

Филиал Государственного бюджетного профессионального  
образовательного учреждения Республики Хакасия  
«Черногорский горно-строительный техникум»

**ОВД .10. «Электрооборудование и электроснабжение горных  
предприятий»**

**Методические указания и контрольные вопросы  
для студентов-заочников**  
по профессии среднего профессионального образования

21.02.17 «Подземная разработка месторождений подземных ископаемых»  
квалификация: Горный техник-технолог

Абаза  
2025

Методические указания составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальностям  
21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Методические указания по дисциплине ОВД .10. «Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий» содержат рекомендации по выполнению контрольных заданий, предназначенные для студентов заочной формы обучения.

Разработчик:

Рыжкова Н.И преподаватель спец дисциплин,

Ф.И.О., ученая степень, звание, должность,

## ВВЕДЕНИЕ

Горно-рудная промышленность является важной отраслью народного хозяйства. Успехи в её развитии могут быть достигнуты путем увеличения комплексно - механизированных забоев, комбайновой проходки горных выработок, улучшения схем электроснабжения подземных горных работ и резкого повышения производительности труда и условий работы горняков.

Для решения поставленных перед промышленностью задач *основными направлениями развития электротехнического хозяйства отрасли* являются:

- ориентация на максимальное использование электрической энергии на всех шахтах;
- максимальное приближение источников питания к центрам нагрузки путем устройства глубоких вводов напряжением **220,110 и 35 кВ**;
- применение для сетей, питающих высокопроизводительные забойные машины, напряжения **1140 В**;
- применение комплектных трансформаторных подстанций, трансформаторов с автоматическим регулированием напряжения;
- обособленное питание потребителей от трансформаторов с расщепленной обмоткой, трехобмоточных или разделительных;
- создание и внедрение регулируемых электроприводов горных машин; применение глубокого ввода высокого напряжения (**6 кВ**) для мощных проходческих горных машин.

*Актуальными задачами* являются:

- повышение напряжения высоковольтной распределительной подземной сети до **10 кВ**, а мощности короткого замыкания на шинах **ЦПП** до **100 МВ А**;
- создание систем управления и автоматических систем резервирования;
- регулирование нагрузок за счет компенсации реактивной мощности и управления работой потребителей - регуляторов;
- экономное расходование энергоресурсов и электроэнергии и регулирование режимов электропотребления;
- оптимизация режимов электропотребления;
- разработка новых методов расчета электрических нагрузок с учетом регулирования режимов электропотребления.

Горные машины и комплексы становятся все более сложными в конструктивном и схемотехническом отношении, а схемы управления ими - все более насыщенными электроникой.

Поэтому профессия горного техника - технолога предполагает не только высокий уровень практической подготовки, но и достаточно глубокие теоретические знания, нередко выходящие далеко за пределы собственной специальности; современное электрооборудование и система управления разработана, с использованием последних достижений ряда наук, поэтому профессия горного техника – технолога становится все более и более наукоемкой, приближаясь к инженерной. Все это предъявляет высокие требования к подготовке специалистов.

Успешное усвоение курса студентами предполагает прочные знания ранее изученных дисциплин *"Общая электротехника"* и *"Основы электроники"*. Изучение данного предмета тесно связано со смежными дисциплинами и профессиональными модулями: *"МДК 01.04"*, *"Охрана труда"*. Кроме того, изучающий должен иметь хорошую математическую подготовку.

*Целью изучения дисциплины ОВД 10 "Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий"* является приобретение студентами прочных знаний и умений правильного выбора и эксплуатации шахтного электрооборудования в соответствии с Правилами безопасности и Правилами технической эксплуатации.

## **1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Согласно специфике заочного обучения, студенты самостоятельно изучают учебную дисциплину по рекомендуемой литературе. Отдельные темы, наиболее трудные для самостоятельной проработки, излагаются преподавателем во время сессии.

При изучении дисциплины студент должен ознакомиться со следующими стандартами, входящими в единую систему конструкторской документации (ЕСКД):

ГОСТ 2.730-73 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.

ГОСТ 2.732-68 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.

ГОСТ.2.738-68 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы телефонной аппаратуры.

ГОСТ 2.741-68 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.

ГОСТ 2.742-68 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники тока электрохимические.

ГОСТ 2.748-68 - ЕСКД. Обозначения условные графические электростанции и подстанции в схемах электроснабжения.

ГОСТ 2.751-73 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. электрические связи, провода, кабели и шины.

## 2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Медведев Г.Д. *Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий.* - М.: Недра, 1988. - 360с.
2. Цапенко Е.Ф., Мирский М.И., Сухарев О.В. *Горная электротехника.* - М.: Недра, 1986. - 431с.
3. *Электрооборудование и электроснабжение участка шахты.* Справочник Беккер Р.Г., Дегтярев В.В., Седаков Л.В. и др. - М.: Недра. - 503с.

### Дополнительная

1. Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К. *Справочник энергетика угольной шахты.* - М.: Недра, 1983. - 542 с.
2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. *Электрооборудование станций и подстанций.* - М.: Энергоатомиздат, 1987 - 648 с.
3. *Правила безопасности в угольных шахтах.* -
4. Колосюк В.П. *Техника безопасности при эксплуатации рудничных электроустановок.* - М.: Недра, 1987. - 407 с.
5. *Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт.* - М.: Недра, 1976, - 383 с
6. Медведев Г.Д. *Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий:* Учебник для техникумов. - 2<sup>е</sup> изд., переработанное и дополненное -М.: Недра,1980, 365с.
7. *Справочник по электроустановкам* угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт. /Под общ. ред. Дегтярева В.В., Серова В.И. - М.: Недра, 1988 .
8. *Справочник по взрывозащищенному электрооборудованию.* /Пархоменко А.И., Дзюбан В.С., Ширнин И.Г., Маслий А.К. Под общ. ред. доктора технических наук Пархоменко А.И.- К.; Техника, 1990. - 198 с.
9. Дзюбан В.С., Ширнин И.Г., Ванеев Б.Н., Гостищев В.М. *Справочник энергетика угольной шахты.* Под общ. редакцией Ванеева Б.Н.-Донецк: Юго - Восток, 2001, 886 с.

## I.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДМЕТА

### Раздел 1. Электрооборудование горных предприятий

#### Тема 1.1. Особенности эксплуатации и конструктивного исполнения горного электрооборудования

Условия эксплуатации электрооборудования при подземной разработке полезных ископаемых. Требования, предъявляемые к конструктивному исполнению и особенности конструктивного исполнения горного электрооборудования.

Понятие об уровне и видах взрывозащиты. Виды взрывозащиты установленные согласно требованиям ГОСТов. Требования предъявляемые к рудничному электрооборудованию нормального, повышенной надежности, взрывобезопасного, особо взрывобезопасного исполнения.

Область применения электрооборудования в различном исполнении. Требования ПБ к рудничному электрооборудованию, находящемуся в эксплуатации.

### **Методические указания**

Целью изучения данной темы является получение четкого представления о тех условиях, в которых эксплуатируется рудничное электрооборудование и о тех средствах и методах, при помощи которых обеспечивается безопасное применение электрооборудования в шахтах, опасных по газу или пыли.

При изучении темы необходимо обратить внимание, как устанавливается степень защиты электрооборудования, какое оборудование относится к защищенному и как классифицируется рудничное электрооборудование в зависимости от условий эксплуатации и наличия или отсутствия средств взрывозащиты. Следует провести четкое различие между терминами *"уровень взрывозащиты"* и *"вид взрывозащиты"*.

Необходимо обратить внимание на специальные способы взрывозащиты, а также на способы достижения искробезопасности электрических цепей. Нужно уяснить, в каких случаях Правила безопасности предписывают применение только искробезопасных цепей и почему.

При изучении темы следует четко выделить области применения электрооборудования с различным уровнем взрывозащиты, а также уяснить, каким образом производится испытание рудничного электрооборудования.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие требования предъявляются к подземным электроустановкам? Условия их эксплуатации.
2. Как классифицируется рудничное электрооборудование по условиям эксплуатации?
3. Что понимают под видом защиты электрооборудования?
4. Как классифицируется рудничное электрооборудование по видам взрывозащиты?
5. Какие требования предъявляются к рудничному электрооборудованию в исполнении РН, РП, РВ, РО?
6. Какой ток называется воспламеняющим?
7. Какой ток называется искробезопасным?
8. Что называется коэффициентом искробезопасности?
9. Как производится испытание искробезопасных цепей?

10. Какова область применения электрооборудования в зависимости от вида исполнения?
11. Какие материалы должны использоваться при изготовлении взрывонепроницаемых оболочек?
12. Как испытываются оболочки на взрывоустойчивость?

### **Тема 1.2. Защита людей от поражения электрическим током**

Анализ причин электротравматизма. Факторы, определяющие степень поражения электрическим током. Опасность поражения электрическим током в системах с изолированной и заземленной нейтралью трансформатора.

Меры защиты от поражения электрическим током. Назначение, устройство, контроль и проверка защитных заземлений в подземных горных выработках. Заземление машин, аппаратов, передвижного и переносного электрооборудования.

Аппараты защиты от утечек тока на землю, их назначение, устройство, область применения. Условные обозначения, применяемые в электрических аппаратах, согласно ГОСТам.

Схемы электрических соединений аппаратов защиты от утечек тока на землю, применяемых в системах электроснабжения подземных горных выработок.

Характерные неисправности в схемах электрических соединений аппаратов защиты от утечек тока на землю и способы их устранения.

Оказание помощи пострадавшим от действия электрического тока. Требования ПБ к системам заземления и аппаратам защиты от утечек на землю.

### **Методические указания**

Изучив данную тему, студент должен получить полное представление о действии тока на организм человека и мерах защиты от поражения током.

В процессе изучения следует выделить узловые вопросы: факторы, от которых зависит сопротивление человека: допустимые для человека величины напряжений и тока; причины применения в шахте сетей только с изолированной нейтралью трансформатора; принципиальные отличия заземления от зануления; устройство в шахте заземляющей сети и требования, предъявляемые к ней; выполнение заземления стационарных и передвижных электроустановок; назначение защиты от утечек и средства ее осуществления, зависимость работы средств защиты от утечек, от емкости контролируемой сети; оказание помощи пострадавшему при поражении электрическим током.

Рассматривая реле утечки, следует обратить внимание на предъявляемые к ним требования, на способ компенсации емкости в определенных устройствах.

Особое внимание следует обратить на устройство шахтного заземления, периодичность проверки его, способы измерения переходного сопротивления шахтных заземлений и применяемые при этом приборы.

## Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризовать виды поражения электрическим током.
2. От каких факторов зависит сопротивление человека электрическому току?
3. Какие величины тока и напряжения допустимы для человека в шахтных условиях?
4. Что называется напряжением прикосновения?
5. Каково принципиальное отличие напряжения прикосновения от шагового напряжения?
6. Какая электрическая сеть называется сетью с изолированной нейтралью трансформатора?
7. Какая электрическая сеть называется сетью с глухозаземленной нейтралью?
8. Объяснить, почему в шахтах применяются сети только изолированной нейтралью трансформатора.
9. В каких сетях применяют только зануление и в каких - только заземление?
10. Объяснить физическую сущность зануления. Как оно осуществляется?
11. Объяснить физическую сущность заземления.
12. Из каких элементов состоит заземляющее устройство?
13. Каково устройство главного заземления в зумпфах и водосборниках?
14. Каким образом заземляются участковые распределительные пункты?
15. Как устроены местные заземлители в сухих и мокрых выработках?
16. Как осуществляется непрерывность шахтного заземления и с какой целью?
17. Как заземляются передвижные участковые подстанции?
18. Как заземляются стационарные электроустановки?
19. Как заземляются передвижные горные машины, комплексы и механизмы?
20. Каково назначение реле утечки и какие предъявляются к нему требования?
21. Какие меры защиты необходимо предпринять, чтобы сеть с изолированной нейтралью трансформатора была практически безопасной в отношении поражения электрическим током возникновения взрыва и пожара?
22. С какой целью устраивают дополнительные заземлители и в каких устройствах?
23. Что относится к индивидуальным средствам защиты от поражения электрическим током?
24. Какова периодичность осмотра и замера переходного сопротивления шахтной заземляющей сети?
25. Каким образом определяют присоединение участковой сети, в которой имеется утечка на землю?
26. Каким образом необходимо произвести, освобождение пострадавшего от токоведущих частей в электроустановках напряжением до 1000 В?



27. Каким образом необходимо произвести освобождение пострадавшего от токоведущих частей в электроустановках напряжением выше 1000 В?
28. Каким образом необходимо оказать первую помощь пострадавшему от электрического тока?
29. Какие способы оживления организма Вам известны при клинической смерти в результате поражения электрическим током?
30. В каких случаях и как производят искусственное дыхание?

### **Тема 1.3. Электрическая аппаратура управления и защиты электрических двигателей машин и механизмов напряжением до 1140 В**

Назначение и классификация электрической аппаратуры управления и защиты.

Условные графические обозначения элементов, применяемых в электрических схемах, согласно ГОСТам.

Аппараты и принципиальные схемы максимальной токовой защиты. Расчет, выбор и проверка уставок тока реле и блоков максимальной токовой защиты, вставок плавких предохранителей.

Аппараты и принципиальные схемы защиты: тепловой от опрокидывания от несостоявшегося пуска.

Назначение, типы, особенности конструкций разъединителей, контроллеров, ручных взрывобезопасных пускателей, автоматических выключателей.

Контактная система аппаратов управления: электрическая дуга и способы ее гашения.

Бездуговая и безконтактная коммутация.

Элементы аппаратуры дистанционного и автоматического управления. Назначение, типы, особенности конструкции кнопочных постов, блоков пультов управления, контакторов.

Электрическая аппаратура дистанционного и автоматического управления электродвигателями машин и механизмов.

Основные виды и принципиальные схемы защиты и электрических блокировок, применяемых в электрической аппаратуре: нулевая; от потери управляемости; от обрыва или увеличения сопротивления цепи заземления; токовая защита от перегрузки; блокировка препятствующая включению пускателя при снижении сопротивления изоляции в отходящем участке сети ниже нормируемой величины; блокировка, ограничивающая частоту включения пускателя.

Нереверсивные и реверсивные пускатели в рудничном исполнении. Назначение, типы, технические характеристики, устройство, схемы электрических соединений, вида защиты и блокировок, род управления, виды сигнализации, возможные неисправности и способы их устранения.

Порядок выбора и проверки аппаратов управления согласно требованиям ПБ. Правила безопасности при эксплуатации электрической аппаратуры.

### **Методические указания**

В результате изучения темы студенты должны получить полное представление о том, какие основные аппараты управления и защиты применяются для электродвигателей машин и механизмов в подземных горных выработках.

Изучение темы следует начать с повторения и уяснения условных графических обозначений в электрических схемах, предписанных ГОСТами и перечисленных в общих методических указаниях, уяснения принципа действия замыкающих и переключающих контактов, а также бесконтактных переключающих устройств, в которых применяются полупроводниковые элементы.

После этого можно приступить к рассмотрению, назначения, принципа действия, устройства и работы отдельных элементов и узлов электрических аппаратов управления и защиты, контактных систем, защитных и блокировочных устройств. При изучении любой схемы следует правильно выделить главные цепи, определяющие основное назначение аппарата, а затем - цепи управления, защиты, блокировки и сигнализации. Выделяя цепи блокировки, следует иметь в виду, что они могут подразделяться на цепи взаимной блокировки, необходимые для осуществления логики работы самого аппарата и на цепи внешней блокировки между отдельными аппаратами.

Изучая схему, необходимо постоянно иметь в виду, что ток может протекать только в замкнутой цепи. Поэтому нужно всегда проследить цепь тока через тот или иной элемент от одного зажима источника питания до другого. Если эта цепь оказалась замкнутой - реле сработало. Теперь необходимо проследить, в какой цепи находятся контакты, сработавшего ранее реле, и проследить новую цепь (или цепи) и определить, в какое состояние преобразилась схема. При этом надо уяснить взаимодействие между элементами схемы и работу схемы в целом.

Такой подход способствует более глубокому и детальному изучению схем, развивает логическое мышление и вырабатывает творческое отношение к работе.

При изучении темы не нужно забывать, что конструктивное и схемное исполнение того или иного аппарата определяется его назначением, то есть теми функциями, которые должен выполнить конкретный аппарат.

Следует обратить внимание на принципиальное различие между автоматическими фидерными выключателями и магнитными пускателями, между ручными пускателями и пускателями с дистанционным управлением.

Особое внимание следует обратить на конструктивные особенности пускателей, пускателей с вакуумными контактами, а также магнитных станций управления. Необходимо уяснить преимущества и недостатки магнитных станций управления по сравнению с магнитными пускателями.

### **Вопросы для самопроверки**

1. По каким признакам можно классифицировать электрическую аппаратуру управления и защиты?
2. Что понимается под коммутационной и отключающей способностью электрического контактного аппарата?
3. Какие известны способы гашения дуги в коммутационных контактных аппаратах?
4. Какие типы электрических схем Вам известны? Что называется переходным сопротивлением контакта?
5. Какие электрические аппараты относятся к аппаратам ручного управления?
6. Какие виды защиты применяются в аппаратах напряжением до 1140 В?
7. Каково назначение максимальной токовой защиты и при помощи каких средств она осуществляется в автоматических выключателях и магнитных пускателях?
8. Каково назначение минимальной защиты и при помощи каких средств она осуществляется в электрических аппаратах?
9. С какой целью осуществляется нулевая защита и при помощи каких средств в магнитных пускателях?
10. Из какого материала изготавливают пластины деионных решеток дугогасительных камер и почему? Каков здесь принцип гашения дуги?
11. Почему недопустимо одновременное включение двух контакторов в реверсивных магнитных пускателях?
12. Какие имеются механические, электромеханические и электрические блокировки в реверсивных магнитных пускателях, исключающие возможность одновременного включения обоих контакторов?
13. Для каких целей в рудничных магнитных пускателях предназначены реле утечки БРУ, реле времени РВ?
14. Каково устройство и схемы электрических соединений реверсивных магнитных пускателей ПВИР-250?
15. Какие требования безопасности следует соблюдать при эксплуатации низковольтной рудничной аппаратуры?

## **Тема 1.4. Электрооборудование для освещения подземных горных выработок**

Значение освещения подземных горных выработок. Основные светотехнические величины. Электрические источники света, их свойства. Стационарные и переносные рудничные осветительные приборы. Назначение, типы, устройство и технические характеристики, схемы включения в сеть.

Электрооборудование электроосветительных установок.

Нормы освещенности рабочих мест. Требования правил безопасности при эксплуатации осветительных сетей и установок.

### **Методические указания**

При изучении темы следует уяснить принципиальные различия между такими понятиями, как световой поток, сила света и освещенность; конструктивные особенности, технические характеристики и принцип действия источников света.

Необходимо обратить внимание на область применения различных светильников в зависимости от их конструктивного исполнения; на правила безопасности, распространяемые на устройство и эксплуатацию шахтных осветительных сетей.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что называют световым потоком и в каких единицах его измеряют?
2. Что называют силой света и в каких единицах ее измеряют?
3. Что понимают под освещенностью и в каких единицах ее измеряют?
4. Какова зависимость между световым потоком, силой света и освещенностью?
5. Каков механизм зажигания люминесцентных ламп?
6. Каковы преимущества и недостатки люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания?
7. Какие существуют методы расчета освещения?
8. Как классифицируются рудничные светильники по конструктивному исполнению в зависимости от области применения?
9. Какие кабели применяют для монтажа стационарной шахтной осветительной сети?
10. Как устраивается заземление стационарной осветительной сети?
11. Как определяют число светильников, необходимых для освещения протяженных выработок (квершлагов, штреков, уклонов и т.п.)?
12. Каким образом рассчитывают сечение магистрального осветительного кабеля?

## **Раздел 2. Электроснабжение на горном предприятии**

### **Тема 2.1. Электроснабжение подземных машин и механизмов горного предприятия**

Характеристика приемников электрической энергии в подземных выработках. Способы питания подземных электропотребителей.

Выбор расположения центральной подземной подстанции (ЦПП), ее устройство, оборудование. Расположение и устройство распределительных подземных пунктов напряжением до и выше 1140 В.

Рудничная аппаратура управления и защиты напряжением 6кВ. Комплектные распределительные устройства (КРУ) для подземных горных выработок. Назначение, типы, технические характеристики, устройство, схемы электрических соединений, виды защит и сигнализации, электрические и механические блокировки, род управления; характерные неисправности и способы их устранения, правила безопасности при эксплуатации электрических установок напряжением свыше 1140 В.

Передвижные трансформаторные подстанции для питания подземных потребителей: назначение, типы, технические характеристики, устройство, схемы электрических соединений, виды защит и сигнализации, электрические и механические блокировки; характерные неисправности и способы их устранения.

Условные обозначения, применяемые в схемах электроснабжения, согласно ГОСТам. Основные принципы построения систем электроснабжения машин и механизмов очистных и подготовительных забоев для шахт с пологим, наклонным и крутым залеганием пластов.

Шахтные кабельные сети. Назначение, марки, сечения и допустимые нагрузки на силовые жилы кабеля. Способы прокладки кабелей в подземных горных выработках согласно требованиям правил безопасности. Основные методы расчета, выбор и проверка кабельных сетей, аппаратов управления и защиты.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие требования предъявляются к системам электроснабжения горных выработок?
2. В каких случаях применяется питание подземных участков электроэнергией через ствол и в каких через шурфы и скважины?
3. Каково назначение центральных подземных подстанций (ЦПП) и каким способом они питаются от главных понизительных подстанций (ГПП)?
4. Каково назначение подземных высоковольтных распределительных пунктов, как они комплектуются, где и в каких случаях их устанавливают?
5. Что понимают под комплектными высоковольтными распределительными устройствами, из каких узлов они состоят, каков принцип их действия и для каких целей они предназначены?
6. Какие типы комплектных высоковольтных распределительных устройств устанавливают на ЦПП и РПП-6?
7. Какие типы передвижных трансформаторных подстанций применяют для питания?
8. Какие марки бронированных кабелей применяют в шахтных условиях и какова область их применения?

9. Какие марки гибких кабелей применяют в шахтных условиях, каковы их конструкции и область применения?
10. Почему в шахтах, опасных по газу и пыли, не допустимо применение кабелей с алюминиевыми жилами?
11. С какой целью производят расчет и по каким параметрам выбирают и проверяют шахтные кабели?
12. С какой целью производят расчет токов короткого замыкания?
13. Какими средствами защиты от поражения человека электрическим током, пожаротушения и предотвращения возможности возникновения взрывов и пожаров должны быть оборудованы низковольтные распределительные пункты?

## **Тема 2.2. Электроснабжение потребителей на поверхности горного предприятия**

Характеристика потребителей электроэнергии на горных предприятиях. Категория потребителей электроэнергии в отношении обеспечения надежности их электроснабжения. Схемы электроснабжения рудников и шахт.

Устройство воздушных линий электропередач. Типы и марки проводов. Способы их крепления и соединения. Типы и конструкции опор. Устройство кабельных линий. Типы и марки кабелей. Способы прокладки кабелей.

Причины возникновения, виды и последствия коротких замыканий. Термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания.

Электрооборудование на поверхности шахты. Элементы высоковольтного оборудования подстанций. Назначение, типы, технические характеристики, устройство. Устройство главной понизительной подстанции (ГПП). Защитное заземление на подстанциях.

Общие сведения о релейной защите. Защита подстанций от прямых ударов молнии. Защита электрооборудования подстанций от перенапряжения. Меры безопасности при эксплуатации высоковольтных аппаратов и электрических сетей.

### **Методические указания**

При изучении темы студенты должны четко уяснить, какие требования предъявляются к системе электроснабжения. Рассматривая воздушные и кабельные сети, следует обратить внимание на их устройство, выделить основные элементы устройства, обратить внимание на систему обозначения голых проводов, маркировку кабелей, разграничить область применения воздушных и кабельных сетей, их достоинства и недостатки.

При изучении токов короткого замыкания необходимо четко представить причины короткого замыкания, его вида, процесс протекания токов короткого замыкания и те последствия, которые могут быть вызваны электродинамическим и термическим действием токов короткого замыкания.

Следует иметь в виду, что знание величины токов короткого замыкания необходимо для правильного выбора аппаратуры подстанций, шин, проводов и кабелей, для правильной настройки защиты.

Изучая конструктивные особенности комплектных распределительных устройств (КРУ), следует провести четкую грань между КРУ и обычными распределительными устройствами (РУ), а также выяснить отличия КРУ от комплектных трансформаторных подстанций (КТП).

Знакомясь с релейной защитой высоковольтного оборудования, необходимо обратить внимание на основные требования, предъявляемые к ней, а также на назначение и устройство автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического включения резерва (АВР).

Изучая другие виды защиты, следует установить причины перенапряжений в электрических сетях и способы защиты от них; необходимо уяснить, к каким последствиям могут привести прямые удары молнии и какие средства защиты предусмотрены.

Следует уяснить цель защитного заземления на подстанциях и контроля состояния изоляции, обратить внимание на то, каким образом устраиваются сети заземления, из каких элементов они состоят.

Особое внимание следует уделить правилам безопасности при обслуживании и эксплуатации подстанций.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что называется энергосистемой, электроснабжением и системой электроснабжения?
2. Почему передача электроэнергии на расстояние производится высоким напряжением?
3. Какие существуют системы электроснабжения шахт?
4. Что понимается под глубоким вводом?
5. Что называется электрической станцией, подстанцией? Какие Вам известны электрические станции и подстанции?
6. Что понимается под воздушной и кабельной линиями и каково между ними принципиальное различие?
7. По каким параметрам производится расчет воздушных и кабельных ЛЭП?
8. Дать определения сетей, с изолированной нейтралью трансформатора, глухозаземленной и с эффективно заземленной нейтралью трансформатора?
9. Какой процесс называется коротким замыканием? Каковы причины возникновения короткого замыкания?
10. Какие потребители согласно ПУЭ и шахт, в частности, относятся к I категории?
11. Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и шахт, в частности, относятся ко 2 категории?

12. Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и шахт, в частности, относятся к 3 категории?

13. На какие категории делятся приемники электроэнергии согласно ПУЭ?

14. Достоинства и недостатки воздушных и кабельных линий.

15. Для какой группы электроприемников ПУЭ предусматривают третий независимый взаимно резервирующий источник питания?

16. Какие потребители электроэнергии шахты должны обеспечиваться питанием от двух независимых взаимно резервирующих источников питания и каков перерыв их электроснабжения при нарушении питания одного из источников?

17. Каковы главные элементы воздушной линии электропередачи (ЛЭП)?

18. Какие провода применяются для воздушных ЛЭП и как они маркируются?

19. Каким образом располагаются и крепятся провода на опорах линии электропередачи и какие бывают опоры?

20. Для каких потребителей шахты должно быть предусмотрено резервное питание?

21. Для каких целей производят расчет токов короткого замыкания?

22. Из какого материала изготавливают шины и по каким параметрам их выбирают?

23. Из какого материала изготавливают изоляторы и по каким параметрам их выбирают?

Как маркируются изоляторы?

24. Для каких целей применяют высоковольтные предохранители; каковы их отличительные особенности?

25. Как обозначаются на электрических схемах масляные выключатели и по каким параметрам их выбирают?

26. Что называют световым потоком и в каких единицах его измеряют?

27. Что называют силой света и в каких единицах ее измеряют?

28. Что понимают под освещенностью и в каких единицах ее измеряют?

29. Какова зависимость между световым потоком, силой света и освещенностью?

30. Каков механизм зажигания люминесцентных ламп?

31. Каковы преимущества и недостатки люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания?

32. Какие существуют методы расчета освещения?

33. Как классифицируются рудничные светильники по конструктивному исполнению в зависимости от области применения?

34. Какие кабели применяют для монтажа стационарной шахтной осветительной сети?

35. Как устраивается заземление стационарной осветительной сети?



36. Как определяют число светильников, необходимых для освещения протяженных выработок (квершлагов, штреков, уклонов и т.п.)?

Каким образом рассчитывают сечение магистрального осветительного кабеля?

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### *Общие указания*

После изучения программного материала студент приступает к выполнению контрольной работы. Номер варианта работы соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале (см. приложение 1).

Контрольная работа должна быть выполнена в установленные учебным графиком сроки. Работа выполняется на компьютере, стандартный шрифт №12 (Times New Roman), в соответствии с требованиями к письменным контрольным работам. **Перед каждым ответом пишется текст вопроса.** Ответы должны быть краткими, но полностью охватывать конкретное существо вопроса. В контрольной работе должны быть даны подробные ответы на вопросы варианта задания.

В конце работы следует указать список использованной литературы, электронные ресурсы. Небрежно выполненная работа или выполненная работа не по своему варианту не оценивается и возвращается студенту.

Если у студента возникают вопросы, то необходимо обратиться к преподавателю за консультацией по телефону или по электронной почте

## Вопросы контрольной работы

1. Какие требования предъявляются к подземным электроустановкам? Условия их эксплуатации.
2. Как классифицируется рудничное электрооборудование по условиям эксплуатации?
3. Что понимают под видом защиты электрооборудования?
4. Как классифицируется рудничное электрооборудование по видам взрывозащиты?
5. Какие требования предъявляются к рудничному электрооборудованию в исполнении РН, РП, РВ, РО?
6. Какой ток называется воспламеняющим?
7. Какой ток называется искробезопасным?
8. Что называется коэффициентом искробезопасности?
9. Как производится испытание искробезопасных цепей?
10. Какова область применения электрооборудования в зависимости от вида исполнения?

11. Какие материалы должны использоваться при изготовлении взрывонепроницаемых оболочек?
12. Как испытываются оболочки на взрывоустойчивость?
13. Охарактеризовать виды поражения электрическим током.
14. От каких факторов зависит сопротивление человека электрическому току?
15. Какие величины тока и напряжения допустимы для человека в шахтных условиях?
16. Что называется напряжением прикосновения?
17. Каково принципиальное отличие напряжения прикосновения от шагового напряжения?
18. Какая электрическая сеть называется сетью с изолированной нейтралью трансформатора?
19. Какая электрическая сеть называется сетью с глухозаземленной нейтралью?
20. Объяснить, почему в шахтах применяются сети только изолированной нейтралью трансформатора.
21. В каких сетях применяют только зануление и в каких - только заземление?
22. Объяснить физическую сущность зануления. Как оно осуществляется?
23. Объяснить физическую сущность заземления.
24. Из каких элементов состоит заземляющее устройство?
25. Каково устройство главного заземления в зумпфах и водосборниках?
26. Каким образом заземляются участковые распределительные пункты?
27. Как устроены местные заземлители в сухих и мокрых выработках?
28. Как осуществляется непрерывность шахтного заземления и с какой целью?
29. Как заземляются передвижные участковые подстанции?
30. Как заземляются стационарные электроустановки?
31. Как заземляются передвижные горные машины, комплексы и механизмы?
32. Каково назначение реле утечки и какие предъявляются к нему требования?
33. Какие меры защиты необходимо предпринять, чтобы сеть с изолированной нейтралью трансформатора была практически безопасной в отношении поражения электрическим током возникновения взрыва и пожара?
34. С какой целью устраивают дополнительные заземлители и в каких устройствах?
35. Что относится к индивидуальным средствам защиты от поражения электрическим током?
36. Какова периодичность осмотра и замера переходного сопротивления шахтной заземляющей сети?
37. Каким образом определяют присоединение участковой сети, в которой имеется утечка на землю?

38. Каким образом необходимо произвести, освобождение пострадавшего от токоведущих частей в электроустановках напряжением до 1000 В?
39. Каким образом необходимо произвести освобождение пострадавшего от токоведущих частей в электроустановках напряжением выше 1000 В?
40. Каким образом необходимо оказать первую помощь пострадавшему от электрического тока?
41. Какие способы оживления организма Вам известны при клинической смерти в результате поражения электрическим током?
42. В каких случаях и как производят искусственное дыхание?
43. По каким признакам можно классифицировать электрическую аппаратуру управления и защиты
44. Что понимается под коммутационной и отключающей способностью электрического контактного аппарата?
45. Какие известны способы гашения дуги в коммутационных контактных аппаратах?
46. Какие типы электрических схем Вам известны? Что называется переходным сопротивлением контакта?
47. Какие электрические аппараты относятся к аппаратам ручного управления?
48. Какие виды защиты применяются в аппаратах напряжением до 1140 В?
49. Каково назначение максимальной токовой защиты и при помощи каких средств она осуществляется в автоматических выключателях и магнитных пускателях?
50. Каково назначение минимальной защиты и при помощи каких средств она осуществляется в электрических аппаратах?
51. С какой целью осуществляется нулевая защита и при помощи каких средств в магнитных пускателях?
52. Из какого материала изготавливают пластины деионных решеток дугогасительных камер и почему? Каков здесь принцип гашения дуги?
53. Почему недопустимо одновременное включение двух контакторов в реверсивных магнитных пускателях?
54. Какие имеются механические, электромеханические и электрические блокировки в реверсивных магнитных пускателях, исключающие возможность одновременного включения обоих контакторов?
55. Для каких целей в рудничных магнитных пускателях предназначены реле утечки БРУ, реле времени РВ?
56. Каково устройство и схемы электрических соединений реверсивных магнитных пускателей ПВИР-250?

57. Какие требования безопасности следует соблюдать при эксплуатации низковольтной рудничной аппаратуры?
58. Что называют световым потоком и в каких единицах его измеряют?
59. Что называют силой света и в каких единицах ее измеряют?
60. Что понимают под освещенностью и в каких единицах ее измеряют?
61. Какова зависимость между световым потоком, силой света и освещенностью?
62. Каков механизм зажигания люминесцентных ламп?
63. Каковы преимущества и недостатки люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания?
64. Какие существуют методы расчета освещения?
65. Как классифицируются рудничные светильники по конструктивному исполнению в зависимости от области применения?
66. Какие кабели применяют для монтажа стационарной шахтной осветительной сети?
67. Как устраивается заземление стационарной осветительной сети?
68. Как определяют число светильников, необходимых для освещения протяженных выработок (квершлагов, штреков, уклонов и т.п.)?
69. Каким образом рассчитывают сечение магистрального осветительного кабеля?
70. Какие требования предъявляются к системам электроснабжения горных выработок?
71. В каких случаях применяется питание подземных участков электроэнергией через ствол и в каких через шурфы и скважины?
72. Каково назначение центральных подземных подстанций (ЦПП) и каким способом они питаются от главных понизительных подстанций (ГПП)?
73. Каково назначение подземных высоковольтных распределительных пунктов, как они комплектуются, где и в каких случаях их устанавливают?
74. Что понимают под комплектными высоковольтными распределительными устройствами, из каких узлов они состоят, каков принцип их действия и для каких целей они предназначены?
75. Какие типы комплектных высоковольтных распределительных устройств устанавливают на ЦПП и РПП-6?
76. Какие типы передвижных трансформаторных подстанций применяют для питания?
77. Какие марки бронированных кабелей применяют в шахтных условиях и какова область их применения?
78. Какие марки гибких кабелей применяют в шахтных условиях, каковы их конструкции и область применения?
79. Почему в шахтах, опасных по газу и пыли, не допустимо применение кабелей с алюминиевыми жилами?

80. С какой целью производят расчет и по каким параметрам выбирают и проверяют шахтные кабели?
81. С какой целью производят расчет токов короткого замыкания?
82. Какими средствами защиты от поражения человека электрическим током, пожаротушения и предотвращения возможности возникновения взрывов и пожаров должны быть оборудованы низковольтные распределительные пункты?
83. Что называется энергосистемой, электроснабжением и системой электроснабжения?
84. Почему передача электроэнергии на расстояние производится высоким напряжением?
85. Какие существуют системы электроснабжения шахт?
86. Что понимается под глубоким вводом?
87. Что называется электрической станцией, подстанцией? Какие Вам известны электрические станции и подстанции?
88. Что понимается под воздушной и кабельной линиями и каково между ними принципиальное различие?
89. По каким параметрам производится расчет воздушных и кабельных ЛЭП?
90. Дать определения сетей, с изолированной нейтралью трансформатора, глухозаземленной и с эффективно заземленной нейтралью трансформатора?
91. Какой процесс называется коротким замыканием? Каковы причины возникновения короткого замыкания?
92. Какие потребители согласно ПУЭ и шахт, в частности, относятся к I категории?
93. Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и шахт, в частности, относятся ко 2 категории?
94. Какие потребители электроэнергии согласно ПУЭ и шахт, в частности, относятся к 3 категории?
95. На какие категории делятся приемники электроэнергии согласно ПУЭ?
96. Достоинства и недостатки воздушных и кабельных линий.
97. Для какой группы электроприемников ПУЭ предусматривают третий независимый взаимно резервирующий источник питания?
98. Какие потребители электроэнергии шахты должны обеспечиваться питанием от двух независимых взаимно резервирующих источников питания и каков перерыв их электроснабжения при нарушении питания одного из источников?
99. Каковы главные элементы воздушной линии электропередачи (ЛЭП)?
100. Какие провода применяются для воздушных ЛЭП и как они маркируются?
101. Каким образом располагаются и крепятся провода на опорах линии электропередачи и какие бывают опоры?

102. Для каких потребителей шахты должно быть предусмотрено резервное питание?
103. Для каких целей производят расчет токов короткого замыкания?
104. Из какого материала изготавливают шины и по каким параметрам их выбирают?
105. Из какого материала изготавливают изоляторы и по каким параметрам их выбирают?  
Как маркируются изоляторы?
106. Для каких целей применяют высоковольтные предохранители; каковы их отличительные особенности?
107. Как обозначаются на электрических схемах масляные выключатели и по каким параметрам их выбирают?

Приложение 1

### Варианты контрольной работы

| Номера вариант ов | Номера вопросов              | Номера п/п | Фамилия, имя, отчество           |
|-------------------|------------------------------|------------|----------------------------------|
| 01                | 1, 9, 17, 29, 50,64,86,100   | 01         | Артонов Иван Викторович          |
| 02                | 2, 10, 18, 30, 44,58,73,102  | 02         | Ануфриев Александр Александрович |
| 03                | 3, 11, 19, 31,54, 65 ,80,92  | 03         | Баладжаев Вусал Фейзулла Оглы    |
| 04                | 4, 2, 20, 32, 56,72,77,97    | 04         | Балякин Владимир Станиславович   |
| 05                | 5, 13, 21, 33, 41,56,74,80   | 05         | Бермешев Андрей Андреевич        |
| 06                | 6, 14, 22, 34, 64,73,79,81   | 06         | Вуличенко Константин Иванович    |
| 07                | 7,15, 23, 35, 42,78,96,104   | 07         | Гуров Александр Владимирович     |
| 08                | 8, 16, 24, 36, 44,52,68,81,  | 08         | Исаев Адалат Мурад Оглы          |
| 09                | 7, 16, 25, 37, 56 ,85,99,105 | 09         | Коков Денис Владимирович         |
| 10                | 2, 9, 26, 38 , 46,54,67,75,  | 10         | Кузьмина Наталья Витальевна      |
| 11                | 1, 15, 27, 32 ,55,61,78,101  | 11         | Курочкин Иван Сергеевич          |
| 12                | 3, 14 ,28, 33,55,63,76,91    | 12         | Мамедов Назир Амрулла Оглы       |
| 13                | 4,10, 17, 35, 60,73,83,90    | 13         | Мухтаров Мухтар Кадим Оглы       |
| 14                | 8, 11, 20, 42, 48,50,65,86   | 14         | Прудников Сергей Сергеевич       |
| 15                | 6,13, 22, 43, 43,52,72,      | 15         | Рудт Василий Александрович       |
| 16                | 5, 12, 19, 40, 48,90,100     | 16         | Сараев Владислав Валерьевич      |
| 17                | 4, 16, 20, 31, 54,55,70,98   | 17         | Таликов Никита Сергеевич         |
| 18                | 8, 14, 27, 58, 46,67,77,87   | 18         | Тюкпиеков Николай Владимирович   |
| 19                | 6, 13, 28, 36, 45,51,75,91   | 19         | Харламов Виктор Викторович       |
| 20                | 5, 12, 20, 42, 31, 54, 98,   | 20         | Черников Александр Викторович    |