

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Рассмотрено

Утверждаю

на заседании ЦМК  
электротехнического  
цикла

Протокол № \_\_\_\_\_

От \_\_\_\_\_ 2018г

Председатель ЦМК \_\_\_\_\_ Л.Г. Рааб

Зам. Директора по УР

\_\_\_\_\_ З.В.Назарова

От \_\_\_\_\_ 2018г.

## Методическая разработка

Тема: Аппараты управления и защиты  
напряжением до 1000В  
и их выбор

Преподаватель  
Рецензенты

Рааб Л.Г.  
Юрочкин Ю.В.  
Утяшева О.П.

## РЕЦЕНЗИЯ

На методическую разработку «Аппараты управления и защиты до 1000В и их выбор» преподавателя электротехнических дисциплин высшей квалификационной категории СХТК Рааб Л.Г.

Методическая разработка состоит из следующих разделов:

- введение;
- аналитическая часть;
- практическая часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения

Во введении подробно описано назначение аппаратов, по каким параметрам они выбираются и проверяются. При выборе аппаратов нужно помнить о том, что от правильного выбора пусковой и защитной аппаратуры зависит надёжность работы и сохранность оборудования, электробезопасность людей.

В разработке подробно описано назначение аппаратов управления, по каким параметрам они выбираются, приводится ссылка на литературу. Подробный список использованных источников приведён в конце методической разработки. В каждом разделе приведены таблицы с техническими характеристиками аппаратов управления и защиты. Помимо давно используемых аппаратов управления приведены типы, которые могут заменить все существующие типы, например выключатели типа ВА. Наряду с этим совершенствуются расчётные методы выбора аппаратуры управления и защиты.

Методическая разработка будет надёжным помощником при выборе аппаратов защиты на курсовом и дипломном проектировании.

Преподаватель электротехнических дисциплин

высшей квалификационной категории \_\_\_\_\_ Утяшева О.П

# РЕЦЕНЗИЯ

На методическую разработку

«Аппараты управления и защиты до 1000В и их выбор»

преподавателя электротехнических дисциплин высшей квалификационной

категории СХТК Рааб Л.Г.

От правильного выбора пусковой и защитной аппаратуры в большей мере зависят надежность работы и сохранность оборудования в целом, численные, качественные и экономические показатели производственного процесса, электробезопасность людей.

Методическая разработка позволит студентам уяснить назначение аппаратов управления и защиты, их устройство, узнать их основные технические характеристики.

В разработке подробно описано по каким параметрам выбираются аппараты управления:

- по номинальному току
- напряжению
- климатическому исполнению
- по степени защиты от воздействия окружающей среды

Приведены типы аппаратов управления, что облегчает работу студентов над дипломными и курсовыми проектами. Так как дипломное и курсовое проектирование являются самостоятельной работой студентов, то они без помощи преподавателя могут с помощью этой методической разработки рассчитать и выбрать аппараты управления.

В методической разработке рассматриваются все аппараты управления и защиты двигателями: рубильники, переключатели, пакетные выключатели и переключатели, кнопки управления, электромагнитные пускатели, плавкие предохранители, автоматические выключатели, реле, аппараты сигнализации.

В каждом разделе методической разработки показаны расчётные методы выбора аппаратуры и защит, приведены типы аппаратов, способных отключить токи короткого замыкания, уменьшить их термическое и электродинамическое действие, а также управлять установками в нормальном режиме.

Приводятся ссылки на литературу, которую можно использовать при работе над курсовым и дипломным проектированием.

Цель данной методической разработки – оказать студентам практическую помощь при выборе аппаратов управления и защиты.

Начальник

электрического цеха Ст.ТЭЦ \_\_\_\_\_ Ю.В. Юрочкин

## **Содержание**

Введение	4
1 Аналитическая часть	6
2 Практическая часть	10
Заключение	21
Список использованных источников	22
Приложение А Исполнение электрических аппаратов по степени защиты	23
Климатическое исполнение электрических аппаратов	
Категории размещения электрических аппаратов:	27
	29

# 1 Введение

Электрические аппараты являются самым многочисленным и конструктивно разнообразным электрооборудованием, выполняющим различные функции в электроустановках.

Электрическими аппаратами называют электротехнические устройства, предназначенные для включения и отключения, управления, регулирования и защиты электрооборудования и участков электрических цепей. В зависимости от назначения электрические аппараты можно условно разделить на четыре группы:

- коммутационные, предназначенные для включения и отключения электрических цепей;
- защиты, осуществляющие защиту электрических цепей от перегрузок, токов короткого замыкания, недопустимого повышения напряжения, снижения или исчезновения напряжения;
- токоограничивающие и пускорегулирующие, предназначенные для пуска, регулирования частоты вращения двигателей, изменения силы тока в электрических цепях, ограничения тока при коротких замыканиях;
- выполняющие одновременно несколько из перечисленных выше функций (например, включение и отключение электрических цепей, а также защиту их от перегрузок и др.).

Аппараты могут быть автоматического и неавтоматического действия. В зависимости от номинального напряжения различают электрические аппараты до 1000 В (обычно до 660 В) и выше 1000 В. В этой работе рассматриваются аппараты номинальным напряжением 220, 380 и 660 В.

Особенно многообразны конструктивные разновидности современных аппаратов, в связи с этим различны и требования, предъявляемые к ним. Однако существуют и некоторые общие требования вне зависимости от назначения, применения или конструкции аппаратов. Они зависят от назначения, условий эксплуатации, необходимой надежности аппаратов:

- изоляция электрического аппарата должна быть рассчитана в зависимости от условий возможных перенапряжений, которые могут возникнуть в процессе работы электрической установки;

- аппараты, предназначенные для частого включения и отключения номинального тока нагрузки, должны иметь высокую механическую и электрическую износоустойчивость, а температура токоведущих элементов не должна превышать допустимых значений;

- при коротких замыканиях токоведущая часть аппарата подвергается значительным термическим и динамическим нагрузкам, которые вызваны большим током. Эти экстремальные нагрузки не должны препятствовать дальнейшей нормальной работе аппарата;

- электрические аппараты в схемах современных электротехнических устройств должны обладать высокой чувствительностью, быстродействием, универсальностью;

- простота их устройства и обслуживания, а также их экономичность (малогабаритность, наименьший вес аппарата, минимальное количество дорогостоящих материалов для изготовления отдельных частей).

Выбор электрических аппаратов представляет собой задачу, при решении которой должны учитываться:

- коммутируемые электрическим аппаратом токи, напряжения и мощности;
- параметры и характер нагрузки — активная, индуктивная, емкостная
- число коммутируемых цепей;
- напряжения и токи цепей управления;
- напряжение катушки электрического аппарата;
- режим работы аппарата — кратковременный, длительный, повторно-кратковременный;
- предельный отключаемый ток короткого замыкания, электродинамическая и термическая устойчивость, разрывная мощность и износоустойчивость контактов;
- условия работы аппарата — температура, влажность, давление, наличие вибрации;
- способы крепления аппарата;
- стойкость к электрическим, механическим и термическим перегрузкам;
- климатическое исполнение и категория размещения;
- степени защиты IP,
- требования техники безопасности;

- высота над уровнем моря;
- условия эксплуатации.

От правильного выбора пусковой и защитной аппаратуры в большей мере зависят надежность работы и сохранность оборудования в целом, численные, качественные и экономические показатели производственного процесса, электробезопасность людей.

Данная методическая разработка предназначена для курсового и дипломного проектирования при выполнении раздела «Выбор аппаратов защиты и управления»

## **2 Аналитическая часть**

Дипломная работа – это организационная форма самостоятельной научно-исследовательской работы студентов, применяемая на завершающем этапе обучения в образовательном учреждении. Она заключается в выполнении студентами дипломных работ, на основании защит которых Государственная аттестационная комиссия выносит решение о присвоении студентам квалификации специалиста.

Самостоятельная работа представляет собой особую, высшую степень учебной деятельности. Она обусловлена индивидуальными психологическими различиями учащегося и личностными особенностями и требует высокого уровня самосознания, рефлексивности. Самостоятельная работа может осуществляться как во внеаудиторное время, так и на аудиторных занятиях в письменной или устной форме.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам. Организуется, обеспечивается и контролируется данный вид деятельности студентов преподавателями

Самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные



решения, выход из кризисной ситуации и т. д. Значимость самостоятельной работы выходит далеко за рамки отдельного предмета, в связи с чем выпускающие кафедры должны разрабатывать стратегию формирования системы умений и навыков самостоятельной работы. При этом следует исходить из уровня самостоятельности абитуриентов и требований к уровню самостоятельности выпускников, с тем чтобы за весь период обучения достаточный уровень был достигнут.

Согласно новой образовательной парадигме независимо от специализации и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, социально-оценочной деятельности. Две последние составляющие образования формируются именно в процессе самостоятельной работы студентов. Кроме того, задачей преподавателей является разработка дифференцированных критериев самостоятельности в зависимости от специальности и вида деятельности (исследователь, проектировщик, конструктор, технолог, ремонтник, менеджер и др.).

Главными особенностями организации обучения в СПО являются специфика применяемых методик учебной работы и степень самостоятельности обучаемых. Преподаватель только направляет познавательную активность студента, который сам осуществляет познавательную деятельность. Самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы. Никакие знания, не подкрепленные самостоятельной деятельностью, не могут стать подлинным достоянием человека. Кроме того, самостоятельная работа имеет воспитательное значение: она формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Поэтому на каждом курсе тщательно отбирается материал для самостоятельной работы студентов под руководством преподавателей. Формы такой работы могут быть разными – это различные типы домашних заданий. Составляются графики самостоятельной работы на семестр с приложением семестровых учебных планов и учебных программ. Графики стимулируют, организуют, заставляют рационально использовать время. Работа должна систематически контролироваться преподавателями. Основой

самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных студентами знаний. При распределении заданий студенты получают инструкции по их выполнению, методические указания, пособия, список необходимой литературы.

В учебном заведении совмещаются различные виды индивидуальной самостоятельной работы, такие, как подготовка к лекциям, лабораторным работам, зачетам, экзаменам, выполнение рефератов, заданий, курсовых работ и проектов, а на последнем, завершающем, этапе – выполнение дипломного проекта.

Дидактическими целями дипломного проектирования являются:

- расширение, закрепление и систематизация знаний, совершенствование профессиональных умений и навыков для решения конкретных производственных задач;

- развитие умений и навыков самостоятельного научного исследования;

- проверка и определение уровня подготовленности выпускников к самостоятельной работе в различных структурах и организациях.

Дипломная работа – это комплексная самостоятельная творческая работа, в ходе выполнения которой студенты решают конкретные профессиональные задачи, соответствующие профилю деятельности и уровню образования специалиста.

Дипломная работа выполняется по индивидуальному графику, который студент разрабатывает с помощью научного руководителя. График включает в себя основные этапы работы с указанием контрольных сроков получения задания, сбора материала в период преддипломной практики, выполнения отдельных частей работы и представления их на просмотр руководителю и консультантам, предъявления работы на рецензию и даты защиты.

Схематично можно отразить следующие этапы дипломного проектирования:

- Определение темы дипломной работы, в том числе ее утверждение;

- Назначение руководителя дипломной работы;

- Разработка плана-графика написания дипломной работы;

- Накопление и обработка необходимого материала;

- Проведение исследований, экспериментов и т.д.;

- Написание теоретической и оформление графической части дипломной работы;

- Оформление дипломной работы;

- Представление дипломной работы на отзыв руководителю и рецензенту;
- Предзащита дипломной работы и допуск к защите;
- Защита дипломной работы на заседании Государственной аттестационной комиссии.

### **3 Практическая часть**

#### **2.1 Цели:**

##### **2.1.1 Развивающая**

- развитие умений действовать самостоятельно: обучение знаниям, как действовать, планировать деятельность, как её реализовать и вести самоконтроль без посторонней помощи;
- развитие творческого подхода к решению самых разнообразных задач, умения анализировать условия, делать обобщения.

##### **2.1.2 Познавательная**

1) Научить рассчитывать, выбирать:

- Рубильники и переключатели;
- Пакетные выключатели и переключатели;
- Кнопки управления, путевые и конечные выключатели, переключатели;
- Электромагнитные пускатели;
- Плавкие предохранители;
- Воздушные автоматические выключатели;
- реле;
- аппараты сигнализации;
- шкафы управления

2) Выбирать место установки аппаратов управления.

##### **2.1.3 Воспитательная**

1) Понимание сущности и социальной значимости своей будущей профессии, проявление к ней устойчивого интереса (ОК.1);

2) Решать проблемы, оценивать риск и принимать решения в нестандартных ситуациях.

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

## 2.2 После изучения темы студент должен

### **Знать:**

#### 1) Устройство и назначение:

- Рубильники и переключатели;
- Пакетные выключатели и переключатели;
- Кнопки управления, путевые и конечные выключатели, переключатели;
- Электромагнитные пускатели;
- Плавкие предохранители;
- Воздушные автоматические выключатели;
- реле;
- аппараты сигнализации;
- шкафы управления.

#### 2) Место установки аппаратов управления.

#### 3) Исполнение электрических аппаратов по степени защиты

#### 4) Климатическое исполнение электрических аппаратов

#### 5) Категории размещения электрических аппаратов:

### **Уметь:**

#### 1) выбирать типы аппаратов управления и защиты;

## **2.3 Методы обучения**

#### 1) Самостоятельная работа обучающихся

Распределение энергии между приемниками электрической энергии (двигателями, нагревательными, осветительными и другими электротехническими устройствами) и их электрическая защита осуществляются с помощью электрических аппаратов.

В зависимости от назначения их можно разделить на две основные группы:

- коммутационные аппараты (рубильники, контакторы, переключатели)
- защитные аппараты (различные реле, плавкие предохранители, автоматические воздушные выключатели).

## 2.1 Рубильники и переключатели

Рубильники и переключатели предназначены для не частых (не более шести в час) неавтоматических включений, отключений и переключений электрических цепей переменного тока напряжением до 660В, частотой 50 Гц и постоянного тока напряжением до 440 В.

Конструктивно рубильники и переключатели различают: по числу полюсов одно-, двух- и трехполюсные; по роду привода – с центральной рукояткой, боковой рукояткой, с боковым рычажным приводом, по защищенности –открытые и защищенные, по способу подключения проводов – переднее, заднее.



Рисунок 1 – Рубильники типа Р и РБ

Рубильники типа Р и рубильники – переключатели типа РП выпускают на напряжение до 660В переменного и 440В постоянного тока в одно-, двух-, и трехполюсном исполнении и на номинальные токи 100, 250, 400, 630А. По типу привода их выполняют:

- с боковой несъемной рукояткой (Р11, РП11);
- с вынесенной и съемной рукояткой (Р16, РП16);
- с передней рукояткой (Р19, РП19)

Двух- и трехполюсные рубильники с боковой рукояткой типа РБ выпускают на номинальные токи 250, 400, 630А и номинальное напряжение 380В и 660В.

Для неавтоматической коммутации и защиты от токов перегрузки и коротких замыканий используют блоки предохранитель - выключатель в двух- и трехполюсном исполнении типа БПВ на ток 100,250, 400А; типа ППВ на 100, 250А, рубильник с предохранителем со смещенным приводом на 100, 250, 400А. Рубильники и переключатели выбирают: по номинальному напряжению согласно (1,с 22)

$$U_n \leq U_{н.уст}$$

по номинальному току согласно (1,с22)

$$I_n \text{ } \overline{I}_n \text{ } \text{уст.}$$

по числу полюсов, конструктивному и климатическому исполнению, категории размещения и степени защиты.

Таблица 1 - Характеристика рубильников и переключателей

Т и п	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	Число полюсов
Рубильники – разъединители с центральной рукояткой		
P21	100	2
P22	250	2
P24	400	2
P26	600	2
P31	100	3
P32	250	3
P34	400	3
P36	600	3
Переключатели – разъединители с центральной рукояткой		
П21	100	2
П22	250	2
П24	400	2
П26	600	2
П31	100	3
П32	250	3
П34	400	3
П36	600	3
Рубильники с боковой рукояткой		
РБ21	100	2
РБ22	250	2
РБ24	400	2
РБ26	600	2
РБ31	100	3
РБ32	250	3
РБ34	400	3
РБ36	600	3
Переключатели с боковой рукояткой		
ПБ21	100	2
ПБ22	250	2
ПБ24	400	2
ПБ26	600	2
ПБ31	100	3
ПБ32	250	3
ПБ34	400	3
ПБ36	600	3

## 2.2 Пакетные выключатели и переключатели

Пакетные выключатели и переключатели предназначены для работы в электрических цепях напряжением до 380В переменного тока и до 220В постоянного тока. Их применяют в качестве групповых выключателей на распределительных щитах, переключателей режимов работы в электрических схемах, пускателей асинхронных двигателей малой мощности.



Рисунок 2 - Пакетный выключатель серии ВП

Пакетный выключатель состоит из пакетов (отсюда и его название), собранных на основании, закрытых крышкой и стянутых шпильками. Каждый пакет выполнен из изолятора, на котором закреплены неподвижные контакты с винтами. Внутри изолятора установлены подвижные контакты с фибровыми искрогасящими шайбами. Через центральные отверстия пакетов проходит валик квадратного поперечного сечения, имеющий на конце рукоятку и предназначенный для поворота подвижных контактов. В корпусе выключателя встроено заводное устройство с пружиной, обеспечивающее поворот валика на углы, кратные  $1/2$  рад, и мгновенное переключение контактов вне зависимости от скорости поворота рукоятки. Наличие заводного устройства и фибровых искрогасящих шайб исключает возникновение дуги при размыкании контактов.

Таблица 2 – Характеристики выключателей серии ВП

Род тока	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А			
		ВП1-16	ВП2-16 ВП3-16	ВП2-40 ВП3-40	ВП2-63 ВП3-63
Переменный частотой 50Гц	220	8	16	40	63
	380	-	10	25	40
Постоянный	220	8	16	-	-

Таблица 3 – Технические характеристики пакетных выключателей ПВМ

Т и п	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А		Число полюсов
		постоянный	переменный	
ПВМ1-10	380 ~ 220 =	6,3	4	1
ПВМ2-10		10	6,3	2
ПВМ2-25		25	16	2
ПВМ2-60		60	40	2
ПВМ2-100		100	63	2
ПВМ2-250		250	160	2
ПВМ2-400		400	250	2
ПВМ3-10		10	6,3	3
ПВМ3-25		25	16	3
ПВМ3-100		100	63	3
ПВМ3-60		63	40	3
ПВМ3-250		250	160	3
ПВМ3-400		400	250	3

### 2.3 Кнопки управления, путевые и конечные выключатели, переключатели

Кнопки управления используют для дистанционного управления контакторами, пускателями и другими электромагнитными аппаратами, а также для коммутирования цепей синхронизации, блокировок и т.п. Их выпускают открытого, защищенного, водозащищенного, пылеводозащищенного и взрыво-защищенного исполнения. Кнопки управления, смонтированные в общем корпусе или на панели, называют кнопочной станцией.



Рисунок 3 – Пост управления с грибовидной кнопкой





Рисунок 3 – Кнопочный пост управления ПКЕ

Путевые и конечные выключатели, переключатели представляют собой кнопки управления, действующие автоматически (при нажатии на них детали движущего механизма). Их широко применяют в автоматических схемах привода транспортных механизмов для изменения направления движения управляемого механизма и исключение возможности перехода его за пределы пограничных положений.

Таблица 4 – Кнопки управления

Наименование	Т и п	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
Кнопки управления открытого исполнения	КЕ	220 =, 500 ~	6,3
Переключатели открытого исполнения	ПЕ	220 =, 500 ~	6,3
Кнопочные посты управления	ПКЕ	220 =, 500 ~	6,3

Таблица 5 – Контактные путевые выключатели

Серия	Номинальные	
	Напряжение, В	Ток, А
ВК-200	220 =, 380 ~	6,3
ВК-300		6,3
ВПК-1000		4
ВПК-2000		4 – 6
ВПК-3000		6
ВПК-4000		4 – 6

Бесконтактные путевые выключатели могут быть классифицированы по: способу воздействия на чувствительный элемент, физическому принципу действия преобразователя, конструктивному исполнению, классу точности, степени защиты. По способу воздействия на чувствительный элемент бесконтактные путевые выключатели могут быть разделены на выключатели механического и параметрического действия.

В выключателях первого вида управляющий элемент непосредственно механически воздействует на первичный привод бесконтактного путевого выключателя, который бесконтактно взаимодействует с чувствительным элементом. В выключателях второго вида в зависимости от положения управляющего элемента, механически не связанного с бесконтактным путевым выключателем, изменяется какой-либо физический параметр преобразователя. При определенном значении этого параметра изменяется состояние релейного элемента.



Рисунок 4 – Бесконтактные путевые переключатели

Бесконтактные путевые переключатели серии БВК-200 предназначены для контроля положения механизма или отдельных его узлов и применяются в станках, автоматических линиях, кузнечно-прессовом оборудовании, литейных машинах, конвейерах.

Срабатывание переключателей производится введением в щель алюминиевой пластины.

Таблица 5.1 – Основные характеристики переключателей серии БВК

Напряжение питания, В	24
Дифференциал хода, мм, не более	3
Время включения, мс, не более	0,3
Время выключения, мс, не более	0,6
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,5
Соппротивление нагрузки, Ом, не менее	91

## 2.4 Электромагнитные пускатели

Магнитный пускатель является коммутационным аппаратом и относится к семейству электромагнитных контакторов, позволяющий коммутировать мощные нагрузки постоянного и переменного тока, и предназначен для частых включений и отключений силовых электрических цепей.

С помощью магнитного пускателя можно включить двигатель, выключать его, защищать от перегрузок и отключать при снижении напряжения сети ниже допустимого предела. Защита от перегрузок осуществляется при помощи встроенных тепловых реле:

Магнитный пускатель состоит из двух частей: сам пускатель и блок контактов.



Рисунок 5 – Составные части магнитного пускателя

Блок контактов не является основной частью магнитного пускателя и не всегда он используется, но если пускатель работает в схеме где должны быть задействованы дополнительные контакты этого пускателя, например, реверс электродвигателя, сигнализация работы пускателя или включение дополнительного

оборудования пускателем, то для размножения контактов, как раз, и служит блок контактов или, как его еще называют — приставка контактная.

Магнитный пускатель состоит из верхней и нижней части.



Рисунок 6 – Устройство магнитного пускателя

В верхней части находится подвижная контактная система, дугогасительная камера и подвижная половинка электромагнита, которая механически связана с группой силовых контактов подвижной контактной системы. Нижняя часть пускателя состоит из катушки, возвратной пружины и второй половинки электромагнита. Возвратная пружина возвращает верхнюю половинку в исходное положение после прекращения подачи питания на катушку, тем самым, разрывая силовые контакты пускателя. Обе половинки электромагнита набраны из Ш-образных пластин, сделанных из электромагнитной стали. Катушка пускателя намотана медным проводом, и содержит N-ое количество витков, рассчитанное на подключение определенного питающего напряжения равного 24, 36, 110, 220 или 380 Вольт. При подаче напряжения питания в катушке возникает магнитное поле и обе половинки стремятся соединиться, образуя замкнутый контур. Как только отключается питание, магнитное поле пропадает, и верхняя часть возвращается возвратной пружиной в исходное положение.

Наиболее распространены магнитные пускатели типов ПМЕ, ПМЛ, ПА.

Эти пускатели различаются по габаритам, роду защиты от окружающей среды, возможности реверсирования, наличию или отсутствию тепловой за-щиты, количеству блок- контактов.

Электромагнитные пускатели выбирают в зависимости от условий окружающей среды и схемы управления:

по номинальному напряжению согласно (1, с 25)

$$U_{нп} \geq U_{н.у}$$

по номинальному току согласно (1, с 25)

$$I_{нп} \geq I_{расч.}$$

По току нагревательного элемента теплового реле согласно (1,с26)

$$I_{н.р} \geq I_{н.дв.}$$

По напряжению втягивающей катушки.

Таблица 6 – Технические данные пускателей серий ПМЕ и ПАЕ

Параметр	ПМЕ-000	ПМЕ-100	ПМЕ-200	ПМЕ-300	ПАЕ-400	ПАЕ-500	ПАЕ-600
Номинальный ток, А при напряжении 380/500В	3/1,1	10/6	25/14	40/21	63/35	110/61	146/80
Предельно включаемый и отключаемый ток, А при напряжении 380В	30	100	280-	400	630	1000	1500
Пусковая мощность, потребляемая обмоткой, ВА	65	130	160	260	465	800	3400
Номинальная мощность обмотки, ВА	3,6	6	8	17	20	26	38

Таблица 6.1 – Технические данные пускателей серий ПМЛ на ток 10А

Параметр	1100	1110	1210	1220	1230
Исполнение и наличие термореле	Нереверсивный без термореле		Нереверсивный с термореле		
Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «П-С»	IP54 с кнопками «П-С» и сигнал. лампой
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, один замыкающий				

Таблица 6.2 – Технические данные пускателей серий ПМЛ на ток 25А

Параметр	2100	2110	2210	2220	2230
Исполнение и наличие термореле	Нереверсивный без термореле		Нереверсивный с термореле		

Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «П-С»	IP54 с кнопками «П-С» и сигнал. лампой
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, один замыкающий				

Таблица 6.3 – Технические данные пускателей серий ПМЛ на ток 40А

Параметр	3100	3210	3220	3230	
Исполнение и наличие термореле	Нереверсивный без термореле		Нереверсивный с термореле		
Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «П-С»	IP54 с кнопками «П-С» и сигнал. лампой	
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, один замыкающий, один размыкающий				

Таблица 6.4 – Технические данные пускателей серий ПМЛ на ток 63А

Параметр	4100	4210	4220	4230	
Исполнение и наличие термореле	Нереверсивный без термореле		Нереверсивный с термореле		
Степень защиты и наличие кнопок	IP00	IP54 без кнопок	IP54 с кнопками «П-С»	IP54 с кнопками «П-С» и сигнал. лампой	
Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Переменный ток в цепи управления, один замыкающий, один размыкающий				

Таблица 6.5 – Основные характеристики контактных приставок

Тип приставки	ПКЛ-1104	ПКЛ-2004	ПКЛ-0404	ПКЛ-2204	ПКЛ-4004
Количество замыкающих контактов	1	2	0	2	4
Количество размыкающих контактов	1	0	4	2	0

## 2.5 Плавкие предохранители

Предохранители служат для защиты электрических цепей и электроустановок от недопустимых токов нагрузки или токов короткого замыкания и характеризуются номинальными токами плавкой вставки и предохранителя. Номинальным током плавкой вставки называют ток, рассчитанный для ее длительной работы, а номинальным током предохранителя — наибольший ток из номинальных токов плавких вставок, допускаемых к применению в данном предохранителе.

При соответствии номинального тока плавкой вставки току защищаемой электрической цепи тепло, выделяемое нагревающейся плавкой вставкой, отдается различным деталям предохранителя, а через них в окружающую среду. С увеличением тока нагрузки возрастает температура нагрева плавкой вставки и других деталей предохранителя.

Показателями, характеризующими предохранители, являются также зависимость времени перегорания плавкой вставки от силы проходящего через нее тока, а также предельный ток отключения, в качестве которого принят наибольший ток, отключаемый предохранителем без повреждений, препятствующих его нормальной работе.

При прохождении через плавкую вставку предохранителя тока, превышающего ее номинальный ток, вставка перегорает и разрывает электрическую цепь, отключая таким образом защищаемый участок от остальной части электроустановки. Предохранители с плавкой вставкой являются конструктивно простыми, но в то же время достаточно надежными и экономичными аппаратами защиты электрических сетей и электроустановок напряжением до 1000 В.

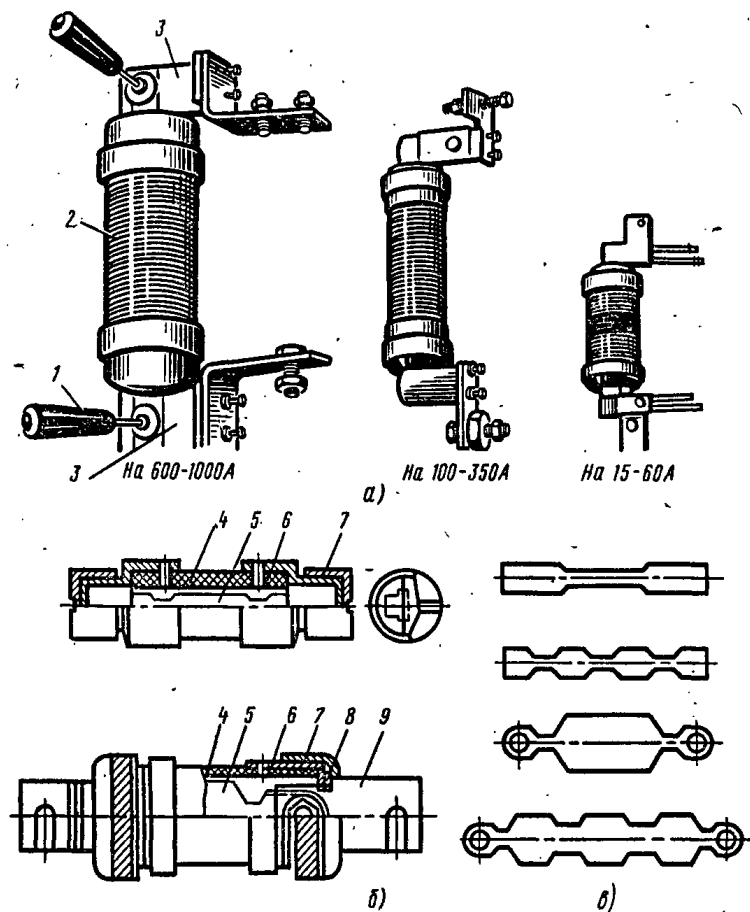


Рисунок 7 - Разборные предохранители ПР на номинальные токи 15—1000 А с незаполняемыми патронами:

а — общий вид, б — патроны предохранителей, в — конструкции плавких вставок; 1 — рукоятка зажима, 2 — разборный патрон, 3 и 9 — контактные стойка и нож, 4 — фибровая трубка, 5 — плавкая вставка, 6 и 7 — латунные втулка и колпачок, 8 — фиксирующая шайба

Основной недостаток плавких предохранителей- это разовое действие и защита цепи от больших по величине токов перегрузки, так как небольшие токи перегрузки они выдерживают, не сгорая длительное время.

Плавкие предохранители выбирают по следующим условиям:

1) Номинальное напряжение предохранителя определяется согласно (2, с.255) по формуле

$$U_{ном} \geq U_{ном.уст}$$

2) Номинальный ток плавкой вставки определяется по пусковому  $I_{пуск}$  (или пиковому  $I_{пик}$ ) току.

2.1. При защите ответвления, идущего к одиночному двигателю с нечастыми пусками и с длительностью пускового периода не более 2-2,5 с



(металлообрабатывающие станки, вентиляторы, насосы), ток вставки определяется согласно (2, с.255) по формуле

$$I_{н.вст} \geq I_{пуск}/2,5$$

2.2. При защите ответвления, идущего к одиночному электродвигателю с частыми пусками или большой длительностью пускового периода (электродвигатели кранов, центрифуг, дробилок), ток вставки определяется согласно (2, с.255) по формуле:

$$I_{н.вст} = I_{пуск}/1,6-2$$

2.3. При защите линии, питающей силовую или смешанную нагрузку, ток вставки определяется согласно (2, с.255) по формуле:

$$I_{н.вст} = I_{пик}/2,5$$

где  $I_{пик}$  – пиковый кратковременный ток линии, А

При защите плавкими предохранителями линии, к которой присоединены до пяти двигателей, пиковый ток определяется согласно (1, с.27) по формуле:

$$I_{н.в} \geq k_0 \sum I_{p(n-1)} + I_n$$

2.4. При защите плавкими предохранителями линии, к которой присоединены более пяти двигателей, ток плавкой вставки определяется согласно (1, с.27) по формуле:

$$I_{н.в} \geq k_0 \sum I_{p(n-1)} + \frac{I_n}{\alpha}$$

где  $k_0$  – коэффициент одновременности,

$\sum I_{p(n-1)}$  – сумма рабочих токов всех двигателей, за исключением одного, у которого разность между пусковым и номинальным токами наибольшая,

$I_n$  – пусковой ток исключенного из суммы двигателя,

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от пускового режима защищаемых электродвигателей.

Согласно (1, с.27) для двигателей с легким режимом пуска  $\alpha=2,5$ , для двигателей с тяжелым режимом пуска  $\alpha=1,6$ .

2.5 Номинальный ток плавкой вставки для защиты ответвления, идущего к сварочному аппарату, определяется согласно (3, с.101) по формуле

$$I_{н.в} \geq 1,2 I_{св} \sqrt{ПВ}$$

где  $I_{св}$ - номинальный ток сварочного аппарата при номинальной продолжительности включения, А

3) Номинальный ток предохранителя согласно (1, с.256)

$$I_{н.пр} \geq I_{ном.в}$$

4) По селективности защиты

Для проверки селективности действия плавких предохранителей, а также для согласования их работы с работой релейной защиты составляют карты селективности.

Для выбора плавких предохранителей по условию селективности можно использовать метод согласования характеристик предохранителей. В основу этого метода положен принцип составления площадей сечения плавких вставок с учетом того, из какого материала они изготовлены (табл.5.2. Л1 стр 28).

При установке одноступенчатых предохранителей напряжением 1000В селективность будет соблюдена, если плавкие вставки каждого двух последовательно включенных предохранителей отличающиеся одна от другой не менее чем на две ступени по шкале номинальных токов плавких вставок, а при установке высоковольтных предохранителей с кварцевым заполнителем - на одну ступень.

Таблица 7 – Технические данные предохранителей

Т и п	U, В	$I_{ном}$ , А	$I_{ном}$ вставки, А
ПР-2-15	500=	15	6, 10, 15
ПР-2-60		60	15, 20, 25, 35, 45, 60
ПР-2-100		100	60, 80, 100
ПР-2-200		200	100, 125, 160, 200
ПР-2-350		350	200, 225, 260, 300, 350
ПР-2-600		600	350, 430, 500, 600
ПР-2-1000		1000	600, 700, 850, 1000
ПНБ5-380	380~	100	40, 63, 100
ПНБ5-380/250		250	160, 250
ПНБ5-380/400		400	315, 400
ПНБ5-380/630		600	500, 600
ПРС-6	380~ 440=	6	1, 2, 4, 6
ПРС-20		20	10, 16, 20
ПРС-63		63	25, 40, 63
ПРС-100		100	80, 100
ППТ-10	250=	10	6, 10

## 2.6 Воздушные автоматические выключатели

Автоматический воздушный выключатель — это аппарат, предназначенный для автоматического размыкания электрических цепей или отключения электроустановки при возникновении в них токов перегрузки и короткого замыкания. Воздушным называют выключатель потому, что электрическая дуга, возникающая между его контактами в момент отключения, гасится в среде окружающего воздуха. Воздушные автоматические выключатели выполняют функции защитных аппаратов, однако при необходимости могут быть использованы в качестве коммутационных аппаратов — при нечастых эксплуатационных включениях и отключениях тех электрических цепей, в которых они установлены как аппараты защиты.

С помощью автоматических выключателей может осуществляться дистанционное управление электрооборудованием и быстрое восстановление питания электроустановок путем повторного включения. Эти выключатели изготовляют на токи, достигающие нескольких тысяч ампер и различают по числу полюсов: одно-, двух- и трехполюсные.

Основными частями выключателей являются контактная система, дугогасительное устройство и механизм свободного расцепления.

Контактная система автоматических выключателей небольшой мощности (на токи, не превышающие 100 А) может быть одноступенчатой или двухступенчатой (главный и дугогасительный контакты). Одноступенчатую систему контактов применяют и в выключателях средней мощности (до 600 А), если рабочие поверхности контактов имеют металлокерамическое покрытие. В мощных выключателях используют двух- или трехступенчатую систему контактов. При трехступенчатой системе контактов контактная группа выключателя состоит из главных (рабочих), промежуточных (переходных) и дугогасительных (разрывных) контактов.

Главные контакты служат для присоединения управляемой электрической цепи к питающей сети и допускают длительное прохождение, через них номинальных токов и рабочих токов нагрузки, а дугогасительные — для разрыва электрической цепи при наличии в них рабочих токов, а также токов перегрузки или короткого замыкания и сохранения таким образом главных контактов.

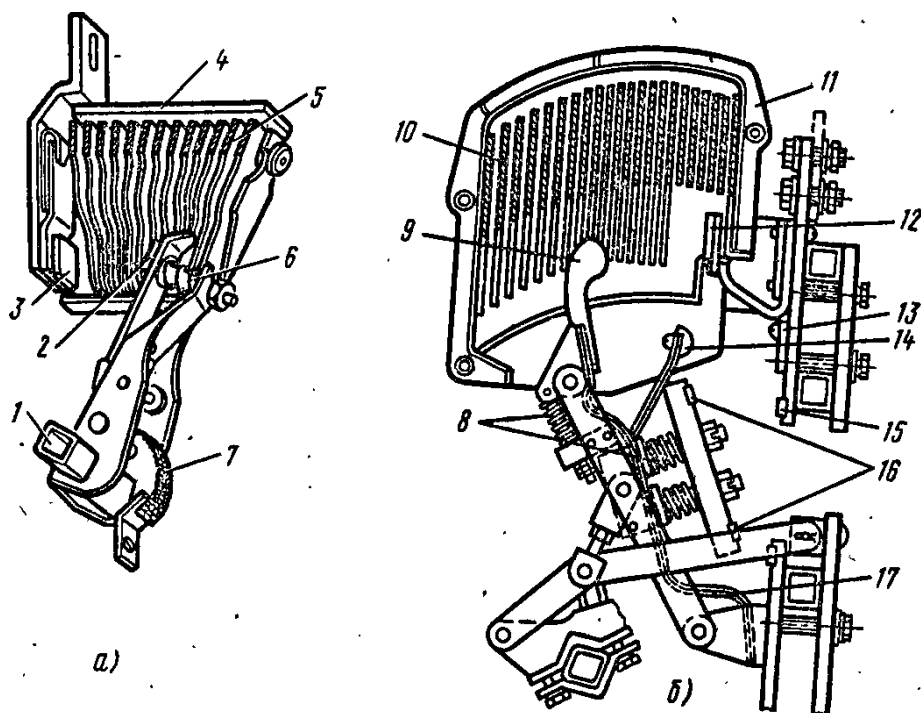


Рисунок 8 – Контактная и дугогасительная системы воздушных выключателей:

а — одноступенчатая, б - трехступенчатая; 1 — вал, 2 и 16 — главные подвижные контакты, 3 и 15 — главные неподвижные контакты, 4 и 11 — дугогасительные камеры, 5 и 10 — дугогасительные решетки, 6 и 8 — контактные пружины, 7 и 17 — гибкие связи, 9 и 12 — дугогасительные подвижные и неподвижные контакты, 13 и 14 - промежуточные неподвижный и подвижный контакты

Промежуточные контакты предназначены для облегчения перехода тока с главных контактов на дугогасительные при отключении выключателя и с дугогасительных на главные — при его включении.

Дугогасительная система выключателя состоит из дугогасительных (подвижного 9 и неподвижного 12) контактов и камеры 11, в которой расположена решетка 10. Дугогасительное устройство служит для ограничения размеров и быстрого гашения дуги, возникающей между расходящимися контактами при разрыве ими электрической цепи. Действие дугогасительного устройства основано на растяжении и охлаждении электрической дуги в камере. Камера представляет собой асбестоцементную коробку, в которой размещена дугогасительная решетка, состоящая из стальных пластин, покрытых тонким слоем меди для предохранения стальной основы от коррозии,

Автоматические выключатели имеют тепловой расцепитель и электромагнитный.

Автоматические выключатели выбирают:

1) по номинальному напряжению согласно (2, с. 254) по формуле

$$U_{ком} \geq U_{ком.уст.}$$

2) по номинальному току согласно (2, с. 254) по формуле

$$I_{н.а.} \geq I_{ком.уст.}$$

3) ток уставки теплового расцепителя для силовых одиночных электроприемников определяется согласно (4, с. 140) по формуле

$$I_m \geq 1,25 I_n.$$

Ток уставки электромагнитного расцепителя одиночного электроприемника определяется согласно (4, с. 140) по формуле

$$I_{\Delta} \geq 1,2 I_{\text{пуск.}}$$

Где  $I_n$  – номинальный ток электроприемника, А;

$I_{\text{пуск}}$  – пусковой ток электродвигателя, А;

Для группы силовых электроприемников:

ток уставки теплового расцепителя автоматического выключателя определяется согласно (4, с. 141) по формуле

$$I_m \geq 1,1 I_{\text{max.}}$$

Ток уставки электромагнитного расцепителя определяется согласно (4, с. 141) по формуле

$$I_{\Delta} \geq 1,2 (I_{\text{пуск.}} + I_{\text{max.}})$$

Где  $I_{\text{max}}$  – наибольший суммарный ток группы электроприемников в номинальном режиме, за исключением одного, у которого разность между пусковым и номинальным током наибольший.

$I_{\text{пуск}}$  – пусковой ток исключенного из группы двигателя.

4) проверка на отключающую способность выключателя выполняется согласно (1, с. 33) по формуле

$$I_{\text{к.з.}} < I_{\text{откл.}}$$

Где  $I_{\text{откл.}}$  – предельный ток, отключаемый автоматическим выключателем.

$I_{\text{к.з.}}$  – максимальный ток короткого замыкания вместе установки автомата.

Таблица 8 – Характеристики автоматов

Т и п	$I_{\text{ном}}$ , А	$U_{\text{ном}}$ , В	Число полюсов	Ток уставки, А	Предельный ток отключения, кА	
					=	~
АЕ-1000	25	340	1	6 ÷ 25	–	1,5
АЕ-2000	25, 63, 100	220 ÷ 500	1, 2, 3	–	10	16
АЕ-2040	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80,	660	3	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80,	–	12 $I_{\text{ном}}$

	100			100		
AE-2443	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63	380	3	—	—	—
AE-2050M	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100	380	3	16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100	—	12 I <sub>ном</sub>
A-3160	50	110, 220	1, 2, 3	15 ÷ 50	1,6 ÷ 3,6	2,5 ÷ 4,5
A-3110	100	220	2, 3	15 ÷ 100	20	18
A-3120	200	220	2, 3	15...100	20	18
A-3130	200	220	2, 3	100...200	17...28	14...25
A-3140	600	220	2, 3	100...200	17...28	14...25
A-3710Б	160 ÷ 630	440, 660	2, 3	250 ÷ 600	25 ÷ 50 110	32 ... 60
A-3740Б						
A-3710Ф	160 ÷ 630	220, 380	2, 3	--	25 ÷ 50	25 ÷ 50
A-3730Ф						
AK-63	63	220, 440	2, 3	0,63...63	5	9
AK-50	50	380, 400	2, 3	2...50	4,5	9
АП-50	50	220...500	2, 3	1,6...50	1,252	0,3...2
A-63	25	110...220	1	0,63...25	2	2,5
AC-25	25	220...380	2, 3	1...20	3,2	2

Таблица 9 – Технические данные автоматов «Электрон»

Параметр	Т и п				
	Э06	Э10	Э16	Э25	Э40
Номинальный ток, А	630	1000	1600	2500	4000
Коммутационная способность, кА	50	84	84	105	160

Таблица 10 – Технические данные автоматов серии ВА

Тип выключателя	Номинальное напряжение гл.цепей, В	Номинальный ток выключателя, А	Номин. ток теплового расцепителя/уставка по току сраб. эл. магн. расцепителя, А
Трёхполюсный с комбинированным расцепителем			
ВА51-35М1-340010	380, 660 50, 60 Гц	100	16; 20; 25; 31,5; 40/480; 50/600; 63/800; 80/960; 100/1200
ВА51-35М2-340010		250	125/1500; 160/1920; 200/2400; 250/3000
ВА51-35М3-340010		400	320/3200; 400/4000

BA52-39Б-340010	380, 660 50, 60 Гц	500	500/4000
BA52-39Б-340010		630	630/4000

## 2.7 Реле

Назначением релейной защиты является по возможности скорейшее отключение поврежденного элемента или участка энергосистемы от ее неповрежденных частей. Если повреждение не грозит немедленным разрушением защищаемого объекта, не нарушает непрерывности электроснабжения и не представляет угрозы по условиям техники безопасности, то устройства защиты могут действовать не на отключение, а на сигнал, предупреждающий дежурный персонал о неисправности.

В релейно-контактных схемах управление производственными процессами применяют различного рода электрические реле переменного и постоянного тока. Реле постоянного тока более надежны эксплуатации и более экономичны, чем реле переменного тока. Преимущество реле переменного тока в том, что для их включения не требуется источник постоянного тока. Реле выбирают по назначению, напряжению и току обмотки, числу, типу, длительно допустимому току и коммутационной способности контактов.

При выборе из числа нескольких типов технически равноценных для данных схем реле следует также учитывать их габаритные размеры и стоимость.

В схемах управления широкое распространение получили промежуточное реле, реле времени, реле тока, реле напряжения.

### Промежуточное реле

Промежуточное реле может иметь несколько групп замыкающих контактов и несколько групп размыкающих контактов. Основная функция промежуточных реле - размножение контактов в цепях управления.

Выбор промежуточного реле происходит на основании его технических характеристик: питающее напряжения (В), потребляемая мощность (Вт), коммутируемый ток (А), длительно допустимый ток контактов (А), число и вид контактов и габаритные размеры.

В настоящее время представлен достаточно широкий ассортимент промежуточных реле. Самые распространённые производства фирм Finder, Phoenix, ABB, Schneider electric. Из отечественных – это реле типа РПЛ, РПУ-2М, РП, РЭП.



Рисунок 9 - Промежуточное реле РПУ-2М

### **Реле времени**

Релé врéмени — реле, предназначенное для создания независимой выдержки времени и обеспечения определённой последовательности работы элементов схемы. Реле времени применяется в случаях, когда необходимо автоматически выполнить какое-то действие не сразу после появления управляющего сигнала, а через установленный промежуток времени. Реле времени работают или по принципу механического замедления и изготавливаются с применением маятников либо электродвигателей, или по принципу электромагнитного замедления. Маятниковые реле дают выдержку времени в границах 1-15 сек, двигательные – до 24 ч, реле с электромагнитным замедлением – до 5 сек. Реле с электрическим замедлением изготавливают только для работы в цепях управления постоянного тока, это реле работает по принципу роста времени спада магнитного потока в магнитной системе при выключении





Рисунок 10 - Реле времени с часовым механизмом

### **Реле тока и напряжения**

В устройствах релейной защиты наиболее широко распространены токовые реле, реагирующие на недопустимое увеличение тока в защищаемой цепи, и реле минимального напряжения, реагирующие на снижение ниже определенного значения или полное исчезновение напряжения. Токовые реле включаются последовательно, а реле напряжения — параллельно защищаемой цепи. Катушки токовых реле выполняются с малым количеством витков из провода большого сечения и поэтому имеют небольшое сопротивление, а катушки реле напряжения — с большим количеством витков из провода меньшего сечения, чем катушки токовых реле, и поэтому обладают большим сопротивлением.

Реле максимального тока срабатывает, когда проходящий через его катушку ток достигает заранее установленного значения, называемого током срабатывания. При уменьшении тока до определенной величины, называемой током возврата, подвижная система реле возвращается в исходное положение. Отношение тока возврата к току срабатывания называется коэффициентом возврата, который у большинства современных реле находится в пределах 0,8-0,9.

Реле тока реагируют на величину тока и могут быть: — первичные, встроенные в привод выключателя (РТМ); — вторичные, включенные

через трансформаторы тока: электромагнитные — (РТ-40), индукционные — (РТ-80), тепловые — (ТРА), дифференциальные — (РНТ, ДЗТ), на интегральных микросхемах — (РСТ), фильтр — реле тока обратной последовательности — (РТФ).



Рисунок 11 - Электромагнитное реле максимального тока серии РТ40

Таблица 11 - Технические характеристики реле тока серии РТ40

Тип реле	Пределы уставок, А	Последовательное соединение катушек		
		Ток срабатывания, А	Термическая стойкость, А	
			длительно	в течении 1 с
РТ40/0,2	0,05...0,2	0,05...0,1	0,55	15
РТ40/0,6	0,15...0,6	0,15...0,8	1,75	50
РТ40/2	0,5...2,0	0,5...1,0	4,15	100
РТ40/6	1,5...6,0	1,5...3,0	11,0	300
РТ40/10	2,5...10,0	2,5...5,0	17,0	400
РТ40/20	5,0...25	5,0...10,0	19,0	400
РТ40/50	12,5...50	12,5...25	27,0	500
РТ40/100	25...100	25...50	27,0	500
РТ40/200	50...200	50...100	27,0	500

## 2.8 Аппараты сигнализации

Сигнализацию в электрических схемах применяют для оповещения обслуживающего персонала о техническом состоянии и положении включающих и

отключающих аппаратов, последовательности технических операций и аварийном состоянии схемы.

Сигнализация может быть световая (лампы), звуковая (звонок, сирена, ревун), и визуальная (токовые указательные реле).

Технические данные некоторых звуковых сигнальных аппаратов приведены в таблице.

Таблица 12 – Звуковые сигнальные аппараты.

Тип аппарата	Сила звука, ДБ.
Звонки ЗВП-24; ЗВП-220	86
Звонки громкого боя МЗ-1-127, МЗ-1Т-220	103
Ревуны РВ-24; РВ-220	76
Сирена СС-1-220	103

Примечание: последнее число после тире – номинальное напряжение, В

Таблица 13 – Светосигнальная арматура

Т и п	Напряжение питания, В
АЕ	6...660
АМЕ	
АС1201	
АС220	220
АСЛ	220, 380
АВР	6...380

## 2.9 Распределительные пункты (устройства)

Распределительные устройства (РУ) предназначены для приема, распределения и учета электрической энергии напряжением 380/220 В трехфазного переменного тока частотой 50-60 Гц в сетях с системой заземления — TN-C, TN-S, TN-C-S, для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях.

РУ-0,4 кВ размещается на ТП 6–10 кВ и является низковольтной составляющей подстанции и может использоваться для построения всех типов главных, вторичных и конечных низковольтных распределительных щитов, рассчитанных на токи до 4000 А и предназначенных для промышленных или административных зданий.



**Рисунок 12 – Распределительное устройство РУ – 0,4кВ**

Основные технические параметры и характеристики

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение, В	~220, ~380, ~600
Номинальная рабочая частота, Гц	50; 60
Номинальный ток сборных шин, А	До 4000
Действующее значение тока короткого замыкания, кА	До 60
Высота, мм	2000; 2200; 2300
Ширина, мм	400; 600; 800; 1000
Глубина, мм	400; 600; 800; 1000
Подключение отходящих линии	Сверху; снизу
Степень защиты по ГОСТ14254	До IP 54

Распределительные пункты (щиты) выбирают по напряжению, условиям окружающей среды, способу установки и присоединения проводов, числу, типу и номинальным параметрам автоматов или групп предохранителей



Рисунок 13 – Распределительный щит ПР – 11

Распределительные щиты ПР – 11 предназначены для распределения электроэнергии, защиты электрических установок напряжением до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц при перегрузках и коротких замыканиях, а также для нечастых (до 3-х включений в час) оперативных коммутаций электрических цепей и прямых пусков асинхронных двигателей.

Распределительный щит ПР – 11 представляет собой унифицированный металлический корпус, в котором на горизонтальных профилях устанавливается соответствующая аппаратура. Для обслуживания установленной в шкафах аппаратуры предусмотрена одностворчатая дверь, запирающаяся на замок.

Линия электропитания подключается либо к вводному выключателю, либо к специальным вводным зажимам. Отходящие групповые линии подключаются к соответствующим автоматическим выключателям. Внутри шкафа расположены нулевая рабочая и защитная шины.

Шафы размещаются либо на стене (навесное исполнение), либо в нише стены (утопленное исполнение), либо на полу помещения (напольное исполнение).

Таблица 14 – Структура условного обозначения

ПР	Пункт распределительный
ПР-11	Номер серии шкафов
ПР11-Х	Вид установки 1 — утопленное 3 — навесное 7 — напольное
ПР-11-3-XXX	Номер схемы (см. соответствующую таблицу в номенклатурном

	каталоге).
ПР11-3-060-21	Степень защиты по ГОСТ 14255-96 21 — IP21 54 — IP54
ПР-11-3-060-21-У3	Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69

Таблица 15 – Аппаратура, устанавливаемая в распределительные щиты ПР – 11

Тип ПР-11	Вводной выключатель	Iном, А	Отходящие выключатели	
			1-полюсные	3-полюсные
1045-21У3	-	100	6	-
3045-21У3				
3045-54У1				
1046-21У3	1	100	6	-
3046-21У3				
3046-54У1				
1047-21У3	-	100	-	2
3047-21У3				
3047-54У1				
1048-21У3	1	100	-	2
3048-21У3				
3048-54У1				
1049-21У3	-	100	3	1
3049-21У3				
3049-54У1				
1050-21У3	1	100	3	1
3050-21У3				
1050-54У3				
1051-21У3	-	250	12	-
3051-21У3				
3051-54У1				
1052-21У3	1	250	12	-
3052-21У3				
3052-54У1				
3053-21У3	-	250	-	4
3053-54У1				
1054-21У3	1	250	-	4
3054-54У3				
1055-21У3	-	250	6	2
3055-21У3				
3055-54У1				
1056-21У3	1	250	6	2
3056-21У3				
3056-54У3				
1057-21У3	-	250	18	-
3057-21У3				
3057-54У1				
1058-21У3	1	250	18	-
3058-21У3				
3058-54У3				
1059-21У3	-	250	-	6
3059-21У3				
3059-54У1				
1060-2 У3	1	250	-	6

3060-21Y3				
3060-54Y3				
1061-21Y3				
3061-21Y3	-	250	12	2
3061-54Y1				
1062-21Y3				
3062-2 Y3	1	250	12	2
3062-54Y3				
1063-21Y3				
1063-21Y3	-	250	6	4
3063-54Y1				
1064-21Y3				
3064-21Y3	1	250	6	4
3064-54Y3				
1065-21Y3				
3065-21Y3	-	250	24	-
3065-54Y1				
1066-21Y3				
3066-21Y3	1	250	24	-
3066-54Y3				
1067-21Y3				
3067-21Y3	-	250	-	8
3067-54Y1				
1068-21Y3				
3068-21Y3	1	250	-	8
3068-54Y3				
1069-21Y3				
3069-21Y3	-	250	18	2
3069-54Y1				
1070-21Y3				
3070-21Y3	1	250	18	2
3070-54Y3				
1071-21Y3				
3071-21Y3	-	250	12	4
3071-54Y1				
1072-21Y3				
3072-21 Y3	1	250	12	4
3072-54Y3				
1073-21Y3				
3073-21Y3	-	250	6	6
3073-54Y1				
1074-21Y3				
3074-21Y3	1	250	6	6
3074-54Y3				
1075-21Y3				
3075-21Y3	-	250	30	-
3075-54Y1				
1076-21Y3				
3076-21Y3	1	250	30	-
3076-54Y3				
1077-21Y3				
3077-21Y3				
3077-54Y1	-	250	-	10
7077-21Y3				
7077-54Y3				
1078-21Y3	1	250	-	10
3078-21Y3				
3078-54Y3				

7078-21Y3				
7078-54Y3				
1079-21Y3				
3079-21Y3	-	250	24	2
3079-54Y1				
1080-21Y3				
3080-21Y3	1	250	24	2
3080-54Y3				
1081-21Y3				
3081-21Y3	-	250	18	4
3081-54Y1				
1082-21Y3				
3082-21Y3	1	250	18	4
3082-54Y1				
1083-21Y3				
3083-21Y3	-	250	12	6
3083-54Y3				
1084-21Y3				
3084-21Y3	1	250	12	6
3084-54Y3				
1085-21Y3				
3085-54Y1	-	250	6	8
3085-54Y1				
1086-21Y3				
3086-21Y3	1	250	6	8
3086-54Y3				
1087-21Y3				
3087-21Y3	-	400	18	-
3087-54Y1				
1088-21Y3				
3088-21Y3	1	400	18	-
3088-54Y3				
1089-21Y3				
3089-21Y3	-	400	-	6
3089-54Y1				
1090-21Y3				
3090-21Y3	1	400	-	6
3090-54Y3				
1091-21Y3				
3091-21Y3	-	400	12	2
0391-54Y1				
1092-21Y3				
3092-21Y3	1	400	12	2
3092-54Y3				
1093-21Y3				
3093-21Y3	-	400	6	4
3093-54Y1				
1094-21Y3				
3094-21Y3	1	400	6	4
3094-54Y3				
1095-21Y3				
3095-21Y3	-	400	24	-
3095-54Y1				
1096-21Y3				
3096-21Y3	1	400	24	-
3096-54Y3				
1097-21Y3	-	400	-	8
3097-21Y3				



3097-54Y1				
1098-21Y3	1	400	-	8
3098-21Y3				
3098-54Y3				
1099-21Y3	-	400	18	2
3099-21Y3				
3099-54Y1				
1100-21Y3	1	400	18	2
3100-21Y3				
3100-54Y3				
1101-21Y3	-	400	12	4
3101-21Y3				
3101-54Y1				
1102-21Y3	1	400	12	4
3102-21Y3				
3102-54Y3				
1103-21Y3	-	400	6	6
3103-21Y3				
3103-54Y1				
1104-21Y3	1	400	6	6
3104-21Y3				
3104-54Y3				
1105-21Y3	-	400	30	-
3105-21Y3				
3105-54Y1				
1106-21Y3	1	400	30	-
3106-21Y3				
3106-54Y3				
1107-21Y3	-	400	-	10
3107-21Y3				
3107-54Y1				
7107-21Y3				
7107-54Y1				
1108-21Y3	1	400	-	10
3108-21Y3				
3108-54Y3				
7108-21Y3				
7108-54Y3				
1109-21Y3	-	400	24	2
3109-21Y3				
3109-54Y1				
1110-21Y3	1	400	24	2
3110-21Y3				
3110-54Y3				
1111-21Y3	-	400	18	4
3111-21Y3				
3111-54Y3				
1112-21Y3	1	400	18	4
3112-21Y3				
3112-54Y3				
1113-21Y3	-	400	12	6
3113-21Y3				
3113-54Y1				
1114-21Y3	1	400	12	6
3114-21Y3				
3114-54Y3				
1115-21Y3	-	400	6	8
3115-21Y3				

3115-54У1				
1116-21У3	1	400	6	8
3116-21У3				
3116-54У3				
3117-21У3	-	250	-	4
3117-54У1				
3118-21У3	1	250	-	4
3118-54У3				
3119-21У3	-	400	-	6
3119-54У1				
7119-21У3				
7119-54У1				
3120-21У3	1	400	-	6
3120-54У3				
7120-21У3				
7120-54У3				
3121-21У3	-	630	-	8
3121-54У1				
7121-21У3				
7121-54У1				
3122-21У3	1	630	-	8
3122-54У3				
7122-21У3				
7122-54У3				
7123-21У3	-	630	-	12
7123-54У1				
7124-21У3	1	630	-	12
7124-54У3				

### **3 МЕСТА УСТАНОВКИ АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ**

Аппараты управления и защиты следует располагать по возможности в доступных для обслуживания местах и так, чтобы исключить повреждения аппаратов защиты и обеспечить безопасность персонала при оперировании ими. Аппараты защиты устанавливаются в точках сети, где возникает необходимость уменьшения сечения проводника по направлению к местам потребления электроэнергии, или в тех местах, где защищаемый проводник непосредственно присоединяется к питающей линии. В случае необходимости допускается принимать длину участка между питающей линией и аппаратом защиты ответвления до 6 метров, а в труднодоступных местах (на большой высоте) даже до 30 метров.

Аппараты управления защиты могут быть встроены непосредственно в технологические механизмы, установлены около них или размещены в отдельных помещениях. Многие механизмы, такие как металлообрабатывающие,

деревообрабатывающие, и другие станки выпускаются со встроенной аппаратурой управления и защиты.

Для защиты проводников электрической сети, к которым присоединяются вышеназванные механизмы, применяются рубильники с предохранителями или автоматические выключатели, которые встраиваются в распределительные шкафы и шинопроводы цеха и выбираются при проектировании электроснабжения.

Для отдельных сантехнических установок (вентиляторов, насосов, и т.п.), поставляемых без комплекта пускозащитной аппаратуры, эти аппараты выбираются при проектировании электроснабжения цеха и устанавливаются по месту.

Что бы выбрать правильно место установки необходимо учитывать степень защиты аппаратов, климатическое исполнение и категорию размещения

Степени защиты, климатическое исполнение и категории размещения приведены в приложении А

## **4 Заключение**

Все существующие эксплуатируемые или вновь сооружаемые электрические сети должны быть обеспечены необходимыми и достаточными средствами защиты, прежде всего, от поражения электрическим током людей, работающих с этими сетями, участков цепей и электрооборудования от токов перегрузки, токов короткого замыкания, пиковых токов. Эти токи могут привести к повреждению как самих сетей, так и электроприборов, работающих в этих сетях.

Каждая трансформаторная подстанция, каждая воздушная линия, каждая кабельная линия и распределительные внутридомовые сети, каждый электроприёмник имеют аппараты защиты, обеспечивающие их бесперебойную и надежную работу.

Таких аппаратов на данный момент в мире имеется огромный выбор. Их можно подобрать по типу, по способу подключения, по параметрам защиты. Аппараты защиты электрооборудования и электрических сетей очень обширная группа

Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам, весьма разнообразны и зависят от назначения, условий эксплуатации, необходимой надежности и т.д. Однако можно сформулировать требования, которые являются общими для всех электрических аппаратов:

1) При номинальном режиме работы температура токоведущих элементов аппарата не должна превосходить значений, рекомендуемых стандартом или другими нормативными документами.

2) При коротком замыкании и других аварийных режимах токоведущие элементы аппарата подвергаются значительным термическим и динамическим воздействиям тока. Эти воздействия не должны вызывать остаточных явлений, нарушающих работоспособность аппарата после устранения короткого замыкания.

3) Изоляция электрических аппаратов должна выдерживать перенапряжения, которые имеют место в эксплуатации, и обладать определенным запасом, учитывающим ухудшение свойств изоляции с течением времени и вследствие осаждения пыли, грязи и влаги.

4) Контакты электрических аппаратов должны быть способны включать и отключать все токи рабочих режимов, а также и токи аварийных режимов, которые могут возникнуть в управляемых и защищаемых цепях.

5) К каждому аппарату предъявляется ряд специфических требований, обусловленных его назначением. Так, например, выключатель ВН должен отключать ток к.з. за малое время (0,04...0,06 с.). Трансформатор тока должен давать токовую и угловую погрешности, не превышающие определенного значения.

6) В связи с широкой автоматизацией производственных процессов, применением сложных схем автоматики увеличивается число аппаратов, участвующих в работе. Возможность отказа в работе аппарата требует их резервирования и создания специальной системы поиска неисправностей. В связи с этим электрические аппараты должны обладать высокой надежностью.

7) Масса, габаритные размеры, стоимость и время, необходимое для установки и обслуживания электрического аппарата должны быть минимальными. Отвечающие

современным требованиям электрические аппараты за срок службы 25 лет не должны нуждаться в ремонте и сложной ревизии. Конструкция электрического аппарата должна обеспечивать возможность автоматизации в процессе их изготовления и э

## Список использованных источников

### Основные источники:

- 1 Е.А. Конюхова Электроснабжение объектов – М: Мастерство, 2011.
- 2 Б.Ю. Липкин Электроснабжение промышленных предприятий и установок – М: Высшая школа, 1990.
- 3 И.И. Алиев справочник по электротехнике и электрооборудования – М.: Высшая школа, 2010г.
- 4 Справочник по автоматизированному электроприводу под редакцией В.А.Шипонского-М.:Энергоавтомиздат.2010г.
- 5 И И Алиев, М. Б. Абрамов Электрические аппараты. Справочник. –М.: Издательское предприятие РадиоСофт, 2010г
- 6 А. В. Беляев Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ – Л.: Энергоатомиздат, 1990г
- 7 Ю. М. Келим Типовые элементы систем автоматического управления – М.: ФОРУМ – ИНФРА – М, 2014г
- 8 Правила устройства электроустановок – Новосибирск: Норматика, 2014г
- 9 Батыршина, А. Р. Технология организации самостоятельной работы студентов // Высшее образование сегодня. – 2008. - № 9. – С. 82 – 84.
- 10 Вайсеров, З. В. Организация самостоятельной работы студентов – путь к повышению качества подготовки специалистов среднего звена. – 2008. - № 9. – С. 4 – 8.
- 11 Гуревич В .И. Электрические реле:. Устройство, принцип действия и применения. — М.:СОЛОН-ПРЕСС, 2011

## Исполнение электрических аппаратов по степени защиты

Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости определяется ГОСТ 14254-80. В соответствии с ГОСТ устанавливается 7 степеней от 0 до 6 от попадания внутрь твердых тел и от 0 до 8 от проникновения жидкости.

Таблица 1 – Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости

Обозначение степеней защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися частями.	Защита от проникновения воды.
0	Специальная защита отсутствует.	Специальная защита отсутствует.
1	Большого участка человеческого тела, например, руки и твердых тел размером более 50 мм.	Капель, падающих вертикально.
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером более 12 мм	Капель при наклоне оболочки до 15° в любом направлении относительно нормального положения.
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром более 2,5 мм.	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали.
4	Проволоки, твердых тел размером более 1 мм.	Брызг, падающих на оболочку в любом направлении.
5	Пыли в количестве недостаточном для нарушения работы изделия.	Струй, выбрасываемых в любом направлении.
6	Защита от пыли полная (пыленепроницаемые).	Волн (вода при волнении не должна попасть внутрь).
7		При погружении в воду на короткое время .
8		При длительном погружении в воду

Для обозначения степени защиты используется аббревиатура «IP». Например: IP54.

Применительно к электрическим аппаратам существуют следующие виды исполнения:

1. Защищенные IP21, IP22 (не ниже).
2. Брызгозащищенные, каплезащищенные IP23, IP24
3. Водозащищенные IP55, IP56
4. Пылезащищенные IP65, IP66

5. Закрытое IP44 – IP54, у этих аппаратов внутреннее пространство изолировано от внешней среды

6. Герметичное IP67, IP68. Эти аппараты выполнены с особо плотной изоляцией от окружающей среды.

### **Климатическое исполнение электрических аппаратов**

Климатическое исполнение электрических аппаратов определяется ГОСТ 15150-69.

В соответствии с климатическими условиями обозначается следующими буквами: У (N) – умеренный климат, ХЛ (NF) – холодный климат, ТВ (TH) – тропический влажный климат, ТС (TA) – тропический сухой климат, О (U) – все климатические районы, на суше, реках и озерах, М – умеренный морской климат, ОМ – все районы моря, В – все макроклиматические районы на суше и на море.

### **Категории размещения электрических аппаратов:**

1. На открытом воздухе,
2. Помещения, где колебания температуры и влажности не существенно отличаются от колебаний на открытом воздухе,
3. Закрытые помещения с естественной вентиляцией без искусственного регулирования климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь),
4. Помещения с искусственным регулированием климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь), наружного воздуха,
5. Помещения с повышенной влажностью (длительное наличие воды или конденсированной влаги)

Климатическое исполнение и категория размещения вводится в условное обозначение типа электротехнического изделия.