**Введение**

Одним из важнейших направлений развития горных предприятий является добыча полезных ископаемых открытым способом. Применение сложной технологии и современного оборудования на разрезах и карьерах требует дальнейшего совершенствования всего технического процесса.

Эффективная и устойчивая работа горных предприятий во многом зависит от состояния эксплуатируемого электрического оборудования и надежности всей электрической системы электроснабжения.

Система электроснабжения современного карьера представляет собой сложный взаимосвязанный комплекс, который должен обеспечивать высокое качество электроэнергии у потребителей; надежность электрического снабжения; экономичность и безопасность всех элементов; гибкость и маневренность в эксплуатации; возможность расширения горного производства в перспективе.

Обеспечение высокого уровня надежности электроснабжения может быть достигнуто совершенствованием обслуживания систем электроснабжения открытых горных работ; улучшением их технического состояния, ремонтом. При одновременном повышении производительности труда обслуживающего персонала, мерами совершенствования обслуживания систем электрического снабжения карьера является также использование достижений науки в области эксплуатации электрических сетей с применением усовершенствованных средств механизации и автоматизации производственных процессов, использование новых и передовых форм организации труда всего обслуживающего персонала. Автоматизация и телемеханизация карьерного электроснабжения позволяет создавать более совершенные схемы электрического снабжения, для обслуживания которых эксплуатационному персоналу необходимо повышать уровень знаний.

В данном курсовом проекте необходимо разработать схему электроснабжения участка карьера, произвести выбор необходимого оборудования, элементов электрических сетей.

**1. Электротехническая часть**

**1.1. Краткая характеристика участка**

На главную понизительную подстанцию на данном участке напряжение подается с районной электростанции по воздушной линии (ВЛ) с номинальным значением 35 кВ.

На карьере добыча ведется с помощью одноковшовых экскаваторов ЭКГ- 12,5; ЭКГ-8; ЭКГ-5, а буровые работы ведутся буровыми станками СБР 160Б-32.

Электроснабжение потребителей рис.1 участка осуществляется от ГПП с помощью воздушных магистральных линий, временных отходящих ЛЭП, от которых получают питание приключательные пункты и КТП. С помощью силовых кабелей напряжение подается от ПП и КТП к экскаваторам и буровым станкам.

 35 кВ 6 кВ

 гпп

 пп пп ктп пп ктп

 экг-12,5 экг-8 сбш экг-5 сбш

 250мн 250мн

Рис.1. Электроснабжения предприятия

**1.2. Краткая характеристика потребителей электроэнергии**

 ЭКГ-12,5 электроприемники экскаватора получают питание от сетей переменного напряжения 6 кВ по высоковольтному гибкому кабелю КШВГ, подключенного к зажимам кольцевого токоприемника кабельного барабана. Напряжение по кабелю подается к высоковольтному устройству (РУ), а от него по двум направлениям, через трехполюсный разъединитель, масляный выключатель к приводному двигателю преобразовательного аппарата, через высоковольтные предохранители к силовому трехфазному трансформатору. От силового трансформатора питается электрооборудование вспомогательных механизмов экскаватора.

На ЭКГ-8 установлены два трансформатора. Все преобразователи имеют силовую часть, выполненную по трехфазной мостовой двухкомплектной схеме. Раздельное управление вентильными комплектами с запиранием неработающего комплекта выполняет логическое переключающее устройство. Каждый преобразователь электропривода механизма экскаватора имеет свою систему управления, которая состоит из системы питания, импульсно-фазового управления, автоматического регулирования, защиты, сигнализации и блокировок.

Экскаватор ЭКГ-5 получает питание от передвижной вспомогательной линии электропередачи напряжением 6 кВ через одиночный ПП по высоковольтному кабелю.

Высоковольтный гибкий кабель подключается к вводному ящику, от которого питание через высоковольтный кольцевой токоприемник поступает на высоковольтные распределительные устройства 6 кВ Э-6-200-2УЧ.

После разъединителя через предохранитель ТКЭ-6 подключается силовой трансформатор собственных нужд ТМ-40 мощностью 40 кВА и напряжением 23 кВ.

 СБШ- 250 МН станок получает питание от комплектной трансформаторной подстанции напряжением не более 1 кВ. Защита производится автоматически выключателем ТП-50. Буровые станки бурят скважины для буровзрывных работ, в которых устанавливают взрывчатку. Эти станки выбирают по крепости пород и по диаметру скважины. Они питаются напряжением 380 В.

**1.3. Расчет и устройство осветительной сети**

Электрическое освещение на карьере должно обеспечивать освещенность рабочих мест в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Для осветительных сетей в карьер, а также стационарных световых точек на передвижных машинах, механизмах и агрегатах должна применяться электрическая система с изолированной нейтралью при линейном напряжении не выше 220 В (380 В).

Светотехнические расчеты сводятся к решению следующих задач:

1)Определению мощности ламп, необходимой для получения заданной освещенности, при выбранном типе светильников и их расположении;

2)Определению числа и расположению светильников известной мощности, необходимых для получения заданной освещенности;

3) Определению ожидаемой (расчетной) освещенности при известном типе, расположении и мощности светильников.

Для освещения карьеров рекомендуется применять светильники с ксеноновыми лампами ДКСТ-10000.

Технические характеристики ДКСТ-10000:

Напряжение – 220 В;

Мощность – 10000 Вт;

Световой поток – 220000 лм.

Удельная мощность (количество светильников) определяется по формуле:

 p=m∙Eрас., (1)

где m – ориентировочный коэффициент, учитывающий к.п.д и использование светового потока прожектора (светильника ОУКсН), световую отдачу применяемого типа ламп, Вт / лк;

 Eрас. – расчетная освещенность, лк.

 Eрас00.=Eн∙k, (2)

где Eн – нормируемая освещенность, лк;

 k – коэффициент запаса (для прожекторного освещения k = 1,5).

 Согласно нормам освещенности для данного участка принимаем Eн = 5 лк.

Eрас.=5×1,5=7,5 лк.

 Определяем удельную мощность:

p=0,35×7,5=2,6 Вт / м2.

 Определяем потребное число светильников для создания на расчетной площади заданной освещенности:

 n= p∙( S/Pл ), (5)

где n – число светильников;

 S – освещаемая площадь, м2;

 Pл – мощность лампы, Вт;

n=2,6×(10900/10000)=2,8

Окончательно принимаем 3 светильника марки ОУКсН с дуговой ксеноновой лампой ДКСТ-10000.

Светильники устанавливаем на мачтах высотой не менее 25 м. Для питания осветительных установок устанавливаем понижающие трансформаторы.

Необходимая мощность трансформатора для питания осветительных установок S, кВА определяется по формуле:

Sос.=(∑Pл∙10-3)/(ηс∙ηос∙cosφос),

Sос =(10000×0,001)/(0,95×0,68×0,8)=20кВА

Для каждой лампы принимаем трансформатор марки ТМ-25, со следующими характеристиками:

-напряжение ВН, кВ – 6;

-напряжение НН, кВ – 0,23;

-потери х.х, кВт – 0,135;

-потери к.з, кВт – 0,6;

-напряжение к.з, % - 4,5;

-ток х.х, % - 3,2;

-полная масса, кг – 350;

-схема и группа соединения обмоток – У / Zн – 11.

**1.4. Выбор схем электроснабжения участка**

В системе электроснабжения карьера особое место уделяется схеме внешнего электроснабжения. Т.к. на карьерах имеются потребители 1-й и 2-й категории, то число линий должно быть не менее двух.

Питающие линии карьеров чаще всего сооружают на напряжение 35 и 110 кВ.

В зависимости от схемы внешнего электроснабжения и мощности трансформаторов применяют различные схемы первичных цепей ГПП. Схемы ОРУ (открытых распределительных устройств) с короткозамыкателями применяются ГПП с трансформаторами мощностью 6300 кВА и выше. Каждый трансформатор питается от отдельной радиальной линии 35 ÷ 220 кВ. Подвод радиальной линии к трансформатору осуществляется через разъединитель и короткозамыкатель. При возникновении в трансформаторе ГПП повреждений короткозамыкатель под действием релейной защиты включается, создавая замыкание, которое вызовет отключение выключателя на районной подстанции.

Отключение отделителя произойдет в период бестоковой паузы .

Схемы ОРУ подстанций с ПСН применяют на передвижных комплектных подстанциях, предназначенных для питания отдельных мощных экскаваторов или удаленных участков горных работ. Трансформаторы с первичным 6 кВ на всех участковых подстанциях рекомендуется включать по схеме с разъединителями и предохранителями. Система внутреннего электроснабжения карьеров представляет совокупность главных понизительных подстанций, распределительных пунктов и сетей.

**1.5. Определение мощности и выбор типа трансформаторов ГПП**

При определении расчетных нагрузок для выбора трансформатора, от которых питаются одноковшовые экскаваторы возникают трудности. В плохо подготовленных забоях и забоях с крепкими породами потребление электроэнергии имеет большую неравномерность. Неравномерность потребления может зависеть и от климатических условий. Для выбора трансформаторов, от которых питаются одноковшовые экскаваторы с приводом на постоянном токе, определяется приближенно по номинальной мощности приводного двигателя ГПП и коэффициенту спроса k

Результат Расчет электрических нагрузок ГПП сводим в табл 1

Таблица 1.

Расчет электрических нагрузок ГПП.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приемники электроэнергии | Кол-во приемников | Ном.мощность Pном, кВт | Суммарная ном.мощность ∑Pном, кВт | Коэф-т спроса kсп. | cos φ | tg φ | Расчет.мощ-ть. |
| Актив.мощ-ть, кВт | Реактив.мощ-ть, кВар |
| ЭКГ-12,5Сетевой дв-льТрансформатор | 1.1.1. | 1250160 | 1250160 | 0,540,54 | 0,80,7 | -0,751 | 67586 | -50686 |
| ЭКГ-8ИСетевой дв-льТранс-р | 1.1.1. | 520100 | 520100 | 0,60,6 | -0,150,7 | -0,621,02 | 31260 | -19361 |
| ЭКГ-5Сетевой дв-льТранс-р | 1.1.1. | 25040 | 25040 | 0,60,6 | 0,850,85 | 0,620,17 | 15024 | 9328 |
| СБШ 250МН | 2 | 128 | 256 | 0,65 | 0,7 | 1,02 | 166 | 169 |
| Трансформатор ТМ-25 | 2 | 25 | 50 | 0,9 | 1 | 0 | 67,5 | 0 |
| Итого | 1517 | -289 |

Полная расчетная мощность Sрас., кВА определяется по формуле:

 Sрас. = √( ∑Pрас.2 + ∑Qрас.2 ) , (6)

 Sрас=√( 15172 + (-289)2 = 1544 кВА.

Принимаем 2 трансформатора, т.к. карьер является потребителем второй категории. По расчетным данным выбираем стандартный трансформатор ТМ 1600 / 35 со следующими характеристиками:

-номинальная мощность, кВА – 1600;

-входное напряжение, кВ – 35;

-номинальное напряжение, кВ – 6;

-потери х.х, кВт – 3,1;

-потери к.з, кВт – 11,9;

-напряжение к.з, % - 6,5.

-коэффициент загрузки трансформатора в номинальном режиме:

 β=Sрас./Sн,

 β =1544/1600=0,9 (7)

**1.6.Выбор мощности и типа трансформаторов комплектных трансформаторных подстанций (ПКТП)**

Передвижные комплектные трансформаторные подстанции (ПКТП) предназначены для питания буровых станков осветительных установок, насосов водоотлива и других потребителей напряжением ниже 1 кВ.

Расчетную мощность силового трансформатора ПКТП определяем по формуле:

 Sрас. = √( Pрас.2 + Qрас.2 ), (8)

Sрас= √( 83,22 + 84,92 118 кВА

Согласно расчетов для станков СБШ 250 принимаем ТМ-160 /6 трансформатор со следующими характеристиками:

-номинальная мощность, кВА – 160 кВА;

-номинальное напряжение ВН, кВ – 6;

-номинальное напряжение НН, кВ – 0,4;

-потери х.х, кВт – 0,565;

-потери к.з, кВт – 2,65;

-напряжение к.з, % - 4,5.

**1.7. Выбор сечения воздушных линий по условиям нагрева и проверка экономической плотности тока**

На открытых горных работах сооружаются стационарные и передвижные воздушные линии.

Для внутрикарьерных воздушных линий электропередачи применяются провода: алюминиевые (марки А), сталеалюминиевые (марки Ас) и стальные многопроволочные (марки ПС). Для передвижных линий карьеров (разрезов) используют алюминиевые провода сечением не более 120 мм2. Для карьера в районах со скоростью ветра – 20 м / сек. и в условиях гололеда с толщиной стенки 10 мм и более должны применяться также сталеалюминиевые провода сечением не более 95 мм2.

Выбор сечений проводов ЛЭП производится по нагреву, допустимой потере напряжения и экономичной плотности тока.

Для воздушных линий принимаем алюминиевый провод марки А.

Определяем расчетный ток идущий к приключательному пункту экскаватора ЭКГ-12,5 по формуле:

 Iрас. = ( √(Pдв + Pтр)2 + (Qдв. + Qтр.)2) / ( √3 ∙ Uн ) , (9)

Iрас=( √(1250 + 160)2 + (-937 + 160)2) / (1,7 × 6 ) = 157 А

Определяем расчетный ток идущий к приключательному пункту экскаватора ЭКГ-8 по формуле:

 Iрас. = ( √(Pдв.+ Ртр.)2 + (Qдв. + Qтр)2) / ( √3 ∙ Uн ), (10)

Iрас = ( √(520+100)2 + (-322,4+102)2) / 10,2 = 64,5 А

Определяем расчетный ток идущий к приключательному пункту экскаватора ЭКГ-5 по формуле:

 Iрас. = ( √(Рдв + Ртр)2 + (Qдв + Qтр)2) / ( √3 ∙ Uн ), (11)

Iрас = ( √(250+40)2 + (155+46,8)2) / 10,2 = 34,6 А

Расчетный ток линии питающих буровые станки, осветительные трансформаторы определяем по формуле:

 Iрас = ( √P2 + Q2) / ( √3 ∙ Uн ), (12)

где Р – активная мощность потребителя, кВт;

 Q – реактивная мощность потребителя, кВар;

 Uн. – номинальное напряжение сети, кВ.

I = ( √1282+130,52) / 10,2 = 17,9 А.

Расчетный ток для трансформатора ТМ-25 определяем по формуле:

 Iосв. = 25 / ( √3 ∙ Uн), (13)

Iрас = 25 / ( 1,7 ∙ 6 ) = 25 / 10,2 = 2,4 А.

Произведем выбор воздушного кабеля с учетом механической прочности:

- для экскаватора ЭКГ-12,5 принимаем провод марки А-35 с Iдоп = 170 А.;

-для экскаватора ЭКГ-8И принимаем провод марки А-25 с Iдоп = 136 А.

-для экскаватора ЭКГ-5 принимаем провод марки А-25 с Iдоп = 136 А.

-для бурового станка СБР 160Б-32 принимаем провод марки А-25 с Iдоп = 136 А.

Определяем ток магистральной линии Iм.л. по формуле:

Iм.л. = √(∑Р)2+(∑Q)2

Iм.л =√(1250+160+520+100+250+40+(128 ∙ 2)+(25 ∙ 3))2 + ((1250 ∙ (-0,75)+160++(520 ∙ (-0,62)+(100 ∙ 1,02)+(250 ∙ 0,62)+(40 ∙ 0,17)+(256 ∙ 1,02)+(75 ∙ 0))2 / 10,2 = 265 А

Принимаем алюминиевый провод марки А-70.

Определяем экономически выгодное сечение магистральной линии по формуле:

 Sэк. = Iм.л. / j , (14)

где j – экономическая плотность тока, А / мм2, принимаем 2,1;

Sэк. = 265 / 2,4 = 110 мм2

Согласно расчетов принимаем алюминиевый провод А-120

**1.8. Выбор марки и сечений кабельных линий**

Для питания передвижных электроприемников карьеров (разрезов) таких как экскаваторы, буровые станки, применяются гибкие кабели с резиновой изоляцией. Для питания экскаваторов рекомендуется применять кабели марок: КГЭ, КГЭ-ХЛ, КПГ, КПГЭ-ХЛ. Для буровых электроприемников – ГК, КГ-ХЛ, КПГСНЭ, КПГС.

КГЭ – кабель силовой гибкий с резиновой изоляцией в резиновой оболочке, экранированный.

КГЭ-ХЛ – то же самое в исполнении ХЛ (для холодного климата).

ГК – кабель силовой гибкий с резиновой изоляцией в резиновой оболочке.

КПГ – кабель силовой повышенной гибкости, с резиновой изоляцией в резиновой оболочке.

КПГЭ-ХЛ – кабель гибкий, в полиэтиленовой оболочке, экранированный (для холодного климата).

КПГС – кабель силовой, с резиновой изоляцией, с жилами повышенной гибкости и с профилированным сердечником (применяется при возможности воздействия на кабель ударных и раздавливающих нагрузок).

Выбор сечения кабеля производиться по условиям нагрева, по расчетному току. При выборе должно соблюдаться условие:

Iрас. ≤ Iдоп. ,

где Iрас. – расчетный ток, протекающий по кабелю, А;

 Iдоп – допустимый длительный ток для данного сечения, А.

Расчетный ток кабелей для экскаваторов определяется как для воздушных линий:

 Iэкг = ( √(Рдв+Ртр)2+(Qдв+Qтр)2) / ( √3 ∙ Uн ), (15)

Iэкг12,5 = 157 А;

Iэкг8И = 64,5 А;

Iэкг5 = 34,6 А.

Расчетный ток кабелей для буровых станков определяется по формуле:

 Iбур.ст. = Iр ∙ kтр, (16)

Iсбр160Б-32 = 17,9×15,75 = 281,9 А

Расчетный ток осветительной установки определяем по формуле:

 Iосв = Iр ∙ kтр, (17)

Iтм25 = 2,4×15,75 = 37,8 А

По расчетному току принимаем сечение основных силовых жил:

Для экскаватора ЭКГ 12,5:

Iдоп = 180 А. Сечение токопроводящей жилы, мм2 – 50.

КГЭ ( 3 ×50 + 1 ∙ 16 + 1 ∙ 10 )

Для экскаватора ЭКГ 8И:

Iдоп = 90 А. Сечение токопроводящей жилы, мм2 – 16.

КГЭ ( 3×16 + 1 ∙ 10 + 1 ∙ 4 )

Для экскаватора ЭКГ 5:

Iдоп = 90 А., сечение токопроводящей жилы, мм2 – 16.

КГЭ ( 3×16 + 1 ∙ 10 + 1 ∙ 4 )

Для бурового станка СБШ 250:

Iдоп = 305 А., сечение токопроводящей жилы, мм2 – 120.

КГЭ ( 3×120 + 1 ∙ 35 + 1 ∙ 10 )

 Для осветительной установки ТМ 25 Iдоп = 45 А.

 КШВГ ( 3×6 + 1×4 )

**1.9. Проверка сети по допустимой потере напряжения**

При понижении напряжения асинхронные двигатели резко уменьшают развиваемый момент и остановятся под нагрузкой, повышение потребляемого тока ведет к перегреву обмоток двигателя.

Поэтому необходимо знать допустимое отклонение напряжения на зажимах двигателей. Обычно это ∆U %, от Uном. На карьерах (разрезах) с учетом тяжелых пусков электродвигателей в электрической цепи (трансформатор-воздушная линия-кабель) потери напряжения могут составлять 10% и при этом напряжение на зажимах электродвигателя составит 5700 В, что является допустимым.

Потери напряжения необходимо определить для самого удаленного и самого мощного потребителя электроэнергии на проектируемом участке работ.

Полные потери будут состоять:

 ∆U = ∆Uтр + ∆Uвл + ∆Uкл, (18)

где ∆U – полные потери напряжения, %;

 ∆Uтр – потери в силовом трансформаторе ГПП, %;

 ∆Uвл – потери в воздушных линиях по пути: магистральная линия. стационарная ЛЭП – временная ЛЭП до ПП (ПКТП);

 ∆Uкл – потери в кабельных линиях, %.

 ∆Uтр = β(UА ∙ cosφср + ∆UР ∙ sinφср), (19)

где ∆UА – активная составляющая потерь напряжения, определяем:

 ∆UА = ∆Р / (10 ∙ Sн), (20)

∆UА = 11,9 / (10 × 1600) = 0,00074 %;

 ∆UР – реактивная составляющая потерь напряжения, определяем:

 ∆UР = √((UК)2 – (UА)2), (21)

∆UР = √((6,5)2 – (0,00074)2) = 6,5 %;

β – коэффициент загрузки трансформатора, принимаем 0,9;

sinφср -  принимаем равным 0,7;

cosφср - принимаем равным 0,7.

∆Uтр = 0,9(0,00074 × 0,7 + 6,5 × 0,7) = 4,05 %.

Потеря напряжения в воздушной ЛЭП (в стационарной, временной) определяются по выражению:

 ∆Uвл = ( √3 ∙ Iрас ∙ *l*(r0 ∙ cosφ + x0 ∙ sinφ) ∙ 100) / Uн, (22)

где Iрас – расчетный ток определенного участка воздушной линии, А;

 *l* – длина линии (участка магистральной линии), км;

 r0 – удельное активное сопротивление принятого сечения воздушной ЛЭП, принимаем 1,27 Ом / км;

 x0 – удельное реактивное сопротивление принятого сечения воздушной ЛЭП, принимаем 0,361 Ом / км;

 cosφ – косинус угла φ, принимается для каждого потребителя 0,7;

 sinφ – синус угла φ, принимается равным 0,7.

∆Uвл = ( √3 ∙ 265 ∙ 1,9(1,27 ∙ 0,7 + 0,361 ∙ 0,7) ∙ 100) / 6000 = 0,14 %.

Потери напряжения в кабеле определяют по выражению:

∆Uкаб = ( √3 ∙ Iрас ∙ *l*(r0 ∙ cosφ + x0 ∙ sinφ) ∙ 100) / Uн, (23)

где Iрас – расчетный ток кабеля, А;

 *l* – длина кабеля, км;

 r0 и x0 – удельное активное и реактивное сопротивление определенного кабеля, Ом / км, принимаем r0 = 0,35, x0 = 0,072;

 sinφ – коэффициент реактивной мощности по ГПП;

 cosφ – коэффициент активной мощности по ГПП.

∆Uкаб = ( √3 × 157 × 0,3(0,35 × 0,7 + 0,072 × 0,7) × 100) / 6000 = 0,39 %.

Подсчитав потери во всех элементах сети: в силовом трансформаторе ГПП, участке стационарной магистральной воздушной ЛЭП, временной воздушной ЛЭП, кабельной линии, определяем полные потери на участке путем сложения всех составляющих:

∆U = 8,7 + 0,14 + 0,39 = 9,28 %.

Если полные потери составят менее 10 %, то предварительный выбор кабельных и воздушных линий произведен верно.

После проверки сети на потери напряжения рекомендуется составить две таблицы с результатами выбора воздушных и кабельных ЛЭП.

Результаты расчетов воздушных линий сводим в табл.2

Таблица 2.

Расчет воздушных линий

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назначение линии | МаркаЛЭП | Iрас, А | Iдоп,А | z0, Ом/км | r0, Ом/км | x0, Ом/км | Длина, км |
| Магистральная линия | А – 70 | 265 | 265 | 6,543 | 0,46 | 0,341 | 1,9 |
| От маг. линии до ПП экс. ЭКГ12,5 | А – 35 | 157 | 170 | 0,988 | 0,92 | 0,366 | 0,3 |
| От маг. линии до ПП экс. ЭКГ8И | А – 25 | 64,5 | 136 | 1,318 | 1,27 | 0,361 | 0,3 |
| От маг. линии до КТП бур. станка СБР160Б-32 | А – 25 | 17,9 | 136 | 1,318 | 1,27 | 0,361 | 0,25 |
| От маг. линии до ПП экс. ЭКГ5 | А – 25 | 34,6 | 136 | 1,318 | 1,27 | 0,361 | 0,25 |
| От маг. линии до КТП СБШ 250 | А – 25 | 17,9 | 136 | 1,318 | 1,27 | 0,361 | 0,25 |
| От маг. линии до тр-ра освещения ТМ-25 | А – 25 | 2,4 | 136 | 1,318 | 1,27 | 0,361 | 0,2 |

Результаты расчетов кабельных линий сводим в табл.3

Таблица 3.

Расчет кабельных линий.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назначение линии | Марка каб. линии | Iрас, А | Iдоп,А | r0, Ом/км | x0, Ом/км | Длина, км |
| Экскаватор ЭКГ 12,5 | КГЭ(3∙50+1∙16+1∙10) | 157 | 180 | 0,35 | 0,072 | 0,3 |
| Экскаватор ЭКГ 8И | КГЭ(3∙16+1∙10+1∙4) | 64,5 | 90 | 1,12 | 0,094 | 025 |
| Экскаватор ЭКГ 5 | КГЭ(3∙16+1∙10+1∙4) | 34,6 | 90 | 1,12 | 0,094 | 0,25 |
| Буровой станок СБШ 250 | КГЭ(3∙120+1∙35+1∙10) | 281,9 | 305 | 0,15 | 0,066 | 0,2 |
| Трансформатор освещения ТМ-25 | КПГС(3∙6+1∙4) | 37,8 | 45 | 3,07 | 0,09 | 0,03 |

**1.10. Выбор приключательных пунктов**

В данном разделе необходимо произвести выбор приключательных пунктов (комплектных распределительных устройств) для подключения экскаваторов и др. потребителей электроэнергии, напряжением выше 1000 В.

Назвать тип приключательного пункта; дать характеристику; поместить тех-кие данные.

Приключательные пункты, предназначенные для приключения к высоковольтной ЛЭП отдельных рабочих машин, передвижных подстанций или служащие для секционирования питающей сети, представляют собой комплектные распределительные устройства наружной установки, набираемые из одной или нескольких ячеек.

На карьере выбираем ПП ЯКНО. Эти ПП по назначению и способу управления в 2-х исполнениях.

По назначению: ПП первого исполнения – предназначены для установки в осветительных и магистральных сетях карьеров, а также для присоединения отдельных электрических потребителей к внутрикарьерным электрическим распределительным линиям. ПП второго исполнения – предназначены для питания электрического оборудования комплексов непрерывного действия и одноковшовых экскаваторов.

По способу управления высоковольтными выключателями ПП первого исполнения с пружинным приводом ПП-67 (ЯКНО-6ЭП); ПП второго исполнения с ручным приводом ПРБА (ЯКНО-6ЭР).

ПП типа ЯКНО-6ЭП и ЯКНО-6ЭР первого исполнения имеют воздушный ввод, а исполнение второго – с кабельным вводом на сборные шины и кабельным вводом. Кроме того ПП 2-го исполнения оборудовано средствами защиты от перенапряжений, а ПП 1-го исполнения без устройств защиты от перенапряжения.

**1.11. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением выше 1000 В**

Расчет токов к.з необходим для выбора электрооборудования и токов установок реле защиты. При упрощенном расчете токов к.з определяются следующие величины:

1) Действующее значение периодической слагающей ток к.з за первый

2) Полупериод – Iк.

3) Ударный ток к.з – iу.

4) Действующее значение полного тока к.з – Iу.

5) Мощность короткого замыкания – Sк.з.

Расчет токов короткого замыкания начинаем с составления одноименной электрической схемы и схемы замещения.

Однолинейная электрическая схема показана на рис.2.

Рис.2. Однолинейная электрическая схема

Схема замещения электрооборудования указана на рис.3.

Рис.3. Схема замещения

Расставляются точки к.з, где необходимо определить к.з.

Определение величины тока при возможном коротком замыкании сводится в основном к подсчету сопротивлений элементов короткозамкнутой цепи. При этом в высоковольтных сетях активными и емкостными сопротивлениями обычно пренебрегают ввиду их малого влияния на ток к.з и учитывают лишь индуктивные сопротивления отдельных элементов (трансформаторов, воздушных линий, кабелей).

Обычно для карьеров (разрезов) питающей электрической системой является источник бесконечной мощности, т.е такой источник питания, напряжение на зажимах которого остается неизменным при любых изменениях тока и при к.з в присоединенной к нему маломощной сети. При этом процесс к.з происходит без затухания периодической слагающей, что позволяет применять упрощенный метод расчета тока к.з в абсолютных единицах.

Реактивное сопротивление xл воздушных и кабельных линий определяется по формуле:

 хл = x0 ∙ *l* , (25)

где x0 – реактивное сопротивление 1 км линии, Ом / км.

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов xт, Ом определяется по формуле:

 xт = ( Uк ∙ Uном.т 2.) / ( 100 ∙ Sном.т. ), (26)

где Uк – напряжение к.з, %;

 Uном.т. – среднее номинальное напряжение для принятой основной ступени трансформации, кВ ( Uном.т. = 6 кВ );

 Sном.т. – номинальная мощность трансформатора, МВА

 Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 1

хт 1  = ( 6,5 × 62)/(100 ×1,6 ) = 1,5 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 2

x2 = 0,341×0,4 = 0,136 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 3

x3 = 0,341×0,4 = 0,136 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 4

x4 = 0,341× 0,35 = 0,119 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 5

x5 = 0,341×0,35 = 0,119 Ом

 Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 6

x6 = 0,341×0,4 = 0,136 Ом

 Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 7

x7 = 0,366×0,3 = 0,109 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 8

x8 = 0,072×0,3 = 0,0216 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 9

x9 = 0,361×0,2 = 0,0722 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке10

x10 = 0,361×0,3 = 0,1083 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке 11

x11 = 0,094×0,25 = 0,0235

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке12

x12 = 0,361×0,2 = 0,072 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке13

x13 = 0,361×0,25 = 0,0902 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке14

x14 = 0,361×0,25 = 0,0902 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке15

x15 = 0,094×0,25 = 0,0235 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке16

x16 = 0,361 × 0,2 = 0,072 Ом

Реактивное сопротивление силовых трансформаторов в точке17

x17 = 0,361 × 0,25 = 0,0902 Ом

 Определив сопротивления всех элементов короткозамкнутой цепи, определяем результирующие сопротивления до каждой точки к.з, которое состоит из суммы всех сопротивлений от источника питания до точки к.з.

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 1

хк1 = x1 = 1,5 Ом

 Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 2

хк2 = х1 + х2 + х7,

хк2 = 1,5+0,136+0,109 = 1,74 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 3

хк3 = х1 + х2 + х7 + х8 ,

хк3 = 1,5 + 0,136 + 0,109 + 0,0216 = 1,96 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 4

хк4 = х1 + х2 + х3 + х9,

 хк4= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,072 = 1,84 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 5

хк5 = х1 + х2 + х3 + х10,

хк5= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,108 = 1,88 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 6

хк6 = х1 + х2 + х3 + х10 + х11,

хк6 = 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,108 + 0,0235 = 1,9 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 7

хк7 = х1 + х2 + х3 + х4 + х12 ,

хк7= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,119 + 0,072 = 1,96 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 8

хк8 = х1 + х2 +х3 + х4 + х12,

 хк8= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,119 + 0,0902 = 1,98 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 9

хк9 = х1 + х2 + х3 + х4 + х5 + х14,

хк9= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,119 + 0,119 + 0,0902 = 2,1 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки10

хк10 = х1 + х2 + х3 + х4 + х5 + х14 + х15 ,

хк10= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,119 + 0,119 + 0,0902 + 0,0235 = 2,12 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 11

хк11 = х1 + х2 + х3 + х4 + х5 + х6 + х!6 ,

хк11= 1,5 + 0,136 + 0,136 +0,119 + 0,119 + 0,136 + 0,072 = 2,2 Ом

Определяем результирующие сопротивление к.з. точки 12

хк12 = х1 + х2 + х3 + х4 + х5 + х6 + х17 ,

хк12= 1,5 + 0,136 + 0,136 + 0,119 + 0,119 + 0,136 + 0.0902 = 2,23 Ом.

Далее определяем величину тока при трехфазном к.з Iк (действующее значение периодической слагающей в любой момент времени и в любой точке к.з цепи, питающейся от источника бесконечной мощности) кА, по формуле:

 I(3)к.з = ( 1,05 ∙ Uном ) / ( √3 ∙ хрез. ), кА, (27)

где 1,05 – коэффициент, учитывающий возможные повышения напряжения в системе на 5 % сверх номинального;

 Uном – среднее номинальное напряжение, кВ ( 6,3 кВ).

Определяем величену тока при трех фазном к. з. в точке 1

I(3)к.з1 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×1,5 ) = 2,6 кА

Определяем величину тока при трехфазном к. з.в точке 2

I(3)к,з2 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×1,745 ) = 2,2 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.з в точке 3

I(3)к.з3 = ( 1,05 × 6,3 ) / ( 1,7×1,9 ) = 2,1 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.з в точке4

I(3)к.з4 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×1,8 ) = 2,1 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.зв точке 5

I(3)к.з5 = ( 1,05 ∙ 6,3 ) / ( 1,7×1,8 ) = 2,1 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.з в точке 6

I(3)к.з6 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×1,9 ) = 2,1 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.з в точке 7

I(3)к.з7 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×1,9 ) = 2,1 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.з в точке 8

I(3)к.з8 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×1,9 ) = 2,1 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.зв точке 9

I(3)к.з9  = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×2,1 ) = 1,8 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.з в точке 10

I(3)к.з10 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×2,1 ) = 1,8 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.зв точке 11

I(3)к.з11 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×2,2 ) = 1,7 кА

Определяем величину тока при трехфазном к.зв точке 12

I(3)к.з12 = ( 1,05×6,3 ) / ( 1,7×2,2 ) = 1,7 кА.

Определяем ударный ток в каждой точке к.з по формуле:

 iу = 2,55 ∙ I(3)к.з, (28)

где Iк – трехфазный ток короткого замыкания.

Определяем ударный ток в 1 точке к.з

iу1 = 2,55×2,6 = 6,63 кА

 Определяем ударный ток в 2 точке к.з

iу2 = 2,55×2,2 = 5,6 кА

Определяем ударный ток в 3 точке к.з

iу3 = 2,55×2,1 = 5,3 кА

Определяем ударный ток в 4 точке к.з

iу4 = 2,55×2,1 = 5,3 кА

Определяем ударный ток в к5 точке к.з

iу5 = 2, 2×2,1 = 5,3 кА

Определяем ударный ток в 6 точке к.з

iу6 = 2,55×2,1 = 5,3 кА

Определяем ударный ток в 7 точке к.з

iу7 = 2,55×2,1 = 5,3 кА

Определяем ударный ток в 8 точке к.з

iу8 = 2,55×2,1 = 5,3 кА

Определяем ударный ток в 9 точке к.з

iу9 = 2,55×1,8 = 4,5 кА

Определяем ударный ток в 10 точке к.з

iу10 = 2,5× 1,8 = 4,5 кА

Определяем ударный ток в 11 точке к.з

iу11 = 2,55×1,7 = 4,3 кА

Определяем ударный ток в 12 точке к.з

iу12 = 2,55×1,7 = 4,3 кА.

Действующее значение полного тока к.з определяется по формуле:

 Iу = 1,52 ∙ I(3)к.з, кА (29)

Действующее значение полного тока в точке 1

Iу1 = 1,52×2,6 = 3,9 кА

Действующее значение полного тока в точке 2

Iу2 = 1,52×2,2 = 3,3 кА

Действующее значение полного тока в точке 3

Iу3 = 1,52×2,1 = 3,1 кА

Действующее значение полного токав точке 4

Iу4 = 1,52×2,1 = 3,1 кА

Действующее значение полного тока в точке 5

Iу5 = 1.52×2,1 = 3,1 кА

Действующее значение полного тока в точке 6

Iу6 = 1,52×2,1 = 3,1 кА

Действующее значение полного тока в точке 7

Iу7 = 1,52×2,1 = 3,1 кА

Действующее значение полного тока в точке 8

Iу8 = 1,52×2,1 = 3,1 кА

Действующее значение полного тока в точке 9

Iу9 = 1,52×1,8 = 2,7 кА

Действующее значение полного тока в точке 10

Iу10 = 1,52 ×1,8 = 2,7 кА

Действующее значение полного тока в точке 11

Iу11 = 1,52×1,7 = 2,5 кА

Действующее значение полного тока в точке 12

Iу12 = 1,52×1,7 = 2,5 кА.

Мощность трехфазного к.з определяется из следующего выражения:

 Sк = √3 ∙ Uном ∙ I(3)к.з, мВа, (30)

где Uном – номинальное напряжение трехфазного к.з (принимаем равным 6,3);

I(3)к.з – ток трехфазного к.з, кА

Определяем мощность . трехфазного к.з. в точке 1

Sк1 = 1,7×6,3× 2,6 = 27,8 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 2

Sк2 = 1,7× 6,3×2,2 = 23,5 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 3

Sк3 = 1,7× 6,3×2,1 = 22,4 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 4

Sк4 = 1,7× 6,3×2,1 = 22,4 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.зв точке 5

Sк5 = 1,7× 6,3×2,1 = 22,4 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.зв точке 6

Sк6 = 1,7×6,3×2,1 = 22,4 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 7

Sк7 = 1,7 ×6,3×2,1 = 22,4 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 8

Sк8 = 1,7 ×6,3×2,1 = 22,4 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 9

Sк9  = 1,7 ×6,3×1,8 = 19,2 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 10

Sк10 = 1,7 ×6.3×1,8 = 19,2 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 11

Sк11 = 1,7×6,3×1,7 = 18,2 мВа

Определяем мощность . трехфазного к.з в точке 12

Sк12 = 1,7×6, × 1,7 = 18,2 мВа.

 Ток двухфазного к.з определяется по формуле:

 I(2)к.з = 0,87 ∙ I(3)к.з, кА (31)

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 1

I(2)к.з1 = 0,87×2,6 = 2,26 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 2

I(2)к.з2 = 0,87×2,2 = 1,9 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 3

I(2)к.з3 = 0,87×2,1 = 1,8 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 4

I(2)к.з4 = 0,87×2,1 = 1,8 кА

Определяем ток двухфазного тока к.зв точке 5

I(2)к.з5 = 0,87×2,1 = 1,8 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 6

I(2)к.з6 = 0,87×2,1 = 1,8 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 7

I(2)к.з7 = 0,87×2,1 = 1,8 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 8

I(2)к.з8 = 0,87×2,1 = 1,8 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 9

I(2)к.з9 = 0,87×1,8 = 1,5 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 10

I(2)к.з10 = 0,87× 1,8 = 1,5 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 11

I(2)к.з11 = 0,87×1,7 = 1,4 кА

Определяем ток двухфазного тока к.з в точке 12

I(2)к.з12 = 0,87 ×1,7 = 1,4 кА

Результаты токов короткого замыкания в сетях выше 1000В сводим в табл.4

 Таблица 4.

Токи короткого замыкания в сетях выше 1000 В.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки к.з | Результирующее сопротивление xрез, Ом | I(3)к.з, кА | I(2)к.з, кА | iу, кА | Iу, кА | Sк.з, мВа |
| хк1 | Хрез = 1,5 | 2,6 | 2,26 | 6,63 | 3,9 | 27,8 |
| хк2 | Хрез = 1,7 | 2,2 | 1,9 | 5,6 | 3,3 | 23,5 |
| хк3 | Хрез = 1,9 | 2,1 | 1,8 | 5,3 | 3,1 | 22,4 |
| хк4 | Хрез = 1,8 | 2,1 | 1,8 | 5,3 | 3,1 | 22,4 |
| хк5 | Хрез = 1,8 | 2,1 | 1,8 | 5,3 | 3,1 | 22,4 |
| хк6 | Хрез = 1,9 | 2,1 | 1,8 | 5,3 | 3,1 | 22,4 |
| хк7 | Хрез = 1,9 | 2,1 | 1,8 | 5,3 | 3,1 | 22,4 |
| хк8 | Хрез = 1,9 | 2,1 | 1,8 | 5,3 | 3,1 | 22,4 |
| хк9 | Хрез = 2,1 | 1,8 | 1,5 | 4,5 | 2,7 | 19,2 |
| хк10 | Хрез = 2,1 | 1,8 | 1,5 | 4,5 | 2,7 | 19,2 |
| хк11 | Хрез = 2,2 | 1,7 | 1,4 | 4,3 | 2,5 | 18,2 |
| хк12 | Хрез = 2,2 | 1,7 | 1,4 | 4,3 | 2,5 | 18,2 |

**1.12. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением ниже 1000 В**

Определение величины тока к.з в сетях напряжением до 1 кВ упрощенным методом, как и в сетях выше 1 кВ, сводится к расчету сопротивлений элементов короткозамкнутой цепи.

Особенность расчета сопротивления короткозамкнутой цепи напряжением до 1 кВ – учет как реактивных, так и активных сопротивлений элементов сети.

Расчет токов к.з начинают с вычерчивания расчетной схемы и схемы замещения электрической цепи от шин высокого напряжения понизительной подстанции до точек к.з, в которых нужно определить величины токов к.з.

 Однолинейная электрическая схема показана на рис.4.

ПКТП

 КЛ

 К1 К2 СБШ 250

32

Рис4 однолинейная электрическая схема

 Схема замещения указана на рис.5.

 r1 x1 r2 x2

 К1 К2

Рис5 схема замещения

 x1, r1 – реактивное, активное сопротивление трансформатора ПКТП, Ом;

x2, r2 – реактивное, активное сопротивление гибкого кабеля, км.

Активное сопротивление силового трансформатора rт, Ом определяется по формуле:

 rт = Pк / ( 3 ∙ Iном.т2 ), (32)

где Pк – нагрузочные потери в меди трансформатора (потери к.з), Вт, принимаем равным 2,65 кВт = 2650 Вт;

 Iном.т – номинальный ток вторичной обмотки трансформатора, А.

 Iном.т = Sном.т / ( √3 ∙ Uном.), (33)

где Sном.т – номинальная мощность потребителя ПКТП, кВа;

 Uном – номинальное напряжение сети, кВ ( 0,4 – для буровых станков; 0,4 ÷ 0,23 – для сети освещения ).

Iном.т = 160 / ( 1,7 ∙ 0,4 ) = 235,2 А.

Отсюда :

rт = 2650 / ( 3×235,22 ) = 0,016 Ом.

Реактивное сопротивление кабельных линий определяется по формуле:

 xк = х0 ∙ *l* (34)

Активное сопротивление кабельных линий определяется по формуле:

 rк = r0 ∙ *l*, (35)

где *l* – длина кабельной линии, м;

 r0 – удельное активное сопротивление 1 км кабельной линии, Ом / км;

 х0 – удельное реактивное сопротивление 1 км кабельной линии, Ом / км.

хк = 0,066×0,2 = 0,0132 Ом

rк = 0,15 ×0,2 = 0,03 Ом

Далее определяются суммарные активные и реактивные сопротивления до каждой точки к.з:

хрез1 = х1 = 0,045 Ом

хрез2 = х1 + х2 = 0,045 + 0,0132 = 0,058 Ом

rрез1 = r1 = 0,016 Ом

rрез2 = r1 + r2 = 0,016 + 0,03 = 0,046 Ом

Определяем токи и мощность в первой точке к.з.

Ток трехфазного к.з в каждой точке к.з определяется, А по формуле:

 I(3)к.з1 = Uном / ( 1,73 ∙ √(rрез12 + хрез12)), А (35)

где Uном – среднее номинальное напряжение сети, В ( 400 В; 230 );

 хрез – результирующее реактивное сопротивление всех элементов цепи до точки к.з, Ом;

 rрез – результирующее активное сопротивление всех элементов цепи до точки к.з, Ом.

I(3)к.з1 = 400 / ( 1,73 ×√(0,0162 + 0,0452)) = 5780 А.

 Ток двухфазного короткого замыкания в каждой точке к.з определяем по формуле:

 I(2)к.з1 = Uном / ( 2 ∙ √(rрез2 + хрез2)), А (36)

I(2)к.з1 = 400 / ( 2×√(0,0162 + 0,0452)) = 5000 А.

Ударный ток к.з по формуле:

 iу1 = 1,8 ∙ I(3)к.з1, А (37)

iу1 = 1,8×5780 = 10404 А.

Действующее значение полного тока трехфазного к.з определяют по формуле:

 Iу1 = 1,1 ∙ I(3)к.з1, А (38)

Iу1 = 1,1×5780 = 6358 А.

Мощность короткого замыкания для каждой точки к.з определяем по формуле:

 Sк.з1 = √3 ∙ Uном ∙ I(3)к.з1, кВа (39)

Sк..з1 = 1,7×0,4 ×5780 = 3930 кВа.

Определяем токи и мощность во второй точке к.з., А по формуле

 I(3)к.з2 = Uном / ( 1,73 ∙ √(rрез22 + хрез22)), А (40)

I(3)к.з2 = 400 / ( 1,73×√(0,0462 + 0,0582)) = 3305 А

Ток двухфазного короткого замыкания в каждой точке к.з определяем по формуле:

 I(2)к.з2 = Uном / ( 2 ∙ √(rрез22 + хрез22)), А (41)

I(2)к.з2 = 400 / ( 2×√(0,0462 + 0,0582)) = 2857 А

Ударный ток к.з определяем по формуле:

 iу2 = 1,8 ∙ I(3)к.з2, А (42)

iу2 = 1,8 ×3305 = 5949 А.

Действующее значение полного тока трехфазного к.з определяют по формуле:

 Iу2 = 1,1 ∙ I(3)к.з2, А (43)

Iу2 = 1,1 × 3305 = 3635 А.

Мощность короткого замыкания для каждой точки к.з определяем по формуле:

 Sк.з2 = √3 ∙ Uном ∙ I(3)к.з2, кВа (44)

Sк.з2 = 1,7 × 0,4×3305 = 2247 кВа.

Составление расчетных схем и схем замещения для осветительной сети:

 Однолинейная электрическая схема показана рис.6

 Схема замещения указана рис.7

 ПКТП

 КЛ ДКСТ-10000

 К1 К2

Рис.6 Однолинейная электрическая схема

 r1 x1 r2 x2

К1 К2

Рис.7 Схема замещения

Для осветительной сети определяем реактивное и активное сопротивление силового трансформатора:

 rт = Рн / ( 3 ∙ Iном.т2 ); (45)

 xт = ( Uк.з ∙ Uном.ср2 ) / ( 100 ∙ Sном.т ), (46)

где Рн – потери к.з, Вт;

 Uк.з – напряжение к.з, %.

Чтобы рассчитать сопротивление для начала определим ток трансформатора:

 Iном.т = Sтр / ( √3 ∙ Uном ), (47)

где Sтр – мощность трансформатора ТМ-25 (принимаем равной 25 кВа);

 Uном – номинальное значение напряжения сети, кВ (принимаем для освещения – 0,23).

Iном.т = 25 / ( 1,7×0,23 ) = 63,9 А.

rт = 600 / ( 3 ∙ 63,92 ) = 0,048 Ом;

xт = ( 4,5×0,232 ) / ( 100×0,025 ) = 0,096 Ом.

Активное сопротивление кабельной линии, определяется, Ом по формуле:

 rк.л = r0 ∙ *l* , (48)

где r0 – удельное активное сопротивление 1 км кабельной линии, Ом / км;

 *l* – длина кабельной линии, км.

rк.л = 3,07×0,03 = 0,092 Ом.

Реактивное сопротивление кабельной линии, определяется по формуле:

 хк.л = х0 ∙ *l* , (49)

где х0 – удельное реактивное сопротивление 1 км кабельной линии, Ом / км;

 *l* – длина кабельной линии, км.

хк.л = 0,09×0,03 = 0,0027 Ом.

Далее определяются суммарные активные и реактивные сопротивления до каждой точки к.з:

хрез1 = х1 = 0,096 Ом;

 хрез2 = х1 + х2 (50)

 xрез2= 0,096 + 0,0027 = 0,098 Ом.

rрез1 = r1 = 0,048 Ом;

 rрез2 = r1 + r2

 rрез2= 0,048 + 0,092 = 0,14 Ом.

Определяем токи к.з и мощность в первой точке:

Ток трехфазного к.з в каждой точке к.з определяется по формуле:

 I(3)к.з1 = Uном / ( 1,73 ∙ √(rрез12 + хрез12)), (50)

где Uном – среднее номинальное напряжение сети, В (принимаем 230 В);

 хрез1 – результирующее реактивное сопротивление первой точки к.з;

 rрез1 – результирующее активное сопротивление первой точки к.з.

I(3)к.з1 = 230 / ( 1,73×√(0,0482 + 0,0962)) = 1243 А.

Ток двухфазного короткого замыкания в каждой точке к.з:

 I(2)к.з1 = Uном / ( 2 ∙ √(rрез12 + хрез12)), (51)

I(2)к.з1 = 230 / ( 2 ∙ √(0,0482 + 0,0962)) = 1074 А.

Ударный ток к.з определяется по формуле:

iу1 = 1,8 ∙ I(3)к.з1 ,

где I(3)к.з1 – ток трехфазного к.з в первой точке, А.

iу1 = 1,8 ×1243 = 2237 А.

Действующее значение полного тока трехфазного к.з определяют по формуле:

Iу1 = 1,1 ∙ I(3)к.з1,

Iу1 = 1,1 ∙ 1243 = 1367 А.

Мощность к.з для каждой точки определяем по формуле:

 Sк.з1 = √3 ∙ Uном ∙ I(3)к.з1, (52)

Sк.з1 = 1,7× 0,23×1243 = 486 кВа.

Определяем токи к.з и мощность во второй точке:

Ток трехфазного к.з в каждой точке к.з определяется по формуле:

 I(3)к.з2 = Uном / ( 1,73 ∙ √(rрез22 + хрез22)), (53)

где Uном – среднее номинальное напряжение сети, В (принимаем 230 В);

 rрез2 – результирующее активное сопротивление второй точки к.з;

 хрез2 – результирующее реактивное сопротивление второй точки к.з.

I(3)к.з2 = 230 / ( 1,73×√(0,142 + 0,0982)) = 787 А.

Ток двухфазного короткого замыкания в каждой точке к.з определяем по формуле:

I(2)к.з2 = 230 / ( 2 ∙ √(0,142 + 0,0982)) = 680 А.

Ударный ток к.з определяется по формуле:

iу2 = 1,8 ∙ I(3)к.з2,

где I(3)к.з2 – ток трехфазного к.з во второй точке, А.

iу2 = 1,8 ×787 = 1416 А

Действующее значение полного тока трехфазного к.з:

Iу2 = 1,1 ∙ I(3)к.з2,

Iу2 = 1,1 ×787 = 865 А

Мощность к.з для каждой точки определяем по формуле:

 Sк.з2 = √3 ∙ Uном ∙ I(3)к.з2, (54)

Sк.з2 = 1,7 ×0,23× 787 = 307 кВа.

Результаты токов короткого замыкания в сетях напряжением ниже 100В сводим в табл. 5

Таблица 5

Токи короткого замыкания в сетях напряжением ниже 1000 В.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точки к.з | Результирующее сопротивление хрез, Ом | Трехфазный ток к.з I(3)к.з, А | Двухфазный ток к.з I(2)к.з, А | Ударный ток к.з iу, А | Полный ток к.з Iу, А. | Rрез, Ом |
| Буровой станок |
| 1. | 0,045 | 5780 | 5000 | 10404 | 6358 | 0,016 |
| 2. | 0,058 | 3305 | 2857 | 5949 | 3635 | 0,046 |
| Освещение |
| 1. | 0,096 | 1243 | 1074 | 2237 | 1367 | 0,048 |
| 2. | 0,098 | 787 | 680 | 1416 | 865 | 0,14 |

**2.Охрана труда**

**2.1. Электрическая защита линий электропередач и карьерных трансформаторов**

Для бесперебойной работы всех установок карьера (разреза) широко применяют электрическую защиту, обеспечивающую автоматическое отключение поврежденного участка сети.

Для радиальных и одиночных магистральных карьерных распределительных линий должна предусматриваться максимальная токовая защита от к.з и перегрузок, а также от однофазных замыканий на землю.

Силовые трансформаторы защищаются с помощью токовой отсечки без выдержки времени, устанавливаемой со стороны питания.

Действие токовой отсечки трансформатора определяется тем, что при к.з со стороны исто00чника питания ток к.з больше, чем при к.з со стороны нагрузки.

Величина тока срабатывания защиты по стороне высокого напряжения трансформатора тока определяется по формуле:

 Iср = *К* ∙ Iр.м , (55)

где *К* – коэффициент надежности (принимаем 1,1);

 Iр.м – максимальный ток нагрузки при наиболее тяжелом режиме работы линии.

Iср = 1,1 ∙ 265 = 291,5 А

Для трансформаторов должны предусматриваться релейная защита от различных видов повреждений и не нормальных режимов работы.

Силовой трансформатор защищается токовой отсечкой без выдержки времени, устанавливаемой со стороны питания и действующей на отключение.

Iтр = S / ( √3 ∙ U )

 Iтр = 1600 / ( 1,7 ∙ 35 ) = 26,4 А. (56)

 Iср = 1,1 ∙ Iтр (57)

Iср = 1,1 ∙ 26,4 = 29,04 А.

Для экскаватора ЭКГ-12,5

 Iср = 1,1 ∙ Iр.м ,

 Iср = 1,1 ∙ 157 = 172,7 А. (58)

Для экскаватора ЭКГ-8И

 Iср = 1,1 ∙ 64,5 = 70,9 А.

Для экскаватора ЭКГ-5

Iср = 1,1×34,6 = 38,06 А.

Результаты токов срабатывания максимально—токовой защиты сводим в табл.6.

 Таблица 6.

Токи срабатывания максимально-токовой защиты

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование потребителей | Iср, А | Iр.м, А |
| Магистральная линия | 291,5 | 265 |
| Трансформатор | 29,04 | 26,4 |
| ЭКГ-12,5 | 172,7 | 157 |
| ЭКГ-8И | 70,9 | 64,5 |
| ЭКГ-5 | 38,06 | 34,6 |

**2.2. Устройство заземления на участке**

 Безопасность обслуживания электроустановок и полное устранение электротравматизма – одна из основных задач при эксплуатации электрохозяйства открытых горных работ.

Установлено два основных вида поражения организма электрическим током: электрический удар – поражает внутренние органы человека, и электрическая травма – поражение внешних частей тела.

Значение тока и продолжительность его воздействия, основные факторы, определяющие исход электрической травмы: чем меньше значение тока и продолжительность его воздействия, тем меньше опасность для человека.

Опасность поражения электрическим током может быть устранена с помощью защитных заземлений.

Для устройства защитных заземлений на карьерах применяют электрические системы с изолированной нейтралью трансформатора (трехфазные сети 3000-6000 В).

В соответствии с ПТЭ и ПТБ на карьерах должны быть заземлены корпуса и металлические части всех горных электрифицированных машин, механизмов и инструментов (экскаваторов, буровых станков, конвейеров, электросверл), корпуса трансформаторов и электрических аппаратов измерительных приборов и осветительной аппаратуры, каркасы КРУ и приключательных пунктов, броня кабелей, железобетонные и металлические опоры В.Л.

На карьерах рекомендуется устройство общей заземляющей сети для установок напряжением до 1000 В и выше.

Заземляющее устройство представляет собой совокупность заземлителей и заземляющих проводников. В условиях карьеров заземлители могут располагаться как на поверхности (на ГПП,РЦП), так и на рабочих уступах около приключательных пунктов, а также в непосредственной близости от места присоединения экскаваторного кабеля к В.Л в зависимости от площади карьера и продолжительности высоковольтных В.Л и числа работающих горных машин и механизмов заземляющие устройства могут быть центральными, местными и комбинированными. Для небольших по площади карьеров целесообразно устраивать заземлители на площадке ГПП. В этом случае от заземлителя прокладывают магистральный заземляющий провод, к которому присоединяют корпуса всех машин и механизмов. На карьерах занимающих значительные площади при большом числе машин и механизмов используют калиброванные заземляющие устройства. Для установок, расположенных вблизи ГПП, сооружают центральный заземлитель, от которого прокладывают заземляющие провода ко всем установкам. Для удаленных от ГПП установок устанавливают местные заземлители на рабочих уступах и в непосредственной близости от этих установок.

Для заземлителей следует применять угловую сталь, стальные стержни, круглую сталь и т.п. Заземлители закладывают в грунт на глубину ниже уровня его промерзания. Число электродов и их конструкцию определяют протоколом или расчетом. При опасности усиленной коррозии следует применять омедненные или оцинкованные заземлители.

Все соединения заземляющей сети должны иметь надежный контакт. Присоединение проводов к заземлителям и корпусам оборудования, а также соединения заземляющих проводников между собой следует выполнить сварным или болтовым креплением. В заземляющей сети на поверхности и в сырых помещениях болтовые крепления лудят или покрывают защитным слоем.

Последовательное присоединение заземляемых объектов к заземляющей сети не допускается. Заземляющий провод должен быть защищен от технических повреждений, а места присоединения проводов доступны для осмотров и испытаний.

Сопротивление защитного заземления должно быть не больше величины, рассчитанной по проекту или установленной правилами ПТЭ, для открытых горных разработок, сопротивление защитного заземления в электрических сетях должно быть не выше 4 Ом.

**2.2. Техника безопасности при эксплуатации, ремонте и монтаже электрооборудования участка карьера или разреза**

Все работники, принимающие участие в наладочных работах по электрооборудованию экскаватора, обязаны пройти медицинский осмотр, изучить основные правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок в объеме, соответствующем выполняемой ими работе. Пройти проверку знаний в специальной квалификационной комиссии, оформленной приказом. Работник, не выполняющий этих требований, не может быть допущен к работе на экскаваторе.

Доступ к ремонтным работам по электрооборудованию главных электроприборов выполняется в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий по наряду, если проводится наладка высоковольтного электрооборудования экскаватора (напряжение свыше 1000 В), и без нарядов с записью в журнале производства работ, если проводится наладка электрооборудования напряжением до 1000 В.

При выполнении наладочных работ командированным персоналом предприятия, которое командирует также, как и предприятие, на которое командируется персонал, несут в равной мере ответственность за создание безопасных условий их работы.

Руководитель наладочной бригады должен ознакомиться с правилами внутреннего распорядка предприятия и получить общий инструктаж от ответственного представителя эксплуатирующей организации.

Обслуживание могут производить только специально обученные лица, имеющие соответствующую квалификационную группу по технике безопасности. Осмотр воздушных ЛЭП и трансформаторных подстанций визуально, без подъема опоры (для ЛЭП) и без открытия крышек или дверей со стороны высшего напряжения трансформаторов разрешается лицам, имеющим квалификационную группу по электробезопасности не ниже III. В помещениях стационарных РУ и ТП должны быть вывешены схемы цепей первичной и вторичной коммутации, схемы воздушной и кабельной ЛЭП, инструкции для обслуживающего персонала, установленные предупредительные знаки и плакаты, а также должны находиться защитные средства и плакат с правилами оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока.

Любое производство работ, связанное с переключениями должно осуществляться только по наряду и в строгом соответствии с утверждением инструкциями по безопасным условиям работ.

При ежемесячном осмотре РУ обращают внимание на состояние токоведущих частей, исправность блокировочных устройств, уровень масла в маслонакопленных аппаратах, надежность контактных соединений заземляющих проводников, исправность релейной защиты, измерительных приборов и ограждающих устройств. Все воздушные и кабельные ЛЭП, расположенные в границах опасных зон, на время взрывания зарядов должны быть отключены, а после производства взрывов проведены с устранением повреждений. Эти же требования относятся и к ПКТП, ПП и другим электроустановкам, расположенным в зоне взрыва. Во время грозы даже на отключенных воздушных ЛЭП, какие – либо работы не допустимы.

Вдоль кабельных траншей должны быть нанесены опознавательные знаки, выполненные в виде пикетных столбиков или надписей на стенах зданий. Знаки устанавливаются на прямых участках трассы через каждые 100 м, кроме того у каждой кабельной муфты, на всех узлах и поворотах, у входов в здание, в местах пересечения кабелей с железнодорожным полотном и автодорогами. При осмотре гибких кабелей обращают внимание на целостность его защитной оболочки, отсутствие завалов примерзания или возможность наезда транспортных средств и механизмов на трассу прокладки кабеля. Ремонт кабеля производят после отключения от сети и разрядки от остаточных электрических зарядов. Соединение гибких кабелей производят после отключения от сети и разрядки от остаточных электрических зарядов, соединение гибких кабелей должно производиться вулканизацией с последующей проверкой на диэлектрическую прочность в течении 5-ти минут. Испытанное напряжение должно превышать номинальное напряжение кабеля не менее чем в три раза. Соединение гибких кабелей напряжением до 1 кВ, которые во время работы часто отсоединяют от рабочих машин, выполняют с помощью штепсельных муфт с розеткой, смонтированной на стороне источника питания.

Соединения проводов и заземляющих тросов ВЛ в пролетах передвижных ЛЭП выше 1 кВ должно производиться с помощью специальных зажимов в количестве не более одного соединения на каждый пролет. В местах, подверженных натяжению, соединение должно иметь механическую прочность не менее 90% временного сопротивления провода.

Всё электрооборудование должно подвергаться периодическим наладкам и испытаниям в сроки и в объемах, которые устанавливают ПУЭ, ПТЭ и ПТБ, а также Нормы испытания электрооборудования и Руководством по ревизии.

**Заключение**

 В данном курсовом проекте была разработана схема электроснабжения участка, потребителями которого являются: экскаваторы – ЭКГ-12,5, ЭКГ-8И, ЭКГ-5; буровые станки – СБШ 250; осветительная установка ДКсТ – 10000.

Также определена мощность и выбран тип трансформатора: для ГПП выбран ТМ-1600 / 35; для освещения выбран ТМ-25 / 6; для бурового станка СБШ 250 выбран трансформатор ТМ-160 / 6.

Выбраны сечения воздушных линий и проверены по экономической плотности тока и потерям напряжения. Для питания экскаваторов, буровых станков и освещения приняли алюминиевые провода марки А-25, а для магистральной линии марки А-70.

Произведен выбор и проверка сечений кабельных линий; для всех потребителей приняты кабеля марок КГЭ и КПГС.

Для экскаваторов приняты комплектные высоковольтные приключательные пункты ЯКНО.

Рассчитаны токи короткого замыкания в сетях выше и ниже 1 кВ, разработана схема замещения, рассчитаны двухфазные и трехфазные токи короткого замыкания.

Для бесперебойного снабжения рассчитаны электрические защиты высоковольтных и кабельных линий.

 Рассмотрена техника безопасности при эксплуатации, ремонте, монтаже электрооборудования участка

**Список литературы**

1. Зыков Н.В. Единые требования к оформлению курсового и дипломного проекта(работы): методические указания для студентов очного и заочного обучения технических специальностей – 3-е изд., испр. и доп./Н.В. Зыков. – Чита: ЗабГК,2015.-46с
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Интермет Инжиниринг, 2010
3. Правила устройства электроустановок : Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 9-й выпуск. – Новосибирск: сиб. унив. изд-во, 2008. – 854 с., ил.
4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей– Издательство: Норматика, 2014 – 192 с
5. Соколова Е.М. Электрическое и электромеханическое оборудование: учеб. для студ. сред. проф. обр./ Соколова Е.М. – 9-е изд. Испр. – М: Академия, 2014-224с.
6. Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность: учебное пособие/ А.А. Раздорожный – М.: Экзамен, 2010. – 512с
7. [Шеховцов В.П.](http://mexalib.com/author/%D0%A8%D0%B5%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%86%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%D0%9F.) Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования ИНФРА-М 2010.

Юндин М.А. Токовые защиты электроустановок. Учебное пособие. 2-е изд., испр. – Спб.: Издательство «Лань», 2011.