

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Выбор тока и величины напряжения. Категория электроприемников. Выбор схемы электроснабжения.	6
2 Расчет электроснабжения	9
2.1 Расчет освещения и осветительной сети	9
2.2 Расчет электрических нагрузок и выбор трансформатора на стороне 0,4 Кв	11
2.3 Расчет и выбор питающих отходящих линий	12
2.4 Расчет токов короткого замыкания	16
2.5 Расчет и выбор пускозащитной аппаратуры	21
2.6 Расчет и выбор защитного заземления	24
3 Мероприятия по технике безопасности при обслуживании электрооборудования установки	27
Заключение	30
Список использованной литературы	32

ВВЕДЕНИЕ

Разработка полезных ископаемых подземным и открытыми способами характеризуется значительными притоками подземных вод. Поэтому необходимо производить комплекс сложных работ по предупреждению их поступления в подземные горные выработки. Доля затрат на осушительные мероприятия в общем комплексе горных работ достигает 10-15% капиталовложений. При осушении месторождений осушительные работы имеют цель заблаговременно снизить притоки и напоры вод, а так же осуществить их плавный перевод за границы шахтного поля.

Водоотливная установка — это комплекс технических средств для удаления воды из горных выработок и выдачи ее на поверхность. Для откачки подземных вод применяют водоотливные установки, которые в зависимости от назначения подразделяют на центральные, главные, участковые, вспомогательные, перекачные, проходческие и скважинные.

Центральная водоотливная установка предназначается для откачки воды из нескольких шахт; главная водоотливная установка — для выдачи непосредственно на поверхность притока воды всей шахты; участковые — для откачки воды из выработок какого-либо участка шахты или рудника в главный водосборник или на поверхность; вспомогательные, располагаемые на участках, уклонах, зумпфах, — для перекачки воды в водосборник главной и центральной водоотливной установки; перекачные, применяемые при волнистой почве пласта, — для откачки воды из участков в водосборник главной водоотливной установки.

Темой курсового проекта является «Проектирование электроснабжения водоотливной установки».

Для удаления воды из шахты оборудуются сложные водоотливные установки, бесперебойная работа которых обеспечивает безопасную отработку месторождений и создает необходимые условия труда. Доля притоков шахтных вод в карьер имеет большое значение при проектировании и эксплуатации водоотливных установок. Она определяет: тип насосных агрегатов, их

производительность, режимы работы, расположение водоотливных установок по горизонтам подземного горнодобывающего предприятия. Несоответствие между производительностью водоотливных установок и притоками вод, как правило, влечет за собой затопление рабочей зоны.

1 Выбор тока и величины напряжения. Категория электроприемников. Выбор схемы электроснабжения

Одним из основных вопросов курсового проекта является правильный выбор величины напряжения и рода тока для питания шахтных электроустановок. В соответствии с основными сведениями об электрооборудовании, на основании требований ПУЭ и ЕПБ необходимо принять соответствующий род тока и величину напряжения для внутреннего электроснабжения шахты.

Целью проекта является электроснабжение установок водоотлива. Для бесперебойного снабжения электрической энергией есть ряд требований:

1. Наличие резервного источника энергии;
2. Передача электрической энергии до потребителя с минимальными потерями;
3. Выбор надежного, ремонтнопригодного и экономически целесообразного оборудования;
4. Сделать эксплуатацию оборудования максимально безопасной (предпринять меры по обеспечению безопасности)

Род тока и величина напряжения зависит от привода горных машин и механизмов.

Таблица 1- Характеристика объекта электроснабжения, электрических нагрузок

Тип установки	Тип дв.	Уст. мощность	Кол. Ед.	U, В	Коэффициент мощности φ
Насос ЦНС300-280	АД	315	3	6000	0,8
Тельфер	АД	24	1	380	0,75
Сварочный аппарат	-	32	2	380	0,53
Дренажный насос К-100	АД	15	2	380	0,75
Освещение	-	8	1	127	1

В большинство случаев для питания горных машин применяется переменный

трехфазный ток. Постоянный ток применяется для приводов системы Г-Д подъемных машин и для тяговой сети электровозной откатки на концентрационных горизонтах шахт и тяговой сети карьерного транспорта. Номинальное напряжение потребителей электроэнергии переменного тока имеет значение 10 000, 6000, 1140, 660, 380, 220 и 127 В.

Таблица 2 - Род тока и величины напряжения

Наименования оборудования	U, В	Частота, Гц	Род тока
Привод ЦНС , 1BAO-450LA	380	50	Переменный
Тельфер	380	50	Переменный
Сварочный аппарат	380	50	Переменный
Насос К-100	380	50	Переменный
Освещение	127	50	Переменный

В курсовом проекте потребителями являются шахтные насосы с приводным двигателем марки 1BAO-450LA рабочем напряжением которых является 6000В. Для питания дренажных насосов К-100, сварочного аппарата и тельфера применяется напряжение 380В. Для освещения применяется напряжение 127В

В соответствии с ПУЭ по условиям обеспечения надежности электроснабжения все приемники электрической энергии подразделяются на три основные категории:

1-я категория – электроприемники, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб, повреждение оборудования, массовый брак продукции, угрозу взрыва, пожара или затопления.

2-я категория – электроприемники, перерыв в электроснабжении которых сопряжен с большими простоями машин и механизмов, нарушением работы транспорта, водоснабжения и другие.

3-я категория – все остальные потребители не подходящие под определение 1-ой и 2-ой категории, перерыв в работе которых не вызовет значительного ущерба у потребителя.

В нашем случае потребителей электрической энергии следует отнести к потребителям 1 категории, так как перебои в их электроснабжении могут привести к остановке рабочего процесса и к созданию угрозы для жизни рабочего персонала (в следствие затопления горных выработок) и требует питания от двух отдельных источников.

Выбор рациональной схемы электроснабжения наряду с выбором напряжения является одним из главных вопросов, решаемых при разработке проекта.

Схема должна быть простой, удобной в эксплуатации.

Схемы распределения электроэнергии строятся по ступенчатому принципу (от высшего напряжения к низшему).

В данном случае схема распределения энергии будет такова:

1. Основное напряжение 6000В (от двух независимых друг от друга источников) будет распределяться по двум секциям, от них уже по потребителям;
2. Для питания потребителей, чье рабочее напряжение составляет 380В будут применяться понизительные трансформаторные подстанции;
3. Для обеспечения энергией осветительных приборов, рабочее напряжение которых является 127В, будет применяться осветительный трансформатор.

2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

2.1 Расчет освещения и осветительной сети

Расчет освещения необходим для создания нормальных условий работы, то есть для создания равномерной освещенности. Применение правильно выработанного искусственного освещения позволяет обеспечить запланированный технологический процесс ведения горных работ, повышает производительность труда, способствует предупреждению травматизма и механических повреждений оборудования.

Расчет освещения производится различными методами. Для расчета освещения водоотливной установки применяем метод светового потока.

1. Выбираем светильники марки РП – 200, номинальным напряжением 127В, с лампой мощностью 200Вт световым потоком лампы 2700Лм.

2. Определяем показатель помещения:

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)} \quad (1)$$

где А - длина помещения, м;

В - ширина помещения, м;

h - высота подвеса светильника, м.

$$i = \frac{20 * 15}{8 * (20 + 15)} = 1,07$$

3. Находим общий световой поток

$$\Phi = \frac{K_3 * E_{мин} * S * Z}{K_{осв}}, \text{Лм} \quad (2)$$

где $K_3 = 1,5$ - коэффициент запаса;

$E_{мин} = 10 \text{Лк}$ минимальная освещенность для водоотлива,

S - площадь освещаемого помещения, m^2 ;

Z - 1,4 - коэффициент неравномерности освещения;

$K_{осв}=0,5$ - коэффициент использования светового потока.

$$\Phi = \frac{1.5 * 10 * 150 * 1.4}{0.5} = 6300 \text{ ЛМ}$$

4. Определяем требуемое количество ламп:

$$n_{св} = \frac{\Phi}{\Phi_{л}}, \text{ шт}$$

(3)

$$n_{св} = \frac{6300}{1200} = 5 \text{ шт}$$

К установке принимаем 5 светильников, расположенных в 2 ряда вдоль машинного зала. Расстояние между светильниками в ряду - 4 м

5. Определяем расчетную мощность осветительного трансформатора:

$$S_{тр. расч.} = \frac{P_{л} * n_{св} * 10^{-3}}{\eta_c}$$

(4)

где $P_{л} = 200 \text{ Вт}$ - мощность ламп накаливания;

$$\eta_c = 0,95 \text{ к.п.д. сети;}$$

$$S_{тр. расч.} = \frac{200 * 10 * 10^{-3}}{0.95} = 2,1 \text{ кВ} * \text{А}$$

К установке принимаем осветительный трансформатор АОШ-5, со следующими техническими характеристиками:

номинальная мощность - 5 кВА;

номинальное напряжение обмоток: ВН - 660/380 В, НН - 230/133 В;

потери холостого хода - $P_{хх} = 90 \text{ Вт}$;

потери короткого замыкания - $P_{кз} = 90 \text{ Вт}$;

напряжение короткого замыкания - $u_k = 3.5\%$.

Номинальный ток обмотки: ВН НН - 380/133 В

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} * U_{ном} * \eta_{ном}} = \frac{5000}{\sqrt{3} * 380 * 0.945} = 8 \text{ А}$$

Номинальный ток обмотки: НН

$$I_{2ном} = \frac{380 * I_{2ном}}{230} = \frac{380 * 6.4}{230} = 10,6 \text{ А}$$

6. Определяем сечение жил осветительного кабеля:

$$S = \frac{M}{C \Delta U}, \%$$

(6)

где $M = P_e \left(l_1 + \frac{L}{2} \right)$ момент нагрузки, кВт*м; (7)

При подключении питания осветительной сети к центру ее нагрузки в каждую ветвь сети будет включено 5 светильников и длина ветви составит:

$$L = n_{св} l = 5 * 4 = 20 \text{ м.}$$

Принимаем расстояние между светильниками (нормируемое значение зависит от типа лампы.)

$$l = 4 \text{ м} \quad (8)$$

Принимаем длину кабеля от трансформатора до осветительной линии (первого светильника) $l_1 = 11$;

$\Delta U = 4$ – нормируемая потеря напряжения, %

$C = 8,5\%$ - коэффициент осветительных линий.

Для трехфазных линий с нагрузкой распределенной равномерно по длине линии

$$M = 10 * 100 * \left(11 + \frac{20}{2} \right) = 21000 \text{ Втм} \quad (9)$$

$$S = \frac{26000}{8.5 * 10^3 * 4} = 0,7 \text{ мм}^2 \quad (10)$$

Принимаем кабель АПВ 3х1,5+1х1 с сечением основных жил 1,5 мм².

Расшифровка обозначения:

«А» в начале – алюминиевая жила;

«П» - провод;

«В» - изоляция из ПВХ-пластиката (винила).

1. Три токопроводящие алюминиевые основные жилы номинальным сечением 1,5 мм². Жила заземления алюминиевая сечением 1 мм².

2. Изоляция из поливинилхлорида 1,0 мм. Кабель применяется только для стационарных установок, сгибать или перегибать кабель не рекомендуется.

3. Изоляция и оболочка кабеля устойчивы к воздействию влаги и пригодны для работы в сырых помещениях.

2.2 Определение электрических нагрузок и выбор трансформатора на стороне 0.4кВ

Расчетные электрические нагрузки определяем методом коэффициента спроса в следующей последовательности:

1. Все намеченные к установке электроприемники объединяют в группы по технологическим процессам и по значению необходимого напряжения;

2. Определяем суммарные установленные мощности электроприемников, активные, реактивные и полные электрические нагрузки, а также суммарные нагрузки по группам электроприемников с одинаковыми напряжениями.

$$S_{расч} = \frac{K_c \cdot \sum P}{\cos \phi}, \quad \text{кВ} \cdot \text{А}$$

(11)

где K_c - коэф. спроса, учитывающий загрузку электроприёмников и неодновременность их работы.

$\sum P$ - суммарная мощность электроприёмников.

Определяем суммарную мощность электроприемников.

$$\sum P_{уст} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \text{ кВт}$$

(12)

$$\sum P_{уст} = 64 + 30 + 24 + 5 = 123 \text{ кВт}$$

Определяем коэффициент спроса по формуле эмпирической зависимости.

$$K_c = 0,4 + 0,6 \cdot \frac{P_{max}}{\sum P}$$

где P_m – мощность наиболее крупного электроприёмника

$$K_c = 0,4 + 0,6 \cdot \frac{24}{123} = 1,19$$

(13)

Средневзвешанное значение коэффициента мощности электроприёмников, запитанных от трансформатора, находим по формуле:

$$\cos \phi_{ср} = \frac{P_1 \cdot \cos \phi_1 + P_2 \cdot \cos \phi_2 + P_3 \cdot \cos \phi_3 + P_4 \cdot \cos \phi_4}{\sum P_y}$$

(14)

$$\cos \phi_{ср} = \frac{64 \cdot 0,35 + 30 \cdot 0,75 + 24 \cdot 0,45 + 4 \cdot 1}{123} = 0,48$$

$$S_{расч} = \frac{1,19 \cdot 123}{0,48} = 71,06 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

По расчетной мощности $S_{расч} = 71,06 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ принимаем трансформатор типа ТСВП 160/6, мощностью 160кВ·А, запитываемый от двух независимых шин на ЦПП.

2.3 Расчет и выбор питающих отходящих линий

Сечение проводов и жил кабеля выбирают с учётом влияния технических и экономических факторов. К техническим факторам относятся:

способность проводника выдерживать длительную токовую нагрузку в нормальном режиме с учётом допустимого нагрева;
 технической стойкости в режиме к.з.;
 потери напряжения в проводниках от проходящего по ним тока в нормальном и аварийном режиме.

К экономическим факторам относится экономическая плотность тока.

Согласно выбранной схеме электроснабжения принимаем два кабеля для питания центральной подземной подстанций.

1. Выбор по длительному расчетному току нагрузки для электродвигателя:

$$I_{расч} = \frac{P_{ном} \cdot K_з \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \phi_{\deltaв} \cdot \eta_{\deltaв}}, A$$

(15)

где $P_{ном}$ - номинальная мощность двигателя, кВт;

$K_з$ - коэффициент загрузки;

$\cos \phi$, - коэффициент мощности

$\eta_{\deltaв}$ -номинальное напряжение

Расчетный ток (А) для трансформатора

$$I_{расч} = \frac{S_{ном}}{1,73 \cdot U_{ном}}, A$$

(16)

где $S_{ном}$ – номинальная мощность, кВ·А;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение, кВ.

1. Определяем сечение жил кабеля от РУ–6кВ до двигателя 1ВАО-450ЛА установки главного водоотлива, по длительному расчетному току нагрузки:

$$I_{расч} = \frac{630 \cdot 1,3}{1,73 \cdot 6 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 92 A$$

(17)

Для питания двигателя предварительно принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением $S = 35 \text{ мм}^2$, марки АВВГ-3х35, с оболочкой и изоляцией из поливинилхлорида, без наружного покрова.

2. Проверяем сечение кабеля по допустимой потере напряжения

$$S = \frac{1,73 \cdot I_p \cdot l \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot \eta \cdot U_{дон}}$$

(18)

где I_p – расчетный ток электроприемника, А;

l – длина кабеля от РУ-6кВ до двигателя, м;

$\cos \phi = 0,8$ – коэффициент мощности электроприемника;

γ – удельная проводимость проводника, $\gamma = 32 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$;

ΔU – допустимое значение потери напряжения, при 6 кВ $\Delta U = 300 \text{ В}$.

$$S = \frac{1,73 \cdot 92 \cdot 20 \cdot 0,8}{32 \cdot 300} = 0,26 \text{ мм}^2$$

Кабель по потери напряжения проходит т.к. расчетное сечение провода по потери напряжения $S_p = 0,26 \text{ мм}^2$, меньше выбранного $S_b = 35 \text{ мм}^2$.

3. Проверяем кабель по экономической плотности тока:

$$S = \frac{I_p}{j_{\text{эк}}};$$

(19)

где $j_{\text{эк}}$ - нормативное значение экономической плотности тока.

$$S_{\text{эк}} = \frac{92}{1,4} = 65 \text{ мм}^2$$

(20)

Сечение жил по экономической плотности тока не проходит т.к. $S_{\text{эк}} = 65 \text{ мм}^2$ больше $S_b = 35 \text{ мм}^2$.

4. Проверяем выбранный кабель по термической стойкости:

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_n}}{c};$$

(21)

где I_{∞} установившийся ток к. з., А;

$t_n = 0,25 \text{ с}$ – приведенное время протекания тока короткого замыкания;

c – коэффициент, для алюминия $c = 90$;

$$S_{\text{min}} = \frac{8368 \sqrt{0,25}}{90} = 46 \text{ мм}^2$$

Выбранный кабель по термической стойкости проходит, выбираем кабель марки АВВГ-3×70.

1. Определяем сечение жил кабеля от РУ–6кВ до трансформатора собственных нужд ТСВП-160/6, по длительному расчетному току:

$$I_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{ном}}}{1,73 \cdot U_{\text{ном}}}, \text{ А}$$

(22)

где $S_{\text{ном}}$ – мощность трансформатора,

Уном-рабочее напряжение

$$I_{расч} = \frac{160}{1,73 \cdot 6} = 15,4 \text{ A}$$

Для питания трансформатора предварительно принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением $S = 10 \text{ мм}^2$, марки АВВГ-3х10.

2.Проверяем сечение кабеля по допустимой потери напряжения.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot \Delta U};$$

(23)

где I_p – расчетный ток электроприемника, А;

l – длина кабеля от РУ-6кВ до трансформатора, м;

$\cos \phi = 0,6$ – коэффициент мощности электроприемника;

γ – удельная проводимость проводника, $\gamma = 32 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$;

ΔU – допустимое значение потери напряжения, при 6 кВ $\Delta U = 300 \text{ В}$.

$$S = \frac{1,73 \cdot 15,4 \cdot 10 \cdot 0,6}{32 \cdot 300} = 0,01 \text{ мм}^2$$

Кабель по потери напряжения проходит т.к. расчетное сечение провода по потери напряжения $S_p = 0,01 \text{ мм}^2$, меньше выбранного $S_b = 10 \text{ мм}^2$.

3.Проверяем выбранный кабель по экономической плотности тока:

$$S = \frac{I_p}{j_{эк}}$$

(24)

где $j_{эк}$ - нормативное значение экономической плотности тока

$$S_{эк} = \frac{15,4}{1,4} = 11 \text{ мм}^2$$

Сечение жил по экономической плотности тока не проходит т.к. $S_{эк} = 11 \text{ мм}^2$ больше $S_b = 10 \text{ мм}^2$.

4.Проверяем выбранный кабель по термической стойкости:

$$S_{\min} = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_n}}{c};$$

(25)

где I_{∞} – установившийся ток к. з., А;

$t_n = 0,25 \text{ с}$ – приведенное время протекания тока короткого замыкания;

c – коэффициент, для алюминия $c = 90$;

$$S_{\min} = \frac{8391 \sqrt{0.25}}{90} = 47 \text{ мм}^2$$

Выбранный кабель по термической стойкости не проходит, значит выбираем кабель с большим стандартным сечением $S = 50 \text{ мм}^2$, окончательно выбираем кабель марки АВВГ-3×50.

Расчитываем сечение жил кабелей для низковольтных потребителей по расчётному току нагрузки. По потере напряжения и экономической плотности тока расчет не производим.

1. Определяем сечение жил кабеля от ТСВП до тельфера, по длительному расчетному току:

$$I_p = \frac{P_{\text{ном}} \cdot K_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \phi_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{дв}}};$$

(26)

где $P_{\text{ном}}$ – мощность двигателя;

$U_{\text{ном}}$ – напряжение электроприемника;

$\eta_{\text{дв}} = 0,8$ – КПД двигателя;

$\cos \phi = 0,45$ – коэффициент мощности электроприемника;

$K_z = 1$ – коэффициент загрузки.

$$I_p = \frac{24 \cdot 1 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,75 \cdot 0,8} = 61 \text{ A}$$

Для питания двигателя тельфера принимаем кабель сечением 10 мм^2 , марки КГЭШ-3х10+1х0,6., К – Кабель Г – Гибкий Э – Экранированный Ш – Шахтный.

2. Определяем сечение жил кабеля от ТСВП до двигателя насоса К-100, по длительному расчетному току:

$$I_p = \frac{P_{\text{ном}} \cdot K_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \phi_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{дв}}};$$

(27)

где $P_{\text{ном}}$ – мощность двигателя;

$U_{\text{ном}}$ – напряжение электроприемника;

$\eta_{\text{дв}} = 0,8$ – КПД двигателя;

$\cos \phi = 0,75$ – коэффициент мощности электроприемника;

$K_z = 1$ – коэффициент загрузки.

$$I_p = \frac{15 \cdot 1 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,75 \cdot 0,8} = 38 \text{ A}$$

Для питания двигателя насоса К-100 принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением 10мм^2 , марки АВРГ 3х10+1х10.

3. Определяем сечение жил кабеля от ТСВП до сварочного аппарата, по длительному расчетному току:

$$I_p = \frac{P_{ном} \cdot K_3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \phi_{дв} \cdot \phi \cdot \eta_{дв}};$$

(28)

где $P_{ном}$ – мощность двигателя;

$U_{ном}$ – напряжение электроприемника;

$\eta_{дв}=0,8$ – КПД двигателя;

$\cos \phi=0,53$ – коэффициент мощности электроприемника;

$K_3=1$ – коэффициент загрузки.

$$I_p = \frac{32 \cdot 1 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,53 \cdot 0,8} = 174 \text{ A}$$

Для питания сварочного аппарата принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением $S=95 \text{мм}^2$, марки АВРГ 3х95+1х10

Определяем сечение жил кабеля от ТСВП до осветительного аппарата АОШ-5, по длительному расчетному току:

$$I_p = \frac{P_{ном} \cdot K_3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \phi_{дв} \cdot \phi \cdot \eta_{дв}};$$

(29)

где $P_{ном}$ – мощность двигателя;

$U_{ном}$ – напряжение электроприемника;

$\eta_{дв}=0,8$ – КПД двигателя;

$\cos \phi=0,8$ – коэффициент мощности электроприемника;

$K_3=1$ – коэффициент загрузки.

$$I_p = \frac{5 \cdot 1 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 1 \cdot 0,8} = 9,5 \text{ A}$$

Для питания осветительного аппарата АОШ-5, принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением $2,5\text{мм}^2$, марки АВРГ-2х2,5.

2.4 Расчет токов короткого замыкания

Коротким замыканием называется нарушение нормальной работы электрической установки, вызванное замыканием фаз между собой, а также замыканием фаз на землю.

Основная причина к.з. – нарушение изоляции токоведущих частей вследствие старения и механических повреждений.

Токи к.з. во много раз превышают токи нормального режима, и поэтому при выборе электрооборудования необходимо учитывать возможность возникновения к.з. и ущерб, который они могут нанести. Наибольшего значения токи к.з. достигают при его возникновении в местах установки источников питания, к которым относятся генераторы, компенсаторы, силовые трансформаторы и асинхронные двигатели.

Расчет токов короткого замыкания в сетях состоит в определении возможного наибольшего тока трехфазного короткого замыкания и наименьшего возможного тока двухфазного короткого замыкания.

Токи трехфазного короткого замыкания рассчитывают с целью проверки кабеля на термическую стойкость и коммутационной аппаратуры на отключающую способность, термическую и динамическую стойкость. Токи двухфазного короткого замыкания определяют для проверки уставок максимальной токовой защиты на надежность срабатывания при коротком замыкании в электрически удаленных точках сети, а также для проверки правильности выбора плавких вставок предохранителей.

Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением выше 1 кВ производим в относительных величинах, т.е. в долях или процентах от принятой базисной величины.

Производим расчет токов к.з. в сетях напряжением 6 кВ.

Принимаем базисную мощность, базисное напряжение и базисное сопротивление до шин ГПП, $S_б=1000 \text{ мВ} \cdot \text{А}$, $U_б=6,3 \text{ кВ}$, $X_{с*б}=10$.

Определяем токи короткого замыкания в точке K_1

Базисный ток определяем по формуле:

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \cdot U_б}; \text{кА} \quad (30)$$

$$I_б = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,6 \text{ кА}$$

Определяем результирующее сопротивление до точки K_1

$$X_{i_{рез.б.1}} = X_{*с.б.} + \frac{X_{i_{к.л.б1}}}{2};$$

(31)

где $X_{i_{с.б.}}$ – базисное сопротивление системы;

$X_{i_{к.л.б1}}$ – базисное сопротивление кабельной линии;

Определяем базисное сопротивление линии:

$$X_{i_{к.л.б.1}} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_{\bar{b}}}{U_{\bar{b}}^2};$$

(32)

где $X_0 = 0,08 \text{ Ом/км}$ — индуктивное сопротивление кабельной линии, при напряжении $U = 6 \text{ кВ}$

$l = 0,9 \text{ км}$ — длина кабельной линии;

$$X_{i_{к.л.б.1}} = 0,08 \cdot 0,9 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 1,814$$

$$X_{i_{рез.б.1}} = 10 + \frac{1,814}{2} = 10,907;$$

Определяем ток трехфазного короткого замыкания точки K_1 :

$$I_{к}^{(3)} = I_{\infty} = I'' = \frac{I_{\bar{b}}}{X_{*рез.б.1}}, \text{ кА}$$

(33)

$$I_{к}^{(3)} = I_{\infty} = I'' = \frac{91,6}{10,907} = 8,398 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток короткого замыкания точки K_1 :

$$i_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_{к}^{(3)}, \text{ кА}$$

(34)

где $K_y = 1,6$ — ударный коэффициент на шинах ЦПП; /2/

$$i_y = 1,6 \cdot \sqrt{2} \cdot 8,398 = 19,003 \text{ кА}$$

Наибольшее действующее значение полного тока к.з. за первый период от начала возникновения к.з. определяем по формуле:

$$I_y = I'' \cdot \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2}, \text{ кА}$$

(35)

$$I_y = 8,398 \cdot \sqrt{1 + 2(1,6 - 1)^2} = 11 \text{ кА}$$

Определяем периодическую составляющую тока двухфазного короткого замыкания в точке K_1 :

$$I_{к}^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\bar{b}}}{2 X_{i_{рез.б.1}}}, \text{ кА}$$

(36)

$$I_{к}^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 91,6}{2 \cdot 10,907} = 7,273 \text{ кА}$$

Установившаяся мощность к.з.

$$S_{\infty} = \sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{\infty}, \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

(37)

$$S_{\infty} = \sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 8,398 = 91,638 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

Определяем токи короткого замыкания в точке К₂

Базисный ток определяем по формуле:

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\sigma}}; \text{ кА}$$

(38)

$$I_{\sigma} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,6 \text{ кА}$$

Определяем результирующее сопротивление до точки К₂

$$X_{i_{рез.б.2}} = X_{*рез.б.1} + \frac{X_{i_{к.л.б.2}}}{2};$$

(39)

где $X_{i_{с.б.}}$ – базисное сопротивление системы;

$X_{i_{к.л.б.2}}$ – базисное сопротивление кабельной линии;

Определяем базисное сопротивление линии:

$$X_{i_{к.л.б.}} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_{\sigma}^2};$$

(40)

где $X_0 = 0,08 \text{ Ом/км}$ – индуктивное сопротивление кабельной линии, при напряжении $U = 6 \text{ кВ}$

$l = 0,01 \text{ км}$ – длина кабельной линии;

$$X_{i_{к.л.б.2}} = 0,08 \cdot 0,01 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 0,02$$

$$X_{i_{рез.б.2}} = 10,907 + \frac{0,02}{2} = 10,917;$$

Определяем ток трехфазного короткого замыкания точки К₂:

$$I_{к}^{(3)} = I_{\infty} = I'' = \frac{I_{\sigma}}{X_{*рез.б.2}}, \text{ кА}$$

(41)

$$I_{к}^{(3)} = I_{\infty} = I'' = \frac{91,6}{10,917} = 8,391 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток короткого замыкания точки K_2 :

$$i_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_k^{(3)}, \text{ кА}$$

(42)

где $K_y = 1,3$ – ударный коэффициент;

$$i_y = 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 8,391 = 15,427 \text{ кА}$$

Наибольшее действующее значение полного тока к.з. за первый период от начала возникновения к.з. определяем по формуле:

$$I_y = I'' \cdot \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2}, \text{ кА} \quad (43)$$

$$I_y = 8,391 \cdot \sqrt{1 + 2(1,3 - 1)^2} = 9,1 \text{ кА}$$

Определяем периодическую составляющую тока двухфазного короткого замыкания в точке K_2

$$I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\phi}}{2 X_{\text{рез.б.2}}}, \text{ кА} \quad (44)$$

$$I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 91,6}{2 \cdot 10,917} = 7,266 \text{ кА}$$

Установившаяся мощность к.з.

$$S_{\infty} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\infty}, \text{ МВ} \cdot \text{А} \quad (45)$$

$$S_{\infty} = \sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 8,391 = 91,562 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

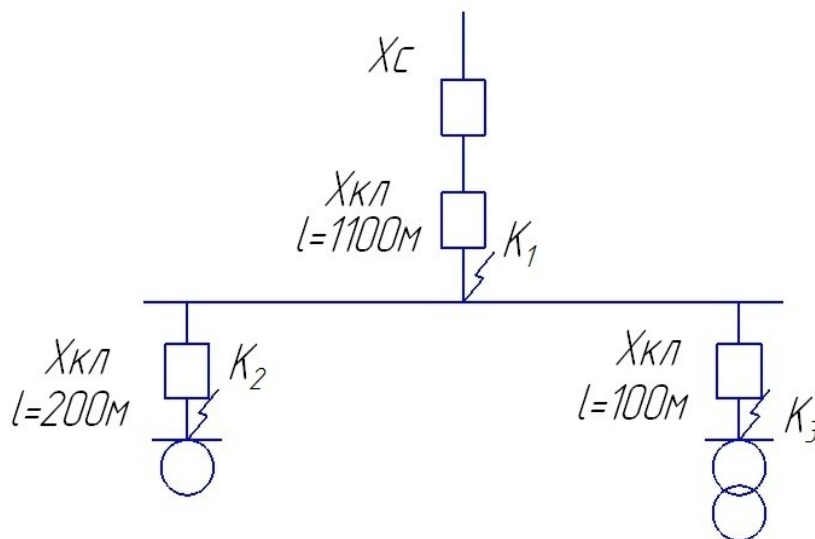


Рисунок 2-Схема замещения

Определяем токи короткого замыкания в точке К₃

Базисный ток определяем по формуле:

$$I_{\bar{\sigma}} = \frac{S_{\bar{\sigma}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{\sigma}}}; \text{ кА} \quad (46)$$

$$I_{\bar{\sigma}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,6 \text{ кА}$$

Определяем результирующее сопротивление до точки К₃

$$X_{i_{\text{рез.б.3}}} = X_{i_{\text{б.с.}}} + \frac{X_{*_{\text{б.к.л1}}}}{2} + X_{i_{\text{к.л.б2}}}; \quad (47)$$

где $X_{i_{\text{б.с.}}}$ – базисное сопротивление системы;

$X_{i_{\text{к.л.б2}}}$ – базисное сопротивление кабельной линии;

Определяем базисное сопротивление линии:

$$X_{i_{\text{к.л.б.}}} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}^2}; \quad (48)$$

где $X_0 = 0,08 \text{ Ом/км}$ – индуктивное сопротивление кабельной линии, при напряжении $U = 6 \text{ кВ}$

$l = 0,8 \text{ км}$ – длина кабельной линии от ГПП до ЦПП;

$$X_{i_{\text{к.л.б.1.}}} = 0,08 \cdot 0,8 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 1,612$$

$l = 0,02 \text{ км}$ – длина кабельной линии от ЦПП до шин двигателя;

$$X_{i_{\text{к.л.б.2.}}} = 0,08 \cdot 0,02 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 0,04$$

$$X_{i_{\text{рез.б.3}}} = 10 + \frac{1,814}{2} + 0,04 = 10,947;$$

Определяем ток трехфазного короткого замыкания точки К₃:

$$I_{\text{к}}^{(3)} = I_{\infty} = I'' = \frac{I_{\bar{\sigma}}}{X_{*_{\text{рез.б.3}}}}, \text{ кА} \quad (49)$$

$$I_{\text{к}}^{(3)} = I_{\infty} = I'' = \frac{91,6}{10,947} = 8,368 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток короткого замыкания точки К₃:

$$i_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{к}}^{(3)}, \text{ кА} \quad (50)$$

где $K_y = 1,3$ – ударный коэффициент;
 $i_y = 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 8,368 = 15,384$ кА

Наибольшее действующее значение полного тока к.з. за первый период от начала возникновения к.з. определяем по формуле:

$$I_y = I'' \cdot \sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2}, \quad \text{кА} \quad (51)$$

$$I_y = 8,368 \cdot \sqrt{1 + 2(1,3 - 1)^2} = 9 \text{ кА}$$

Определяем периодическую составляющую тока двухфазного короткого замыкания в точке К₃

$$I_{\kappa}^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\sigma}}{2 X_{\dot{i} \text{ рез. б. 3}}}, \text{ кА} \quad (52)$$

$$I_{\kappa}^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 91,6}{2 \cdot 10,947} = 7,247 \text{ кА}$$

Установившаяся мощность к.з.

$$S_{\infty} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\infty}, \text{ МВ} \cdot \text{А} \quad (53)$$

$$S_{\infty} = \sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 8,368 = 91,31 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

2.5 Расчет и выбор пускозащитной аппаратуры

Аппаратура управления и защиты предназначена для выполнения ряда функций при нормальном и аварийном режиме работы оборудования. Аппаратура позволяет осуществить пуск, регулирование частоты вращения, останов, реверс электродвигателей, а также контроль над их работой, автоматическую защиту.

Каждый электрический аппарат должен обладать высокой термической и электродинамической стойкостью, выдерживать необходимые режимы работы при допустимых колебаниях напряжения, быть простым по устройству, удобным в обслуживании и технологичным в производстве, иметь взаимозаменяемые узлы и детали для аппаратов одной серии, а также соответствующие блокировочные устройства. Все полученные расчетные значения должны быть равны или меньше допустимых значений выбираемого оборудования.

К коммутационной аппаратуре относят: шины, силовые выключатели, изоляторы, разъединители и другие аппараты. Все эти аппараты компактно располагаются в комплектных распределительных устройствах (КРУ).

Шины – это неизолированные проводники прямоугольного, круглого или трубчатого сечения и гибкие многожильные провода, укрепленные на изоляторах. Шинами укрепляют между собой как отдельные аппараты, так и отдельные элементы внутри аппаратов.

Изоляторы предназначены для крепления токоведущих частей и изоляции между собой и по отношению к земле. Изоляторы изготавливают из фарфора или из закаленного стекла. Эти материалы обладают высокой механической и электрической способностью, стойкостью к атмосферным явлениям.

Вакуумные выключатели предназначены для коммутации электрических цепей напряжением выше $U=1$ кВ. их выбирают по номинальному напряжению и по току, роду установки и условиям работы, а затем проверяют на отключающую способность в режиме к.з., и на электродинамическую и термическую стойкость при сквозных токах к.з

КРУ – это распределительное устройство, выпускаемое в виде отдельных блоков или шкафов, укомплектованных полным набором необходимых аппаратов для производства самостоятельных операций.

Выбор КРУ сводится к выбору вакуумного выключателя, так как другие элементы оборудования соответствуют его параметрам.

Таблица 2-Данные для выбора силового выключателя в вводные КРУ на ЦПП

Расчетные	Паспортные
$U_{\text{ном.уст}} = 6\text{кВ}$	$U_{\text{ном.а}} = 10\text{кВ}$
$I_{\text{расч.уст}} = 237\text{А}$	$I_{\text{ном.а}} = 630\text{ А}$
$I_{\infty} = 8,398\text{ кА}$	$I_{\text{ном.от}} = 12,5\text{ кА}$
$i_{\text{у.расч}} = 19\text{кА}$	$i_{\text{у.доп}} = 32\text{кА}$
$I_{\text{р.т.с.}} = 5,9\text{кА}$	$I_{\text{ном.т.с.}} = 20\text{кА}$

Определяем расчетный ток термической стойкости для силового выключателя

$$I_{\text{расч.т.с.}} = I_{\kappa}^{(3)} \cdot \sqrt{\frac{t_n}{t_{\text{ном.т.с.}}}}, \text{ кА}$$

(54)

$$I_{\text{расч.т.с.}} = 8,398 \cdot \sqrt{\frac{2}{4}} = 5,9 \text{ кА}$$

Из сравнения расчетных и паспортных значений следует, что вакуумный выключатель удовлетворяет условиям выбора. Окончательно принимаем к установке КРУ вакуумный выключатель ВБЭС-10-630-12,5У2.

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

Таблица 3 - Данные для выбора силового выключателя в КРУ на ЦПП для двигателя 1ВАО-450ЛА

Расчетные	Паспортные
$U_{\text{ном.уст}} = 6\text{кВ}$	$U_{\text{ном.а}} = 10\text{кВ}$
$I_{\text{расч.уст}} = 46\text{А}$	$I_{\text{ном.а}} = 630\text{ А}$
$I_{\infty} = 8,368\text{кА}$	$I_{\text{ном.от}} = 12,5\text{кА}$
$i_{\text{у.расч}} = 15,384\text{кА}$	$i_{\text{у.доп}} = 32\text{кА}$
$I_{\text{р.т.с.}} = 5,9\text{кА}$	$I_{\text{ном.т.с.}} = 20\text{кА}$

Определяем расчетный ток термической стойкости для силового выключателя:

$$I_{\text{расч.т.с.}} = I_{\kappa}^{(3)} \cdot \sqrt{\frac{t_n}{t_{\text{ном.т.с.}}}}, \text{кА} \quad (55)$$

$$I_{\text{расч.т.с.}} = 8,368 \cdot \sqrt{\frac{2}{4}} = 5,9 \text{кА}$$

Из сравнения расчетных и паспортных значений следует, что вакуумный выключатель удовлетворяет условиям выбора. Окончательно принимаем к установке КРУ вакуумный выключатель ВБЭС-10-630-12,5У2.

Таблица 4-Данные для выбора силового выключателя в КРУ на ЦПП для трансформатора

Расчетные	Паспортные
-----------	------------

$U_{\text{ном.уст}} = 6\text{кВ}$	$U_{\text{ном.а}} = 10\text{кВ}$
$I_{\text{расч.уст}} = 9,6\text{А}$	$I_{\text{ном.а}} = 630\text{ А}$
$I_{\infty} = 8,391\text{ кА}$	$I_{\text{ном.от}} = 12,5\text{ кА}$
$i_{\text{у.расч}} = 15,427\text{кА}$	$i_{\text{у.доп}} = 32\text{кА}$
$I_{\text{р.т.с.}} = 5,9\text{кА}$	$I_{\text{ном.т.с.}} = 20\text{кА}$

Определяем расчетный ток термической стойкости для силового выключателя

$$I_{\text{расч.т.с.}} = I_{\text{к}}^{(3)} \cdot \sqrt{\frac{t_n}{t_{\text{ном.т.с.}}}}, \text{ кА}$$

(56)

$$I_{\text{расч.т.с.}} = 8,391 \cdot \sqrt{\frac{2}{4}} = 5,9 \text{ кА}$$

Из сравнения расчетных и паспортных значений следует, что вакуумный выключатель удовлетворяет условиям выбора. Окончательно принимаем к установке КРУ вакуумный выключатель ВБЭС-10-630-12,5У2.

2.6 Расчет и выбор защитного заземления

Заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус, либо же по другим причинам, таким как: индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, и т.д. При защитном заземлении между корпусом защищаемого объекта и землей предусматривается электрическое соединение с малым сопротивлением, чтобы в случае замыкания на корпус этого объекта и прикосновения человека к корпусу через тело человека не мог пойти ток, опасный для его жизни и здоровья. Для этого соединение с землей должно иметь сопротивление во много раз меньше чем сопротивление тела человека. Тогда основная часть тока будет проходить через тело человека. Общее переходное сопротивление подземного заземляющего устройства у любых заземлителей не должно превышать 2 Ом.

В качестве местных заземлителей принимаем стальные трубы длиной 5м и диаметром 15мм. Сопротивление заземления принимаем $R_3 = 2 \text{ Ом}$.

Определяем сопротивление одного вертикального заземлителя:

$$r_{\beta} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч}}}{l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \text{ Ом};$$

(57)

где $\rho_{расч} = \rho \cdot k_c = 80 \cdot 1,25 = 100 \text{ Ом/м}$ – удельное сопротивление глины с учетом коэффициента сезонности;

$\rho = 80 \text{ Ом/м}$ – удельное сопротивление глины;

$k_c = 1,25$ – коэффициент сезонности;

$t = 3,2$ – глубина заглубления труб;

$l = 5 \text{ м}$ – длина вертикального заземлителя;

$d = 15 \text{ мм}$ – диаметр заземлителя;

$$r_{\beta} = \frac{0,366 \cdot 100}{5} \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{30 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,2 + 5}{4 \cdot 3,2 - 5} \right) = 45,62 \text{ Ом}$$

Определяем сопротивление одного горизонтального заземлителя:

$$r_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч}}{l} \left(\ln \frac{2l^2}{bt} \right) \text{ Ом};$$

(58) где $\rho_{расч} = \rho \cdot k_c = 80 \cdot 3 = 240 \text{ Ом/м}$ – удельное сопротивление глины с учетом коэффициента сезонности;

$\rho = 80 \text{ Ом/м}$ – удельное сопротивление глины;

$k_c = 3$ – коэффициент сезонности;

$l = 36 \text{ м}$ – длина горизонтального заземлителя;

$b = 40 \text{ мм}$ – ширина полосы горизонтального заземлителя;

$$r_z = \frac{0,366 \cdot 240}{36} \left(\ln \frac{2 \cdot 36^2}{40 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} \right) = 24,2 \text{ Ом}$$

(59)

Определяем полное сопротивление горизонтального заземлителя:

$$R_z = \frac{r_z}{\eta_z}, \text{ Ом};$$

(60)

где $\eta_r = 0,34$ – коэффициент использования горизонтальной полосы;

$$R_z = \frac{24,2}{0,34} = 71,2 \text{ Ом};$$

Определяем общее сопротивление вертикального заземлителя:

$$R_{\sigma} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}, \text{ Ом};$$

(61)

$$R_{\epsilon} = \frac{71,2 \cdot 2}{71,2 - 2} = 2 \text{ Ом}$$

Определяем общее сопротивление сети заземления:

$$R = \frac{R_z \cdot R_{\epsilon}}{R_z + R_{\epsilon}}, \text{ Ом}; \quad (62)$$

$$R = \frac{71,2 \cdot 2,06}{71,2 + 2,06} = 1,95 \text{ Ом};$$

$R_{з.общ} = 1,95 \text{ Ом} < R_3 = 2 \text{ Ом}$ что удовлетворяет требованиям.

3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ УСТАНОВКИ

Техническая эксплуатация шахтного стационарного оборудования представляет собой комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающих работоспособность данного оборудования и его исправное состояние, т. е. состояние, при котором оно соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией. Техническая эксплуатация включает: техническое обслуживание оборудования, техническое обеспечение безопасности работ, ремонтные работы. Устройство и техническая эксплуатация шахтных стационарных установок должны производиться в соответствии с соблюдением ЕПБ устройства и безопасной эксплуатации стационарных водоотливных установок.

Разработка водоносных и обводненных месторождений полезных ископаемых подземным способом должна проводиться по специальному проекту, выполненному предприятием, имеющим лицензию на право ведения проектных работ, и утвержденному в установленном порядке. Для откачки воды сооружаются главные водоотливные установки с обязательным устройством водосборников, состоящих из двух или более выработок. Емкость водосборника главного водоотлива рассчитывают не менее чем на 4-часовой нормальный приток. Воду из забоев и выработок требуется отводить по специальным каналам, желобам или трубам в водосборники главного водоотлива или в водосборники вспомогательных насосных установок. При эксплуатации производительность рабочих насосов водоотливных установок должна обеспечивать откачку нормального суточного притока не более чем за 20 часов.

Меры безопасности при техническом обслуживании и ремонте механического оборудования водоотливных установках:

- все вращающиеся части водоотливной установки должны быть закрыты кожухами или ограждены;
- во время работы насоса запрещается снимать защитный кожух полумуфта, смазывать подшипники, производить замену сальниковой набивки;
- перед работой в колодцах и водосборниках необходимо их проветривать;

- при работе на разных высотных отметках необходимо сооружать настилы, которые должны быть плотными, исключая падение через них инструмента и других предметов;
- перемещение грузов массой более 50 кг должно производиться исправными подъемными механизмами. Перед началом работы необходимо проверить исправность подъемного механизма и надежность действия органов его управления. Обнаруженные неисправности устранить;
- при появлении внезапных больших притоков воды необходимо запустить в работу все насосные агрегаты, закрыть герметические двери в камеру, сообщить о случившемся диспетчеру и главному механику шахты

Меры безопасности при техническом обслуживании и ремонте электрического оборудования водоотливной установки:

- к обслуживанию и ремонту электрического оборудования допускаются лица, имеющие удостоверение свыше 1000 В. Удостоверение на право производства работ выдается и продлевается после периодической проверки знаний электротехнического персонала;
- работы на электроустановках производятся по письменному наряду или устному распоряжению. Перечень работ, выполняемых по письменному наряду или устному распоряжению, устанавливается главным энергетиком шахты с учетом конкретных условий;
- для обслуживания электрооборудования должны быть следующие защитные средства: диэлектрические боты и перчатки, резиновые коврики или изолирующие подставки, набор предупредительных плакатов по технике безопасности, указателя напряжения. Около высоковольтного оборудования необходимо наличие резиновых ковриков – дорожек шириной не менее 750 мм. Включение и выключение высоковольтного распределительного устройства производится в диэлектрических ботах и перчатках;
- все токоведущие части электродвигателей должны быть защищены от случайного прикосновения. Работы на электрических цепях и аппаратуре, находящихся под напряжением, запрещены. Вращающиеся части электродвигателя (муфты, вентиляторы) должны быть ограждены защитными кожухами;
- для обеспечения безопасности работ на электроустановки напряжением свыше 1000 В необходимо: выключить масляный выключатель и вводные разъединители; на их приводах вывесить плакат «Не включать — работают люди!»; проверить отсутствие напряжения с помощью указателя высокого напряжения, предварительно проверив его исправность приближением к токоведущим частям, находящимся под напряжением; проверить отсутствие напряжения на всех зажимах отключенного оборудования, а для выключателей – на всех выводах;
- все металлические части электрических устройств и оборудования водоотливной установки, которые могут оказаться под напряжением вследствие

нарушения изоляции, должны быть заземлены. Присоединение заземляющих проводов к корпусам электрических устройств и оборудования и заземлителям осуществляется болтовыми соединениями или сваркой с обеспечением надежного контакта. От каждого заземляемого устройства должен отходить отдельный провод непосредственно к заземлителю или к общей заземляющей сети, соединенной с заземлителем. Производить какие-либо работы по заземлению, за исключением очистки, окраски и измерений величины сопротивления во время работы машины запрещается. После каждого ремонта оборудования необходимо проверить надежность присоединения заземляющих проводов;

- исключить попадание воды на электрооборудование.

Противопожарные мероприятия при обслуживании водоотливной установки:

- в насосной камере главного водоотлива должен находиться комплекс противопожарного инвентаря (сухие огнетушители, лопаты, ящик с песком или инертной пылью);

- запрещается хранить в помещении насосной камеры смазочные материалы в количестве, превышающем суточный запас;

- в случае возникновения пожара в насосной камере необходимо отключить электроэнергию, сообщить о случившемся диспетчеру и главному механику и приступить к тушению с помощью сухих огнетушителей, песка или инертной пыли. Если пожар принимает большие размеры и потушить его не удастся, следует, покинув камеру, закрыть герметичную дверь;

- огневые работы должны производиться в соответствии с Инструкцией по ведению огневых работ в подземных выработках и надшахтных зданиях и

Правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства с предварительным оформлением документов на производство этих работ в установленном порядке.

После окончания ремонтных работ всех видов обслуживающий персонал обязан осмотреть оборудование, убрать посторонние предметы и инструменты, обеспечив чистоту мест, где производились работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном курсовом проекте произведены расчеты освещения, электрических нагрузок, токов короткого замыкания, пускозащитной аппаратуры и заземления главной водоотливной установки.

Род тока и величина напряжения, определяется типом электрооборудования. Для потребителей выбрано трехфазное напряжение питания переменного тока промышленной частотой 50 Гц. Напряжение для стационарных установок - 6 кВ и 0,4кВ. ГПП шахты получает питание от двух районной подстанции по двум воздушным линиям электропередач ВЛ - 110 кВ, т.к. от ГПП запитываются электропотребители первой категории. Трансформаторы ГПП запитываются на напряжении 110 кВ.

Далее произведён расчет электрической нагрузки шахты по методу коэффициента спроса при расчетной нагрузке 71,06 кВ·А выбран силовой трансформатор - типа ТСВП-160/6 мощностью 160 кВ·А , с первичным напряжением 6 кВ и вторичным 0,4 кВ, запитываемый от двух независимых шин на ЦПП.

Произведён расчёт кабельных линий. Выбор кабелей произведен по длительному расчётному току нагрузки, по потере напряжения и экономической плотности тока. Марки кабелей выбраны с учетом условий прокладки.

Для питания двигателя насоса предварительно принимаем кабель марки АВВГ-3×70 с алюминиевыми жилами и сечением $S=70\text{мм}^2$

Для питания трансформатора собственных нужд ТСВП-160/6 от РУ-6кВ выбираем кабель марки АВВГ-3×70 с алюминиевыми жилами сечением $S=50\text{мм}^2$

Рассчитываем сечение жил кабелей для низковольтных потребителей по расчётному току нагрузки. По потере напряжения и экономической плотности тока расчет не производим.

До тельфера от ТСВП выбираем трёхжильный кабель марки КГЭШ-3x10+1x0,6 сечением $S=10\text{мм}^2$ и одной заземляющей жилой сечением $S=0,6\text{мм}^2$

Для питания двигателя насоса К-100 от ТСВП выбираем трёхжильный алюминиевый кабель марки АВРГ 3x10+1x10 сечением $S=10\text{мм}^2$ и одной заземляющей жилой сечением $S=10\text{мм}^2$

Для питания сварочного аппарата принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением $S=95\text{мм}^2+1x10$

Для питания осветительного аппарата АОШ-5, принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением $S=4\text{мм}^2$, марки АВРГ-2х2,5.

Для проверки коммутационной аппаратуры на динамическую стойкость произведен расчет токов к.з. и выбрана коммутационная аппаратура. Согласно произведённым расчётам выбраны вакуумные выключатели марки ВБЭС-10-630-12,5У2

В следующем пункте приведен расчет защитного заземления. Сопротивление заземляющей сети в шахтных условиях не должна превышать 2 Ом

В качестве местных заземлителей принимаем стальные трубы длиной 1,5м и диаметром 30мм в количестве 7 штук.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев Г.Д. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий - М.: Недра, 1988
2. Авсеев Г.М., Алексеенко А.Ф., Гармаш И.Л. Сборник задач по горной электротехнике - М.: Недра, 1988
3. Батицкий В.А. Монтаж, наладка и эксплуатация систем автоматики – М.: Недра, 1986
4. Щуцкий В.И. Электрификация подземных горных работ - М.: Недра, 1985
5. ЕПБ при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом.
6. Каталоги кабелей:
-[https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-\(0,66;-1kv\)/vvg/](https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/vvg/)
-http://www.yug-cable.ru/?page_id=64