1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ**

Согласно плану горных работ на данном участке принята бестранспортная система разработки на вскрыше с переэкскавацией горных пород в отработанное пространство и на добыче - транспортная с погрузкой полезного ископаемого в автомобильный транспорт. На первом уступе породы предварительно взрыхляют взрывом.

Определение высоты уступов

Высоту каждого уступа определяем исходя из технических характеристик экскаваторов.

 ЭШ­-15/90 Нг×Нг×0.5=42.5м

 Н1 ≈21,25м

 ЭКГ-5А Нч =110.3м

 Н2= Нч.4. ≈10.3м

Определение глубины карьера

Н= Н1+ Н2=21.25+10.3=31.55м

Определение фронта работ уступов

Подготовка фронта горных работ заключается в основном в подводе транспортных путей и линий электропередачи т. к. участок разреза имеет длину 1000 м., то целесообразно фронт горных работ подготавливать по всей длине участка.

**2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УЧАСТКА ПО ДОБЫЧЕ И ВСКРЫШЕ**

***Расчет годовой производительности экскаватора ЭШ-15/90***

**Техническая производительность экскаватора**





E=15м**³**-ёмкость ковша

tц =60с- техническая продолжительность цикла

Кр=1.4-коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора

Кн =0.8-коэффициент наполнения ковша

**Эксплуатационная производительность экскаватора**

Qэ =Qт × Кч.р. =514 × 0.75=385м**³**/ч

Кч.р.=0.75-коэффициент использования сменного времени экскаватора

**Сменная производительность экскаватора**

Qсм = Qэ × tсм =385×12=4628 м**³**/см

tсм =12ч.-число часов сменного времени

**Суточная производительность экскаватора**

Qсут = Qсм × n =4628×2=9257м**³**/сут

n=2-количество рабочих смен в сутки

**Годовая производительность экскаватора**

Qгод = Qсут × N= 9257× 315=2915999 м**³**/год

N=315-число рабочих дней в году

***Расчет годовой производительности экскаватора ЭКГ-8И***

**Техническая производительность**





E=8м**³**-ёмкость ковша

tц =26с- техническая продолжительность цикла

Кр=1.4-коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора

Кн =1-коэффициент наполнения ковша

**Эксплуатационная производительность экскаватора**

Qэ =Qт × Кч.р. =791 × 0.75=593м**³**/ч

Кч.р.=0.75-коэффициент использования сменного времени экскаватора

**Сменная производительность экскаватора**

Qсм = Qэ × tсм =593×12=7119 м**³/**см

tсм =12ч.-число часов сменного времени

**Суточная производительность экскаватора**

Qсут = Qсм × n =7119×2=14238 м**³**/сут

n=2-количество рабочих смен в сутки

**Годовая производительность экскаватора**

Qгод = Qсут × N= 14238× 315=4484970 м**³**/год

N=315-число рабочих дней в году

***Расчет годовой производительности экскаватора ЭКГ-5А***

**Техническая производительность экскаватора**





E=5м**³**-ёмкость ковша

tц =23с- техническая продолжительность цикла

Кр=1.4-коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора

Кн =1-коэффициент наполнения ковша

**Эксплуатационная производительность экскаватора**

Qэ =Qт × Кч.р. =559 × 0.75=419м**³**/ч

Кч.р.=0.75-коэффициент использования сменного времени экскаватора

**Сменная производительность экскаватора**

Qсм = Qэ × tсм =419×12=5031 м**³**/см

tсм =12ч.-число часов сменного времени

**Суточная производительность экскаватора**

Qсут = Qсм × n =5031×2=10062 м**³**/сут

n=2-количество рабочих смен в сутки

**Годовая производительность экскаватора**

Qгод = Qсут × N= 10062× 315=3169564 м**³**/год

N=315-число рабочих дней в году

**Годовая производительность экскаваторов**

Qгод 1 =2915999 м**³**/год

Qгод 3 =4484970 м**³**/год

Qгод 4 =3169564 м**³**/год

**Определение годовой производительности участка по вскрыше**

Qгод.в. =Qгод1=2915999 м**³**/год

**Определение годовой производительности участка по добыче**

Qгод.д. =Qгод 3+ Qгод 4=4484970+3169564=7654534 м**³**/год

**3 ВЫБОР СХЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Главные стационарные подстанции разреза устанавливаются на рабочем борту вне зоны ВБР с таким расчетом, чтобы они стационарно работали не менее 5-8 лет.

При питании электроприемников разреза напряжением до и выше 1000В, предусматривать, как правило, систему с изолированной нейтралью.

К одной передвижной (переносной) воздушной ЛЭП 6-10кВ предусматривать присоединения одной из следующих групп электроустановок в составе не более двух экскаваторов с ёмкостью ковша до 15 м**³** и одной ПКТП с трансформатором мощностью до 630кВ×А.

К одной опоре воздушной ЛЭП разрешается присоединять не более двух ПП или двух ПКТП, или же одного ПП и одной ПКТП вместе. Подключение к одному ПП двух экскаваторов запрещается.

Заземление электроустановок на участке разреза напряжением до и выше 1000В должно выполняться общим. Общее заземляющее устройство участка разреза должно состоять из одного или нескольких центральных заземлителей, местных заземлителей и сети заземления, к которой должно присоединяться всё подлежащее заземлению электрооборудование.

**4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ.**

**Определение масштаба участка разреза.**

На данном участке разреза масштаб определяем следующим образом:

длина участка в метрах-1000м

длина участка в см-13см

М=1 : 7692 (по длине)

М=1 : 4622 (по ширине)

**Определение длин ВЛ и КЛ**

Расчетная схема электроснабжения

Рис.4.1.

l1=707м l8=115м

l2=553м l9=277м

l5=200м l10=200м

l6=200м l11=515м

l7=200м l12=100м

**5. РАСЧЕТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ УЧАСТКА**

**Построение изолюксы горизонтальной освещенности**

Имея изолюксы на условной плоскости, задается углом наклона светового потока к горизонту Q=10град. Строим координатные оси x и y. Ось x совмещается с направлением максимальной силы света светового прибора и на осях x и y откладываем значение расстояний, в соответсвии с масштабом участка разреза. В точке 0 установлен светильник.

Задаваясь отношением X1/Н определяем координату для данного угла Q =15град.



ρ= sinQ+(X /H )× cosQ

Задаваясь горизонтальной освещенностью Er = 0.2лк определяем относительную освещенность

Е1=Еr × ρ³ × H² × Кз ; кЛк

Кз =1.5-коэффициент запаса для газоразрядных ламп

По значениям ξ и Е1, используя кривые относительной освещенности определяем η

По значениям η× ρи Н определяем координату Y1

Y1 = η× ρ × H; м

Результаты расчетов сводим в таблицу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 180 |
| ξ | 0.71 | -0.21 | 0.06 | -0.18 | -0.19 | -0.08 | -0.1 | -0.13 | -0.14 | -0.15 | 0.17 |
| ρ | 1.22 | 2.17 | 3.13 | 4.09 | 5.05 | 6.01 | 6.97 | 7.93 | 8.89 | 9.85 | 11.7 |
| E | 0.12 | 0.68 | 2.06 | 4.6 | 8.6 | 14.6 | 22.8 | 33.6 | 47.4 | 64 | 108 |
| η | 1.45 | 1.8 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 0.1 |
| Yм | 26 | 58 | 126 | 134 | 136 | 153 | 125 | 95 | 66 | 59 | 17.5 |

Рис.5.1.

**Определение количества светильников**

Методом наложения полученной изолюксы на план горных работ определяем количество светильников, необходимых для общего равномерного освещения участка с заданной Еr =0.2 лк. Необходимо 3 светильника.

**6. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

**Определение расчетных активных нагрузок**

 **электроприёмников участка**

Расчет активных нагрузок электроприёмников участка разреза будем вести по методу коэффициента спроса.

Рр =Ксп × Рн ; кВт

**Определение расчетных реактивных нагрузок**

Определять будем, используя tgϕр - коэффициент соответствующий cosϕр для группы электроприёмников.

Qp = Рр × tgϕр

 Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Электро-приёмники | Рн, кВт | кс | cosϕ | tgϕ | Рp, кВт | Qp, кВт×A | Sт, кВт×A |
| 1 | ЭШ-15/90 | 1900 | 0.7 | 0.85 | -0.62 | 1330 | -824 | 250 |
| 2 | ЭШ-10/70 | 1170 | 0.7 | 0.8 | -0.75 | 819 | -614 | 250 |
| 3 | ЭКГ-8И | 520 | 0.5 | 0.9 | -0.48 | 260 | -218 | 100 |
| 4 | ЭКГ-5А | 250 | 0.5 | 0.91 | 0.45 | 125 | 60 | 100 |
| 5 | 2СБШ-200 | 282 | 0.7 | 0.7 | 1.02 | 197.4 | 200 |  |
|  |  |  |  |  |  | ∑Рр=2731 | ∑Qр = -1396 | ∑Sт=700 |

**Определение полной расчетной нагрузки участка разреза**





Sp∑=K∑× (∑Ppi) ²+( ∑Qpi) ² + ∑Sтсн =0.8× 2731²+(-1396) ²+ 700=

=0.8 × (3067+700)=3014 кВ×А.

**Определение расчетных токовых нагрузок на каждом участке воздушных и кабельных ЛЭП распределительной сети**

По l1 и l7 протекает ток нагрузки экскаватора ЭШ-10/70





Iф3 = Ip2

По l5 протекает ток нагрузки экскаватора ЭКГ-5А



По l6 протекает ток нагрузки экскаватора ЭКГ-8И



По l2 протекает ток нагрузки экскаватора ЭКГ-5А и ЭКГ-8И

Iф2= Ip=60.2А

По l9 и l8 протекает ток нагрузки экскаватора ЭШ-15/90



По l11 и l12 протекает ток нагрузки экскаватора 2СБШ-200





По бортовой магистрали ВЛ-6 кВ фидера №1 протекает расчетный ток нагрузки Iрф1= Ip1+ Ip5=174.6+27=201А

По бортовой магистрали ВЛ-6 кВ фидера №2 протекает расчетный ток нагрузки Iрф2= Ip4+ Ip3=60.2А

По бортовой магистрали ВЛ-6 кВ фидера №3 протекает расчетный ток нагрузки Iрф3= Ip2=122.56А

Расчетный ток нагрузки вводной ячейки распределительного устройства ГСП участка разреза

Iрв= Iрф1+ Iрф2+ Iрф3=201+60+122=383А

Расчетный ток нагрузки воздушной линии 35 кВ, питающей ГСП участка разреза



На полной расчетной назрузке участка разреза Sp∑ =3767кВ предварительно выбираем трансформатор для ГСП марки ТМ-4000/35, мощностью Sнт =4000кВ, Vн1 =35кВ, Vн2 =6.3кВ, Vк% =7.5%

Коэффициент загрузки трансформатора





**7. ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ**

**Выбор проводов ВЛ-35кВ**

Предварительно по нагреву выбираем сечение воздушной ЛЭП-35кВ, питающей ГСП

Iр ≤ Iдоп

Выбираем АС-16 с Iдоп =105А > Iр =62А

Из условия механической прочности выбираем АС-35 с Iдоп=130А

Проверяем выбранное сечение провода по экономической плотности тока





Таким образом, выбранное сечение проводов не удовлетворяет требованиям ПУЗ. Окончательно выбираем АС-70 с Iдоп =265А

**Выбор проводов воздушных линий 6 кВ**

*Выбираем провода для магистральной ЛЭП-6кВ фидера №1.*

По нагреву выбираем А-50 с Iдоп =215А>Iрф1=201А.

Из условия механической прочности выбираем провод А-50 с Iдоп =215А.

*Выбираем провода для магистральной ЛЭП-6кВ фидера №2.*

По нагреву выбираем А-16 с Iдоп =105А>Iрф1=60.2А.

По условию механической прочности провод А-16 не удовлетворяет требованиям ПУЗ, поэтому выбираем А-35 с Iдоп =170А.

*Выбираем провода для магистральной ЛЭП-6кВ фидера №3.*

По нагреву выбираем А-25 с Iдоп =135А>Iрф1=122А.

Из условия механической прочности выбираем провод А-35 с Iдоп =170А.

Провод А-35 удовлетворяет требованиям ПУЗ.

**Выбор проводников кабельных линий**

По нагреву выбираем сечения гибких кабелей:

 для ЭШ-15/90 –КГЭ-6-3×50+1×16+1×10 с Iдоп =213А > Iр1 =174А.

 для ЭШ-10/70 – КГЭ-6-3×25+1×10+1×6 с Iдоп =141А > Iр2 =122А.

 для ЭКГ-8А – КГЭ-6-3×10+1×6+1×6 с Iдоп =82А > Iр3 =37А.

 для ЭКГ-5А – КГЭ-6-3×10+1×6+1×6 с Iдоп =82А > Iр4 =22А.

 для 2СБШ-200 – КГ-0.66-2(3×50+1×16+1×10) с Iдоп =444А> Iр5=406А.

Произведем проверку выбранных сечений гибких кабелей на термическую устойчивость от воздействия токов к.з., определенных в начале кабеля

(у приключательных пунктов).

Smin= × I∞к × ; мм²



где - термический коэффициент;

I∞к- установившийся ток к.з. ,кА;

tп-приведенное время действия тока к.з.,с.

Кабель для питания ЭШ-15/90



Smin= 6 × 2.91× =11.04 мм² < 50 ммІ и окончательно выбираем КГЭ-6-3×50+1×16+1×10 с Iдоп =213А.

Кабель для ЭШ-10/70

Smin= 6 × 3.3× =12.52 мм² < 25 мм² , выбрали правильно.



Кабель для ЭКГ-8А

Smin= 6 × 5.75× =21.8 мм²



Окончательно примем КГЭ-6-3×25+1×10+1×6

**Проверка сети по потерям напряжения**

В длительном режиме электроприёмников потери напряжения не должны превышать 5% от номинального.

*Определим потери напряжения для фидера №1.*

U%n=(0.1/Uн²)×[Рр1×(I8+I9)×(Rовп+Xовп×tgϕр1)+Рр5×(I11+I12)×(Rовп+Xовп×

×Tgϕр5)]=(0.1/6²)×[1330×(0.115+0.277)×(0.64+0.38×(-0.62))+ +197.4×(0.515+0.1)×(0.64+0.38 ×1.02)] =1.5%

*Определим потери напряжения для фидера №2.*

U%n=(0.1/Uн²)×[Рр3×I2×(Rовп+Xовп×tgϕр3)+Рр4×I2×(Rовп+Xовп×tgϕр4)]= =(0.1/6²)×[260×0.553×(0.92+0.391×(0.48))+125×0.553×(0.92+0.391×0.45)]==0.5%

*Определим потери напряжения для фидера №3.*

U%n = (0.1/Uн²)×[Рр2×(I7+I1)×(Rовп+Xовп×tgϕр2)]=

=(0.1/6²)×[819×(0.2+0.707)×(0.92+0.391×(-0.75)] =1.2%

Получаем, что проводники ВЛ и КЛ для фидеров №1,2,3 проходят по потере напряжения в длительном режиме работы электроприёмников.

В пиковом режиме работы электроприёмников потери напряжения не должны превышать 10% от номинального.

### Для электроприёмников с асинхронным приводом

U%=(0.1/Uн²)×[Рр4×I2×(Rо+Xо×tgϕр4)]=(0.1/6²)×[125×0.153×

 × (0.92+0.391×0.45) =0.2%

U%=(0.1/Uн²)×[Рр5×(I11+I12+I8)×(Rо+Xо×tgϕр5)]=(0.1/6²)×[197×(0.515+

+0.1+0.115) × (0.64+0.38×1.02)] =0.4%

### Для электроприёмников с синхронным приводом

U%=(0.1/Uн²)×[Рн×(I8+I9)×Rо×Кпик)]=(0.1/6²)×[1900×(0.115+ +0.277)×0.64×1.8)] =2.3%

U%=(0.1/Uн²)×[Рн×(I1+I7)×Rо×Кпик)]=(0.1/6²)×[1170×(0.707+0.2)× ×0.92×1.8)] =4.8%

U%=(0.1/Uн²)×(Рн×I2×Rо×Кпик)=(0.1/6²)×(520×0.553×0.92×1.8) =1.3%

*Для фидера №1*

U%1=(0.1/Uн²)×[Рр5×(I11+I8)×(Rо+Xо×tgϕр5)+Рн1×(I9+I8)×Rо×Кпик]=

(0.1/6²)×[197.4×(0.515+0.115)×(0.64+0.38×1.02)+1900×(0.277+0.155)× ×0.64×1.8] =2.7%

*Для фидера №2*

U%2=(0.1/Uн²)×(I2×Рн4×Rо×Кпик+I2×Рн3×Rо×Кпик)=(0.1/6²)×(0.553×250×

×0.92×1.8+520×0.553×0.92×1.8) =1.9%

*Для фидера №3*

U%3=(0.1/Uн²)×(I1×Рн2×Rо×Кпик)=(0.1/6²)×(0.707×1170×0.92× 1.8) =3.8%

Таким образом проводники ВЛ и КЛ для фидеров №1,2,3 проходят по потерям напряжения в пиковом режиме работы.

8. ПРОВЕРКА СЕТИ ПО ПОТЕРЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ПУСКОВОМ РЕЖИМЕ

Проверка сети сводится к определению фактического напряжения на зажимах сетевого двигателя мощного экскаватора в момент его пуска и сравнению этого напряжения с допустимым значением.

Напряжение на зажимах сетевого двигателя экскаватора в момент его пуска определяется следующим выражением:



где Uo – напряжение х.х. трансформатора участковой подстанции, В;

Uпр-потеря напряжения от прочей нагрузки в общих с пусковым двигателем элементах сети, В;

Xвн-внешнее индуктивное сопротивление участка сети от трансформатора участковой подстанции до пускаемого двигателя, Ом;

Кi -кратность пускового тока пускаемого сетевого двигателя;

Sн-номинальная мощность пускаемого двигателя, кВ×А;

Uн-номинальное напряжение пускаемого двигателя, кВ.

Уровень напряжения на зажимоах сетевого двигателя в момент его пуска должен удовлетворять условию:



Определение напряжения на зажимах двигателя экскаватора ЭШ-15/90

Определим внешнее индуктивное сопротивление сети

Xвн =Xтр+Xвл+Xкл; Ом

Где Xтр-индуктивное сопротивление трансформатора участковой подстанции, Ом;

Xвл и Xкл – индуктивное сопротивление воздушной и кабельной ЛЭП-6кВ, Ом;





XВЛ =0.38×0.115=0.04 Ом



XКЛ =0.08×0.2=0.016 Ом

XВН =0.75+0.04+0.016=0.8 Ом

Определим потери напряжения в общих с пусковым двигателям элементах сети от бурового станка 2СБШ-200Н является участок воздушной линии l8

U%пр =(Rобщ+Xобщ) × Рр5/Uн; В

где Rобщ и Xобщ - соответственно активное и индуктивное сопротивление участка воздушной линии l8 и трансформатора ГСП, Ом

Рр5-нагрузка бурового станка, передаваемая по участку ВЛ-6кВ l5, кВт

Uн - номинальное напряжение воздушной линии, кВ

Rобщ =R0× l8 =0,64×0.115=0.07Ом

где R0 =0.64 Ом/км

Xобщ= X0× l8=0.38×0.115=0.04 Ом

где X0 =0.38 Ом/км

U%пр =(0.07+0.04) × 197/6 =3.6В

Определим фактическое напряжение на зажимах сетевого двигателя экскаватора ЭШ-15/90 в момент его пуска







где K1=5,3 kB×А

Сравним фактическое напряжение на зажимах сетевого двигателя ЭШ-15/90 с допустимым значением.



Таким образом, нормальный запуск сетевого двигателя ЭШ-15/90 обеспечивается при мощности трансформатора на участковой подстанции равной

 4000 кВ×А.

Технические данные трансформатора занесем в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трансфо-рматор | SHТ, кВ×А | Номинальное напряжение обмоток | Потери, кВТ | Uk% | Ток х.х% |
|  |  | ВН | НН | х.х | к.з |  |  |
| ТМ-4000/35 | 4000 | 35 | 63 | 6,7 | 33,5 | 7,5 | 1 |

**9. Расчет токов к.з в сети высокого**

**напряжения.**

Расчет токов к.з будем вести упрощенным методом в относительных единицах.

Согласно заданию участковая подстанция участка разреза питается от ГПП по воздушной ЛЭП напряжением 35 кВ и длинной 10 км. Мощность к.з на шинах ГПП Sк1=300МВ×А.

Расчетная часть

Составляем однолинейную расчетную схему.

Расчетная схема ГПП ВЛ-35кВ

 Рис.9.1.

Составляем схему замещения

Рис.9.2.

Выбираем базисные условия:

Sб=100МВ×А;

Uб1=37кВ;

Uб2=63кВ

Определим индуктивное сопротивление схемы и приведем их к базисным условиям.

Энергосистема



Воздушная ЛЭП напряжением 35кВ



Двухобмоточный трансформатор ГСП



Участки воздушных ЛЭП напряжением 6кВ











Гибкие экскаваторные кабели напряжением 6кВ







Сетевые двигатели экскаваторов





S1=2.235 МВ×А





S3=0.577 МВ×А



S2=Pн2 /cosϕ2=1170/0.8=1462кВ×А=1.462 МВ×А

Определим параметры токов к.з. в точке к-1, для этого произведём преобразовательные схемы замещения.

Рис.9.3.

X15= X1+ X2=0.33+0.27=0.6

X16= X6+ X7+ X8=0.27+0.04+8.94=9.25

X17= X9+ X10+ X11=0.55+0.04+34.6=35.19

X18= X12+ X13+ X14=0.71+0.04+13.68=14.43

Рассмотрим возможность объединить S2 и S3



входит в пределы 0.4-2.5

Таким образом S2 и S3 можно объединить.

Рис.9.4.



S4=S2+S9=1.462+0.577=2.039мВ×А



Объединим S1 и S4



Таким образом S1 и S4 объединить нельзя.

Сопротивления X3, X19 и X20 соединены в звезду. Преобразуем их в треугольник.

 Рис.9.5.





 Определим возможность пренебречь S1 как источником питания точки К-1





Таким образом пренебречь S1 нельзя. Определим возможность пренебречь S4





Поэтому S4 как источником питания К-1 можно пренебречь.

В итоге получаем:

 Рис.9.6.

Ток к.з. в точке К-1от питающей энергосистемы



Ток к.з. в точке К-1 от сетевых двигателей S1



Где Кt-кратность тока к.з. посылаемого сетевым двигателем S1. Расчетное сопротивление ветви синхронных двигателей S1



Для t=∞ и Xр=0.12 определяем Кt=4.8



 кА

Суммарный ток к.з. в точке К-1

I∞к-1= I∞кс1+ I∞к1s1=2.6+1.03=3.63кА

Ударный ток к.з в точке К-1

iук1=2.55×I ∞к1=2.55×3.63=9.25кА

Действующее значение полного тока к.з. в точке К-1

I ук1=1.52× I ∞к1=1.52×3.63=5.51кА

Двухфазный ток к.з. в точке К-1

I к1І=0.87× I ∞к1=0.87 ×3.63=3.15кА

Мощность трёхфазного тока к.з.



Определим параметры к.з. в точке К-2

 Рис.9.7.

#### Произведём преобразования схемы замещения

 Рис.9.8.

X-23=X15+X3=0.6+1.88=2.48

Определим возможность пренебречь S4





Пренебречь нельзя. Определим возможность пренебречь S1





Попробуем объединить S1 и S6



Объединить S1 и S4 нельзя. В итоге установившееся значение тока к.з. в точке К-2 будет слагаться из трёх составляющих тока к.з. от энергосистемы, тока к.з. от S1 и тока к.з. от S4.

Ток к.з. от энергосистемы



Расчетное сопротивление ветви синхронного двигателя S4



Для t=∞ и Xр=0.28 определяем Кt=3.15



 кА

Расчетное сопротивление ветви синхронного двигателя S1



Для t = ∞ и Xр=0.08 определяем Кt=5



 кА

Суммарный ток к.з. в точке К-2

I∞к-2=3.69+0.61+1.07=6.05кА

Ударный ток к.з в точке К-1

Iук2=2.55×I ∞к2=2.55×6.05=15.4кА

Действующее значение полного тока к.з. в точке К-2

I ук2=1.52× I ∞к2=1.52×6.05=9.19кА

Мощность трёхфазного тока к.з.

 МВ×А



# Данные расчетов сводим в таблицу

|  |  |
| --- | --- |
| Рачсчетная точка | ПАРАМЕТРЫ |
| I∞к, кА | ук, кА | Iук, кА | I²к, кА | Sк,мВ×А |
| К-1 | 3.69 | 9.25 | 5.51 | 3.15 | 233.2 |
| К-2 | 6.05 | 15.4 | 9.19 | 5.26 | 66.01 |
| К-3 | 3.89 | 9.92 | 5.91 | 3.38 | 42.4 |
| К-4 | 2.91 | 7.42 | 4.42 | 2.53 | 31.7 |
| К-5 | 5.75 | 14.66 | 8.74 | 5 | 62.74 |
| К-6 | 3.3 | 8.41 | 5.01 | 2.87 | 36 |

**10. ВЫБОР ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

# Выбор распределительного устройства напряжением 35 кВ ГСП

На вводе участковой подстанции ГСП устанавливаем разъединитель, высоковольтный выключатель и вентильный разрядник.

Выбираем разъединитель РНД(3)-35/1000-У

*Расчетные данные Параметры разъединителя*

Uр=35кВ Uн=35кВ

Iр=62А Iн=1000А

iук1=9.25кА Iскв.анп=63кА

I²∞ к1×tn=3.63²×0.8=10.5 кА²×с I²т.с×tп.с.=25²×4=2500 кА²×с

Т.к. все паспортные параметры разъединителя больше параметров расчетных данных, то выбор сделан правильно.

Для управления разъединителем выбираем ручной привод ПР-90.

Выбираем высоковольтный вакуумный выключатель ВВК-35Б-20

*Расчетные данные Параметры разъединителя*

Uр=35кВ Uн=35кВ

Iр=62А Iн=1000А

iук1=9.25кА Iскв.анп=51кА

Iук1=5.51кА Iскв.действ.=20кА

I²∞к1×tn=3.63²×0.8=10.5 кА²×с I²т.с×tт.с.=20²×3=1200 кА²×с

I∞к1=3.63кА Iоткл=20кА

Sк1=233.2МВ×А Sоткл = ×Uн×Iоткл =

 = ×35×20=1212МВ×А

Все паспортные параметры выключателя больше чем расчетные данные, поэтому выбор сделан правильно. Для управления выключателем принимаем электромагнитный привод.

Для защиты электрооборудования распределительного устройства 35кВ ГСП выбираем вентильный разрядник РВС-35. Пробивное напряжение разрядника Uпроб=78кВ; Uгашен=40.5кВ.

**Выбор распределительного устройства 6кВ**

Шкаф ввода 6кВ

*Расчетные данные Параметры шкафа №5*

Uр=6кВ Uн=10кВ

Iрз=383А Iн=630А

iук2=15.4кА Iскв.анп=25кА

Iук2=9.19кА Iскв.действ.=10кА

I²∞к2×tn=6.05²×0.8=29.3 кА²×с I²т.с×tт.с.=10²×3=300 кА²×с

I∞к2=6.05кА Iоткл=10кА

Sк2=66.01МВ×А Sоткл = ×Uн×Iоткл =

 = ×6×10=103.9МВ×А

Шкаф отходящего фидера №1

*Расчетные данные Параметры разъединителя*

Uр=6кВ Uн=10кВ

Iрф1=201А Iн=630А

iук2=15.4кА Iскв.анп=25кА

Iук2=9.19кА Iскв.действ.=10кА

I²∞к2×tn=6.05²×0.8=29.3 кА²×с I²т.с×tт.с.=10²×3=300 кА²×с

I∞к2=6.05кА Iоткл=10кА

Sк2=66.01МВ×А Sоткл = ×Uн×Iоткл= ×6×10=103.9МВ×А

Шкафы выбраны верно, т.к. все расчетные данные меньше, чем параметры шкафов.

Распределительное устройство 6кВ ГСП

 Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер шкафа | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Выключатель,Трансформатор,предохранитель | ВВТЭ-10/630 У2 | ВВТЭ-10/630 У2 | ВВТЭ-10/630 У2 | НТМИПКТ-6РВО-6 | ВВТЭ10/630 У2 | ВВТЭ-10/630 У2 | ТМ-20ПКТ-6РВО-6 |
| Расчетный ток | 201 | 60.2 | 122.5 |  | 383 |  |  |
| Максимально-токовая защита | 2РТ 81/1 | 2РТ 81/1 | 2РТ 81/1 |  | 2РТ 81/1 | 2РТ 81/1 |  |
| Защита от за-мыкания на зем-лю | ЗПП-1 | ЗПП-1 | ЗПП-1 |  |  | ЗПП-1 |  |
| Эл/магн. привод: напряжение включения и отключения | 220 | 220 | 220 |  | 220 | 220 |  |
| Назначение шкафа | Шкаф отходя-щего фидера№1 | Шкаф отходя-щего фидера№2 | Шкаф отходя-щего фидера№3 | Шкаф трансформатора напряжения  | Шкаф ввода 6кВ | Шкаф резервн. отходя-щего фидера | Трансформатор собственных нужд |

**Выбор приключательных пунктов**

*Для экскаватора ЭШ-15/90.*

Данные для выбора приключательного пункта:

Приводной двигатель СДСЭ-15-64-6

Мощность 1900кВт

Напряжение 6кВ

КПД двигателя 0.93

Коэффициент мощности 0.85 (опер.)

Трансформатор

Собственных нужд ТМЭ 250/6-250кВ×А

Установившееся значение

тока к.з. в месте установки ПП I∞к4=2.91кА

Ударный ток к.з. в месте

Установки ПП iук4=4.22кА

Действующее значение полного тока к.з. Iук4=4.22кА

Ток двухфазного к.з.

 в месте установки ПП I²∞к4=2.53кА

Мощность к.з. в месте

 установки ПП Sк4=31.7МВ×А

Произведем выбор приключательного пункта с учетом трансформатора собственных нужд



Выбираем КРУПП-1-6-(10)/630-УХЛ1с вакуумным выключателем и электромагнитным приводом.

Тип выключателя ВВТЭ-10/20-630УХЛ1

Номинальный ток выключателя Iн=200А

Пользуясь данными о токах к.з. в месте установки приключательного пункта, сравниваем расчетные величины с паспортными данными выключателя.

*Расчетные данные Паспортные данные*

Uр=6кВ Uн=6кВ

Iр=255А Iн=200А

Iук4=7.42кА Iскв.анп=51кА

I²∞к4×tn=2.91²×0.8=6.77 кА²×с I²т.с×tт.с.=20²×4=1600 кА²×с

I∞к4=2.91кА Iоткл=20кА

Sк4=31.7МВ×А Sоткл =350 МВ×А

Таким образом, выбранный приключательный пункт устойчив к параметрам тока к.з. в точке К- 4

Максимально-токовые реле КРУ позволяют производить регулировку до трёхфазного тока перегрузки

Iуст.р.=3×Iн=3×320=960А

Проверим выбранную установку тока на надёжность её срабатывания при минимальном двухфазном к.з.

I² к4 / Iуст.р.=2.53 / 0.96=2.6 >1.5

Следовательно, максимально-токовая защита надёжно срабатывает при возможных максимальных значениях токов к.з.

Для остальных экскаваторов участка разреза также принимаем приключательные пункты типа КРУПП.

 Таблица

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Экскаватор | Iр,А | Iн,А | Iуст.ср.,А | I²к / Iуст.р.ф |
| 1 | ЭШ-10/70 | 177 | 200 | 600 | 4.7 |
| 2 | ЭШ-15/90 | 225 | 320 | 960 | 2.6 |
| 3 | ЭКГ-8И | 70 | 80 | 240 | 20 |
| 4 | ЭКГ-5А | 98 | 40 | 120 | 41 |

**11. ВЫБОР ПКТП**

В зависимости от мощности бурового станка выбираем ПКТП при условии Sр ≤ Sнт, Sр=Pуст/cosϕ/0.7 = 402кВ×А ≈400 кВ×А

**Техническая характеристика**

1.Назначение. Подстанция типа ПСКТП-400/6 предназначена для питания трёхфазным переменным током частотой 50Гц токоприёмников открытых горных работ в условиях холодного климата.

2.Номинальная мощность – 400 кВ×А

3.Номинальное первичное напряжение – 6000В

4.Номинальное вторичное напряжение – 400В

5.Напряжение короткого замыкания – 3.5%

6.Ток холостого хода – 2.5%

7.Потери короткого замыкания –3800Вт

8.Устройство. Подстанция состоит из следующих составных частей: высоковольтного блока; низковольтного РУ; силового трансформатора; рамы.

В подстанции предусмотрено присоединение к кабельным и воздушным (по требованию заказчика) ЛЭП 6кВ.

На стороне ВН подстанции предусмотрена возможность изменения коэффициента трансформации относительно номинального на +5%. Оснащена реле утечки и устройством контроля целости заземляющих цепей отходящих кабелей.

**Проверочный расчет аппаратуры, входящей**

**в ПСКТП-400/6**

Номинальный ток трансформатора со стороны 6кВ, с учётом возможной перегрузки



**Выбор разъединителя**

 *Параметры разъединителя Расчетные величины*

 *РВЗ-10/400*

 Uн=10кВ Uр=6.3кВ

Iн=400А Iр=46.2А

Iамп=50кА iу3=9.92кА

Iэф=29кА Iу3=5.91кА

I²т.с×tт.с.=10²×4=400 кА²×с I²∞к3×tn=3.89²×1.1=16.6 кА²×с Выбранный разъединитель удовлетворяет условиям

**Выбор предохранителя**

Iн.п.≥ Iрасч.=46.2А

выбираем предохранитель ПК2-6-50/31, 5УЗ

Iн. предохранителя –50А > Iрасч.=46.2А

Iоткл=31.5 > Iу3=5.91кА

 I²к.з./Iн.п.=3380/50=67≥7

 при коротком замыкании предохранитель сработает.

**Выбор автоматических выключателей напряжение 0.4кВ**

Номинальный ток трансформатора на стороне 0.4кВ



Номинальный ток расцепителя автомата SF2

Iн.р.≥ Iн.5.=577А

Выбираем автомат А3732Б Uн=660В; Iн.р.=630А;

Iср.эм.р. =6300А; Iотк=100кА

Автомат SF3:

 Iн.р. 630А≥ Iр=288А

Выбираем автомат А3732Б Uн=660В; Iн.а.=400А;

Iн.р.=400А; Iср.зн.р. =2500А; Iотк.=55кА.

Проверяем автоматические выключатели на устойчивость к токам к.з.

SF2×Iотк=100кА > I³к1=16кА

I²к1/Iср.эм.р=13800/6300=2.19>1.5, т.е. при коротком замыкании автомат сработает.

SF3×Iотк=55>4,48 кA

I²к2/Iср.эм.р=4340/2500=1.7>1.5, т.е. при коротком замыкании автомат сработает.

**Принципиальная схема ПСКТП-400/6**

Рис.11.1

Перечень элементов к Рис.11.1.

Таблица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначения по схеме | наименование | кол**-**во | Примечание |
| FV1-FV2 | Разрядник вентильный РВО-6 | 3 |  |
| FV4-FV6 | Разрядник вентильный РВН-0.5м | 3 |  |
| QS | Разъединитель РВ3-10/400 | 1 | С приводом ПР-10-1У2 |
| FU1-FU3 | Предохранитель ПК2-6-50/31.5 У3 | 3 |  |
| T1 | Трансформатор силовой сухой | 1 | 400кВ×А |
| SF2 | Выключатель А3742Б стационарного исполнения на напряжение 660В | 1 | Iн.р.=630А |
| SF3-SF6 | Выключатель А3732Б стационарного исполнения на напряжение 660В | 3 | Iн.р.=400А |

**12. РАСЧЕТ ТОКОВ К.З. НА СТОРОНЕ 0.4кВ**

Индуктивное сопротивление трансформатора:



Активное сопротивление трансформатора:



Индуктивное сопротивление трансформатора:

Xкл=Xo×Iкл=0.07×0.1=0.07Ом

где Iкл-длина линии, км

Активное сопротивление кабеля:

Rкл=ρ×Iкл/S=0.0188×100/50=0.0376Ом

Результирующее активное сопротивление до точки К2

Rрез.к2= Rт+Rкл=0.0038+0.0376=0.0414Ом

Результирующее индуктивное сопротивление до точки К2

Xрез.к2= Xт+Xкл=0.014+0.007=0.021Ом

Токи к.з. в точке К1



 Токи к.з. в точке К2





**13.РАСЧЕТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ**

IВА=I1+I2+I8+I9+I11=707+553+115+277+515=2167м=2.167км

Iкл=I5+I6+I7+I10+I12=200+200+200+200+100=900м

I3=Uл×(35× Iкл+ Iвв) / 350=6×(35× 0.9+ 2.167) / 350=0.577А

Rпр= I1×ρ×1.7=1.2Ом

Примем ПС-70 с ρОм/км

Rrk= I7 / γ×S53×6=0.62Ом

где γ53 м/Ом×мм² - удельная проводимость меди твердо тянутой.

Rзк= Rз.об.- Rпр.- Rrk =4-1.2-0.62=2.18Ом

Принимаем, контур выполнен из стальных труб d=5.8см и I=300см соединенных общим стальным прутом d=1см и I=3000см. Трубы и соединительный прут заглублены на расстоянии 50см от поверхности земли. Грунт суглинок ρ× Ом×см





t=300/2+50=200см-расстояние от поверхности до середины трубчатого заземлителя

n =rтр.з./Rзк=21.35/2.18=9.79≈10 шт



b=2×d=2см, d-диаметр прута.

Rз.к.=(rтр.з. ×rн.з.) /(rтр.з.×ηтр.з.+rн.з.×ηн.з. ×n)

Rз.к.=(21.35×1.73) /(21.35×0.75+1.73×0.75×10)=1.2Ом

Rз.общ= Rз.к.+ Rпр+ Rrk=1.2+1.2+0.62=3.02Ом ≤4Ом

Что удовлетворяет условию ЕПБ.

**14. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК УЧАСТКА РАЗРЕЗА**

**Требования безопасности к устройству электроустановок**

Для передвижных КТП и распределительных устройств (ПП, КРП, секционирующие устройства для ВЛ) напряжением до и выше 1000В обязательно выполнение следующих требований: надёжное ограждение токоведущих частей; наличие блокирующих устройств; надёжное фиксирование проводов разъединителя; наличие механических указателей положения привода(«включено», «отключено»); наличие отметок на токоведущих частях, указывающих места наложения персональных заземлений.

Воздушные вводы ПП, имеющие расстояние от верхней кромки изолятора до поверхности земли менее 2.9м, должны быть оборудованы сетчатыми ограждениями.

На передвижных опорах запрещается совместная подвеска проводов ВЛ напряжением до и выше 1000В. Расстояние между фазными и заземляющими проводами должно соответствовать расстояниям для фазных проводов данного класса напряжения. Расстояние по вертикали от нижнего фазного провода до заземляющего должно быть не менее 1.5м.

Гибкий кабель, питающий карьерные электроустановки, должен прокладываться так, чтобы исключить возможность примерзания, ударов и раздавливания кусками горной массы, наезда на него транспортных средств.

На эл.аппаратах должна быть чёткая надпись, указывающая на включаемую машину, механизм, аппаратуру и т.д.

Общая часть заземления стационарных и передвижных машин и механизмов осуществляется путем непрерывного электрического соединения между собой заземляющих проводников.

Осветительные установки должны иметь блокировочные устройства, препятствующие их отключению при открытых дверях пусковых систем.

**Требования к персоналу**

Эксплуатацию электроустановок карьеров проводит электротехнический персонал, который подразделяется на оперативный, оперативно-ремонтный и ремонтный.

Для обеспечения безопасного обслуживания электроустановок должны быть выполнены организационные и технические мероприятия.

Работу в электроустановках выполняют по письменному наряду, устному распоряжению и в порядке текущей эксплуатации. Право выдачи нарядов предоставляется лицам электротехнического персонала, имеющим квалификационную группу V- в установках напряжением выше 1000В и группу IV-в установках напряжением до 1000В.

По наряду выполняются работы в электроустановках на ЛЭП напряжением выше 1000В; на ВЛ при подъёме на опору выше 2м, а также работы, связанные с подъёмом на ПП, КТП; при ремонте гибких кабелей, наладке релейной защиты и испытании повышенным напряжением.

По устному распоряжению с записью в оперативном журнале в электроустановках выше 1000В разрешается проводить работы: с частичным снятием напряжения - мелкий ремонт ПП (замена или долив масла, ремонт привода ВМ), подключение и отключение кабелей в ПП, замену предохранителей, замену и зачистку контактов контакторов в КТП.

При этом с полным снятием напряжения выполняют замену, разделку, присоединение и отсоединение питающего кабеля, замену изоляторов в вводных коробках и кольцевых токоприёмниках экскаваторов и т.п.

Организационные и технические мероприятия при производстве работ на контактной сети выполняются в соответствии с ПТБ при эксплуатации контактной сети переменного (постоянного) тока, электрифицированных дорог.

Обслуживающий электротехнический персонал должен быть обеспечен соответствующими защитными средствам

и (указатели напряжения, диэлектрические перчатки, боты и т.п.).

Работы вблизи действующих ЛЭП проводят по наряду, вдали от действующих ЛЭП по распоряжению.

Наладка электрического привода электрифицированных машин, а также обнаружение и устранение неисправностей в силовых цепях и в цепях управления проводятся не менее чем двумя лицами (один с группой не ниже IV, остальные не ниже III) по устному распоряжению или в порядке текущей эксплуатации с записью в оперативном журнале.

Для обеспечения безопасности людей во время грозы запрещается выполнение работ в любых сетях и на электрооборудовании.

Работа горно-транспортных машин во время грозы запрещается при наличии защиты от атмосферных перенапряжений.