризуется коммутационная способность контактов?
- 5.4 Дать характеристику конструкции электромагнитного реле?
- 5.5 Каким соотношением связаны между собой магнитный поток и создающий его ток?

Практическая работа № 13

- 1 Тема: контактор КТ- 6000.
- 2 Цель: изучить устройство и работу контактора.
- 3 Оснащение: методические указания, схемы.
- 4 Порядок выполнения работы.
- 4.1 Краткие теоретические сведения.

Контакторы предназначены для частых включений и отключений электрических силовых цепей при помощи электромагнитной и силовых цепей при помощи электромагнитной и контактной систем.

Электромагнитная система контакторов переменного тока состоит из контактной катушки, сердечника, якоря, короткозамкнутого витка и крепежных деталей. Контактная система состоит из подвижных и неподвижных контактов, снабженных различными по конструкции дугогасительными устройствами. Кроме того, у контакторов имеется система вспомогательных контактов, состоящая из набора замыкающих, размыкающих или универсальных контактов.

Контакторы серии КТ-6000 выпускают на токи 63, 160, 250 и 400А при напряжении 660В и 400А при напряжении 1140 В. Контакторы с индексом Р встраиваются в магнитные пускатели: КТ 6043АР в ПВИ-32.

Монтаж элементов контактора выполнен на стальной рейке, по концам которой установлены с помощью кронштейнов подшипники, в которых вращается изоляционный вал 1. На валу закреплены якорь и подвижные силовые контакты, расположенные на изоляционных колодках, болтами соединены с рейкой. На этой рейке укреплены вспомогательные контакты, собранные в блок и ярмо магнитопровода с контакторной катушкой.

Контакторная катушка питается постоянным током.

- 4.2 Рекомендации для выполнения задания:
 - изучить аппараты дистанционного и местного управления.
- 4.3 Задания для практической работы:

- изучить устройство контактной системы;
- изучить устройство электромагнитной системы контактов переменного тока;
- по какому принципу выполняется монтаж элементов контактора.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

5.1 Что такое контактор и для чего он предназначен в электрических силовых цепях?

5.2 Как выполнена магнитная система контактора?

5.3 Из чего состоит электромагнит контактора?

Практическая работа № 14

- 1 Тема: автомат АВ.
- 2 Цель: изучить конструкцию и работа автомата АВ.
- 3 Оснащение: методические указания, схемы.
- 4 Порядок выполнения работы.
- 4.1 Краткие теоретические сведения.

Автоматические выключатели предназначены для включений и отключений под нагрузкой магистральных сетей переменного и постоянного тока и защиты этих сетей от значительных перегрузок по току и токов к.з.

Включение у выключателей всех серий осуществляется вручную, отключение – вручную или автоматически при срабатывании одного из видов встроенной защиты.

В конструктивном отношении выключатели АВ состоят из автоматического выключателя с механическим или электромагнитным приводом; блокировочного разъединителя или переключателя; трансформатора питания, блоков ПМЗ.ДО, БРУ, БУ (в зависимости от назначения) и других вспомогательных элементов.

- 4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить аппараты ручного управления.

4.3 Задания для практической работы:

- по каким признакам классифицируют автоматические выключатели;

- изучить автоматические фидерные выключатели;

- изучить конструктивное выполнение автоматических выключателей.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

5.1 На какие напряжения выпускают автоматические выключатели?

5.2 Где устанавливаются воздушные автоматические выключатели?

5.3 Каков нормальный режим работы автоматических выключателей?

5.4 По каким признакам можно классифицировать автоматические выключатели?

5.5 Из каких элементов состоит электрическая схема автоматического выключателя?

Практическая работа № 15

1 Тема: защита при прикосновении к корпусу электрооборудования, оказавшегося под напряжением.

2 Цель: изучить защитные средства, периодичность их испытаний и осмотров.

3 Оснащение: методические указания, плакаты.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения.

Защитными называются такие средства, приборы, аппараты и приспособления, которые служат для защиты персонала, работающего вблизи находящихся под напряжением частей электротехнических установок.

Защитные средства подразделяются на две группы:

- средства коллективной защиты персонала от поражения током высокого напряжения

– указатели напряжения, токоизмерительные ограждения, временные защитные заземляющие устройства и т.п.;

- индивидуальные защитные средства, предохраняющие работника от воздействия дуги, продуктов горения и механических повреждений – защитные очки, брезентовые рукавицы, противогазы и т.п.

Электрзащитные средства подразделяются на основные и дополнительные. Основными называют такие защитные средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение установки. С их помощью можно прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Дополнительные защитные средства сами по себе не могут при определенном напряжении предохранять от поражения током. Они лишь усиливают действие основного защитного средства и обеспечивают защиту от напряжения прикосновения, шагового, а также от ожогов электрической дугой. Основные защитные средства изготавливают из изоляционных материалов с достаточно устойчивыми диэлектрическими характеристиками (фарфор, бакелит, эбонит, генитакс и др.)

К дополнительным изолирующим защитным средствам, применяемым при эксплуатации и обслуживании электроустановок напряжением выше 1000 В, относят: диэлектрические перчатки, боты, диэлектрические резиновые коврики, переносные заземления, ограждающие устройства, плакаты и знаки безопасности.

В каждом распределительном устройстве должен находиться комплект защитных средств, содержащей резиновые перчатки или рукавицы, резиновые боты или изолирующие подставки, резиновые коврики или дорожки, клещи для установки и снятия предохранителей, штанги, индикаторы напряжения.

4.2 Рекомендации по выполнению задания:

- изучить защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок;

- изучить правила пользования защитными средствами.

4.Задания для практической работы:

- изучить основные изолирующие средства;
- изучить дополнительные изолирующие защитные средства;
- где должны храниться защитные средства, закрепленные за распределительным устройством.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода.

5.1 Какие средства называются защитными?

5.2 На какие группы подразделяются защитные средства?

5.3 С какой периодичностью необходимо испытывать защитные средства, находящиеся в эксплуатации?

1. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. - М. :Академия, 2020 г.
2. Баптиданов Л.Н. Электрические станции и подстанции. - М.:Энергия, 2020 г.
3. Кацман М.М. Электрические машины. - М.: Академия, 2021 г.
4. Медведев Г.Д. Электроснабжение и электрооборудование горных предприятий. - М.: Недра, 2020 г.
5. Кацман М.М. Электрические машины. - М.: Академия, 2022.491с.
6. Баптиданов Л.Н. Электрические станции и сети. - М.: Энергия, 2020г.- 424с.
7. Киреева Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. - М.:Академия, 2019.-286 с