

НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Горный факультет

Кафедра «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»

Курсовая работа по дисциплине:

**«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ»**

для направления бакалавриата 5310700

«Электротехника, электромеханика и электротехнологии»

Навои - 2015 г.

НАВОИЙСКИЙ ГОРНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА « ЭЭЭ (ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА)»

КУРСОВАЯ РАБОТА по предмету

« Электроснабжение и электрификация горных

предприятий »

Расчетно-пояснительная записка

Выполнил:

___**Зохидов О.У.**

Принял:

Разрешено на защиту курсовая работа :

Заведующий кафедрой:

Навоий-2015

Введение

Электрификация горных предприятий как основная энергетическая база комплексной механизации и автоматизации горных работ имеет исключительное значение. Современные карьеры и разрезы — крупные потребители электрической энергии, обладающие характерными особенностями, связанными с работой машин и агрегатов в условиях открытых горных работ (передвижной характер работы, метеорологические и климатические условия и ряд других специфических факторов). Специфика условий открытых горных работ обусловила ряд особых требований к электроснабжению предприятий и решению ряда проблем, связанных с соблюдением требований безопасности при эксплуатации электрохозяйства, с защитой от однофазных замыканий на землю, с защитой персонала от поражения электрическим током и т. п.

Разработка полезных ископаемых открытым способом получила в нашей стране большое развитие. Этому способствовали значительные преимущества открытых горных работ по сравнению с подземным способом разработки (экономичность, высокая производительность труда, возможность механизации процессов, более высокая безопасность и лучшие санитарно-гигиенические условия труда) и оснащение их высокопроизводительными механизмами.

Открытые горные разработки характеризуются особенностями, обуславливающими применение мощных электрифицированных машин и комплексов, сложного специального электрооборудования, аппаратуры защиты, управления и специальных способов подвода электроэнергии к ним.

Производительная и бесперебойная работа электромеханического оборудования возможна лишь при правильном проектировании и эксплуатации с учетом условий применения оборудования на карьерах.

Условия эксплуатации электрооборудования на открытых горных разработках характеризуются рядом специфических особенностей:

- 1) работа на открытом воздухе;
- 2) разбросанность передвижных машин на больших площадях горных разработок;
- 3) постоянное и периодическое перемещение рабочих машин и электрооборудования;
- 4) наличие взрывных работ;
- 5) повышенная опасность поражения электрическим током.

Современные карьеры занимают значительные территории по площади и глубине. Разбросанность передвижных горных машин различной мощности на больших площадях горных разработок усложняет эксплуатацию и систему подвода и распределения энергии.

Постоянная работа на открытом воздухе значительно ухудшает условия эксплуатации электромеханического оборудования, подвергающегося неблагоприятным атмосферным воздействиям (температура, влажность, запыленность), что предъявляет повышенные требования к изоляции токоведущих частей электроустановок и кабелей, к надежности оборудования и безопасности его обслуживания.

Наличие взрывных работ на карьерах сопряжено с опасностью повреждения машин и электроустановок взрывной волной и кусками породы. В связи с этим необходимо предусматривать быстрое и удобное перемещение отдельных видов электрооборудования в безопасное место.

Постоянное и периодическое перемещение рабочих машин и электрооборудования по мере развития вскрышных и добычных работ вызывает необходимость применения специальных видов устройств для подвода электроэнергии к передвижным горным машинам,

На многих карьерах для разведки и осушения месторождения или карьерного поля проходят подземные дренажные выработки. В дренажных шахтах, подземных транспортных и углеподъемных галереях могут выделяться метан или угольная пыль, которые вместе с воздухом образуют взрывоопасную смесь. Наиболее опасная концентрация метана в воздухе составляет 5 — 15 %. При такой концентрации смеси метана с воздухом максимальное давление при взрыве (внутри закрытой оболочки) достигает 7,5 даН/см² (726 кПа). Для предотвращения взрыва рудничной атмосферы в подземных и подобных им выработках необходимо применять электрооборудование в рудничном нормальном или взрывобезопасном исполнении и строго соблюдать правила его эксплуатации.

Дальнейший технический прогресс предъявляет повышенные требования к электрификации открытых горных работ. Однако успешное внедрение нового электрооборудования, его эксплуатация и техническое обслуживание, повышение производительности труда и улучшение экономической эффективности производства зависят от уровня подготовки производственного персонала, в частности инженерного состава карьеров и разрезов. В свете требований, предъявляемых к инженерно-техническому персоналу, возрастает значение вопросов электроснабжения и электрооборудования, знание которых призвано дать горному инженеру надежное средство для успешного решения технических задач в области электрификации открытых горных работ.

Вариант №13

Таблица №1

№	Наименование однотипных групп потребителей	P_n , кВт	количество	$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ кВт
1	ЭКГ-8и	625	4	2500
2	ЭКГ-4.6Б	250	7	1750
3	ЭШ-15/70	2500	2	5000
4	СБШ-250МН	386	2	772
5	Тех. комплекс	8000	1	8000
6	Мех. мастерская	220	1	220
7	Водоотливная установка	330	1	330
8	L_B – длина воздушная ЛЭП – 12 км			
9	L_K – длина кабельная ЛЭП - 0,6 км			
10	n – число цепей воздушных линии -3шт.			
Всего:				18572

Таблица №2

Электроприемник	Коэффициент	
	Спроса K_c	Мощности $\cos \phi$
Экскаватор одноковшовый с приводом по системе Г-Д:		
На вскрыше	0,5-0,7	0,5-0,65
На добыче	0,5-0,75	0,6-0,75
Экскаватор роторный	0,6-0,7	0,7
Отвалообразователь ленточный, перегружатель	0,6-0,7	0,65
Станок ударно канатного бурения	0,5-0,6	0,65
Станок вращательного бурения	0,5-0,7	0,7
Ленточный конвейер	0,6	0,7
Землесос с приводом до 200кВт	0,6	0,75
То же, от 200 до 2000кВт	0,8	0,9
Дренажная шахта	0,7	0,7
Технологический комплекс	0,6	0,7
Депо электровозов	0,4	0,7
Механические мастерские	0,3	0,65
Адмбыткомбинат	0,6	0,75
Погрузка угля в железнодорожные вагоны	0,55	0,7
Насосная станция водоснабжения	0,75	0,75
Наружное освещение промплощадок, обогатительных фабрик, карьеров	1,0	1,0
Наружное освещение дорог и горных работ карьеров	1,0	1,0
Компрессоры передвижные	0,7-0,8	0,8-0,85
Электросварка	0,3-0,4	0,4-0,5
Насосы водоотлива	0,8	0,5-0,85

1. Определение расчетной нагрузки.

1. Расчетная нагрузка предприятия определяется суммированием расчетных нагрузок отдельных групп электра потребителей с учетом коэффициента разновременности максимумов нагрузки:

$$S_{\text{пред}} = \sum S_{ki}$$

где S_{ki} - сумма расчетных полных нагрузок отдельных групп предприятия, кВА.

Рассчитываем нагрузку для каждой отдельной группы однотипных потребителей следующим образом.

$$S_{ki} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c$$

Где:

P_{pi} – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 1.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * \operatorname{tg} \varphi$$

где:

$\operatorname{tg} \varphi = \arccos \cos \varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$. Значения которого приведены в таблице 2

Этим же методом считаем для всех групп потребителей по отдельности. Данные о группах заносим в таблицу.

1. Определение расчетной нагрузки.

Расчетная нагрузки для экскаваторов ЭКГ-8и

$$S_{k1} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 2084 \text{кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 625 * 4 * 0,5 = 1250 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 2.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg \varphi = 1250 * 1,33 = 1667 \text{ квар}$$

где: $tg \varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$.

Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузки для экскаваторов ЭКГ-4,6Б

$$S_{k2} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 1474 \text{ кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 250 * 7 * 0,55 = 962,5 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных

электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 2.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg \varphi = 962,5 * 1,16 = 1116,5 \text{ квар}$$

где: $tg \varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$.

Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузки для экскаваторов ЭШ 15/70

$$S_{k3} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 4285 \text{ кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 2500 * 2 * 0,6 = 3000 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных

электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 1.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg \varphi = 3000 * 1,02 = 3060,6 \text{ квар}$$

где: $tg\varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$. Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузки для буровых станков СБШ-250МН

$$S_{k4} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 717 \text{ кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 386 * 2 * 0,65 = 501,8 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 2

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg\varphi = 501,8 * 1,02 = 511,8 \text{ квар}$$

где: $tg\varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$. Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузки для техкомплекса

$$S_{k1} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 6856 \text{ кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 8000 * 0,6 = 4800 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 1.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg\varphi = 4800 * 1,02 = 4896 \text{ квар}$$

где: $tg\varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$. Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузки для мех. мастерской

$$S_{k1} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 101 \text{ кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 220 * 0,3 = 66 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 1.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg \varphi = 66 * 1,16 = 76,56 \text{ квар}$$

где: $tg \varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$. Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузки для водоотлива

$$S_{k1} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} = 330 \text{ кВА}$$

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} K_c = 330 * 0,8 = 264 \text{ кВт}$$

Где:

P_p – активная расчетная суммарная мощность группы однотипных электроприемников

$\sum_{i=1}^n P_{Hi}$ - суммарная установленная мощность группы однотипных электроприемников.

K_c – коэффициент спроса. Значения приведены в табл. 2.

Q_{pi} - сумма расчетных реактивных нагрузок, квар;

$$Q_{pi} = P_{pi} * tg \varphi = 264 * 0,75 = 198 \text{ квар}$$

где: $tg \varphi$ - тангенс угла сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности; находим через $\cos \varphi$. Значения которого приведены в таблице 2

Расчетная нагрузка предприятия

2. Расчетная нагрузка предприятия определяется суммированием расчетных нагрузок отдельных групп электра потребителей с учетом коэффициента разновременности максимумов нагрузки:

$$S_{пред} = \sum S_{ki} = 2084 + 1474 + 4285 + 717 + 6856 + 101 + 330 = 15874 \text{ кВА}$$

Определение величины напряжения внешнего электроснабжения.

Определяем величину напряжения воздушной линии электропередач питающую заданное предприятие. Так как в заданном предприятии есть потребители первой и второй категории то соответственно питающая линия будет двухцепной. Величина напряжения в данном случае определяется по выражению:

$$u \geq 0.05 \sqrt{\frac{S_p * l}{n}}, \text{ кВ}$$

$$u \geq 0.05 \sqrt{\frac{15847 * 12}{3}}$$

$$35 \geq 12,5$$

где: S_p – полная передаваемая мощность предприятия, кВА;

l – длина воздушных линий, км;

n – число цепей воздушных линий.

1. Окончательно основываясь на расчет принимаем напряжение внешней линии электропередач питающую нашу ГПП --- **35кВ**

Выбор мощности силовых трансформаторов главных понизительных подстанций горного предприятия и передвижных трансформаторных подстанций.

В этой части рассчитываются число и мощность главной понизительной подстанции заданного предприятия и соответственно мощности трансформатора, каждой передвижной трансформаторной подстанций (ПТП).

Для горных предприятий, как потребителей первой категории, главные понизительные подстанции выполняются с двумя силовыми трансформаторами. Двух трансформаторная подстанция экономична с точки зрения обеспечения резервирования.

Выбор числа, мощности и типа силового трансформатора производят в следующей последовательности:

1. Определяют число трансформаторов на подстанции с учетом обеспечения надежности питания к категоричности потребителей.

2. Исходя из общей расчетной нагрузки предприятия (1.1) принимают установленную мощность трансформатора по [1] стр. 214. При этом необходимо иметь в виду, что систематическая перегрузка не должна превышать 30 %.

Если на ГПП устанавливаются два трансформатора, то номинальная мощность каждого из них определяется по условию.

$$S_{Hi} \geq \frac{S_p}{2 * 0.7} \quad S_{Hi} \geq \frac{15847}{2 * 0.7}$$

$$1600 \geq 11319,2$$

Выбираем трансформатор:

ТДНС-16000\35

S= 16000 кВА

U_н=35кВ

ВН=38.5 кВ

НН=10,5; 6.3кВ

Δ P_{xx}=58 кВтΔ P_{к.з.}= 280кВтU_{к.з.}= 10 % от U_{ном} = 3.67кВI_{к.з.}= 0,45% от I_{ном} = 0.76 А

$$I_{nom} = \frac{S}{\sqrt{3}U_H} = 16000\sqrt{1.7*35} = 269 \text{ А}$$

В аварийных условиях оставшийся в работе трансформатор проверяется на допустимую перегрузку с учетом возможного отключения потребителей III категории, т.е.

$$1,4S_{HT} \geq S_p. \quad 1,4*16000 \geq 15847 \quad \mathbf{22400 \geq 15847}$$

Проверку при аварийной работе, выбранный трансформатор проходит.

Окончательно выбираем два трансформатора ТДНС-16000кВА.

1) для питания СБШ-250МН.

Так как у потребителя мощность относительно большая принимаем решение о подключении на ПТП только одного бурового станка

$$S_p = \frac{k_{c.гp} \sum_1^n P_{nomi}}{\cos \varphi} = (0,65 * 386*2) / 0.7 = 717 \text{ кВА}$$

где: k_{с.гp} – групповой коэффициент спроса.

Так как у нас один потребитель на одну ПТП – значит берем его K_с

P_{nomi} – номинальная мощность i-го приемника в группе, кВт

cos φ – средневзвешенный коэффициент мощности группы приемников

cos φ = 0.7

Выбираем для питания всех СБШ-250МН трансформатор типа:

ТМ-1000\10(6)\0,4

2) для водоотлива

$$S_p = \frac{k_{c.гp} \sum_1^n P_{nomi}}{\cos \varphi} = (0,8 * 330) / 0.8 = 330 \text{ кВА}$$

Выбираем для питания всех водоотлива трансформатор типа:

ТМН-400\10(6)\0,4

3) для мех.мастерской

$$S_p = \frac{k_{c.гp} \sum_1^n P_{nomi}}{\cos \varphi} = (0,3 * 220) / 0.65 = 102 \text{ кВА}$$

Выбираем для питания всех водоотлива трансформатор типа:

ТМ-160\6\0,4.

Трансформаторы трехфазные мощностью до 63 000 кВ·А на напряжение 35 кВ (ГОСТ 11920—85Е)

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Сочетание напряжений, кВ		Потери, кВт		$U_{кз}, \%$	$I_{хх}, \%$	Габаритные размеры, м			Масса, т		
		ВН	НН	$P_{хх}$	$P_{кз}$			l	b	h	транс-портная	активной части	полная
<i>Без регулирования напряжения</i>													
ТМ-100/35 У1	100	35	0,4	0,46	1,97	6,5	2,6	1,33	0,90	2,2	1,30	0,45	1,30
ТМ-160/35 У1	160	35	04; 0,69	0,70	2,65	6,5	2,6	—	—	—	1,70	0,65	1,70
ТМ-250/35 У1	250	35	04; 0,69	1,00	3,70	6,5	2,6	1,53	1,60	2,18	2,00	0,75	2,00
ТМ-400/35 У1	400	35	04; 0,69	1,35	5,50	6,5	3,5	1,53	1,67	2,22	2,70	1,00	2,70
ТМ-630/35 У1	630	35	04; 0,69	1,90	7,60	6,5	3,0	1,71	1,82	2,37	3,50	1,45	3,50
ТМ-1000/35 У1	1000	20; 35	0,4 ... 10,5	2,75	12,2	6,5	1,5	2,70	1,57	3,15	6,00	2,40	6,00
ТМ-1600/35 У1	1600	20; 35	0,4 ... 10,5	3,65	18,0	6,5	1,4	2,66	2,30	3,40	7,10	3,06	7,10
ТМ-2500/35 У1	2500	20; 35	0,69 ... 10,5	5,10	26,0	6,5	1,1	3,80	2,45	3,80	7,62	4,03	9,60
ТМ-4000/35 У1	4000	20; 35	3,15 ... 10,5	6,70	33,5	7,5	1,0	3,85	3,60	3,73	10,6	5,69	13,2
ТМ-6300/35 У1	6300	20; 35	3,15 ... 10,5	9,25	46,5	7,5	0,9	4,25	3,65	3,78	12,2	8,1	16,2
<i>С переключением без возбуждения: ПБВ на стороне ВН ± 2×2,5 %</i>													
ТД-10000/35 У1	10000	38,5	6,3; 10,5	14,5	65,0	7,5	0,8	2,99	3,76	4,29	20,0	11,4	21,8
ТД-16000/35 У1	16000	38,5	6,3; 10,5	21,6	90,0	8,0	0,6	3,69	3,96	4,84	28,0	15,5	31,8

Марка	Номинальная мощность, кВт · А	Сочетание напряжений, кВ		Потери, кВт		$U_{кз}, \%$	$I_{хх}, \%$	Габаритные размеры, м			Масса, т		
		ВН	НН	$P_{хх}$	$P_{кз}$			l	b	h	транспортная	активной части	полная
						ВН	НН						
С регулированием напряжения под нагрузкой: РПН на стороне ВН $\pm 12\% \pm 8$ ступеней													
ТМН-1000/35 У1	1000	20; 35	0,4; 10,5	2,75	12,2	6,5	1,5	3,50	2,45	3,56	8,10	4,30	8,10
ТМН-1600/35 У1	1600	20; 35	0,4; 11,0	3,65	16,5	6,5	1,4	3,70	2,55	3,75	9,6	5,60	9,6
ТМН-2500/35 У1	2500	20; 35	0,69; 11,0	5,10	26,0	6,5	1,1	3,46	3,49	3,97	12,3	5,40	12,3
ТМН-4000/35 У1	4000	20; 35	6,3; 11,0	6,70	33,5	7,5	1,0	3,69	3,60	3,99	14,9	7,24	16,3
ТМН-6300/35 У1	6300	20; 35	6,3; 11,0	9,25	46,5	7,5	0,9	4,10	3,57	4,11	17,9	9,43	19,6
ТМН-10000/35-74 У1	10000	10,5; 36,75	3,15; 10,5	12,5	60,0	8,0	0,8	5,97	5,40	5,00	24,9	13,9	28,8
ТДНС-16000/35-74 У1	16000	10,5; 36,75	6,3; 10,5	18,0	85,0	10,0	0,6	8,10	3,07	5,25	31,5	17,4	35,8
ТРДНС-25000/35-72 У1	25000	15,75; 36,75	6,3; 10,5	25,0	115	9,5	0,5	5,00	4,27	6,56	47,0	28,5	55,0
ТРДНС-32000/15-73 У1	32000	15,75	6,3	30	145	11,5	0,45	6,60	4,3	5,53	54,0	33,0	61,0
ТРДНС-32000/15-72 У1	32000	20; 36,75	6,3; 10,5	30	145	11,5	0,45	6,60	4,30	5,53	54,0	33,0	61,0
ТРДНС-40000/35-74 У1	40000	15,75; 36,75	6,3; 10,5	36	170	11,5	0,4	6,80	4,50	5,50	55,0	35,0	70,0
ТРДНС-63000/35-72 У1	63000	20; 36,75	6,3; 10,5	50	250	11,5	0,35	7,00	4,55	6,06	78,0	51,0	91,0

Трансформаторы трехфазные мощностью до 125000 кВ·А, на напряжение 110 кВ с регулированием напряжения под нагрузкой (ГОСТ 12965—85Е)

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Сочетание напряжений, кВ		Потери, кВт		$U_{кз}$, %	$I_{хх}$, %	Габаритные размеры, м			Масса, т		
		ВН	НН	$P_{хх}$	$P_{кз}$			l	b	h	транспортная	активной части	полная
<i>РПН на стороне НН 15% +10 ступеней; -12% -8 ступеней</i>													
ТМН-2500/110-73 У1	2500	110	6,6; 11,0	5,5	22	10,5	1,5	4,63	3,54	4,09	22,0	9,7	24,0
ТМН-6300/110-73 У1	6300	115	6,6; 11,0	10,0	48	10,5	1,0	6,09	4,20	5,26	32,0	12,7	37,7
<i>РПН в нейтрале ± 16% ± 9 ступеней</i>													
ТДН-10000/110-70 У1	10000	115	6,6; 11,0	14,0		10,5	0,9	6,33	3,70	5,55	37,0	16,1	43,4
ТДН-16000/110-76 У1	16000	115	6,6; 11,0	21,0	86	10,5	0,85	6,60	4,40	5,57	44,0	22,4	40,3
ТРДН-25000/110-76 У1	25000	115	6,3; 10,5	25,0	120	10,5	0,75	6,58	4,65	5,82	57,6	32,6	67,2
ТРДН-32000/110-76 У1	32000	115	6,3; 10,5	32,0	145	10,5	0,75	7,55	4,72	5,75	65,3	36,8	75,7
ТРДН-40000/110-76 У1	40000	115	6,3; 10,5	42,0	160	10,5	0,70	7,28	5,02	6,25	79,0	44,9	92,4
ТРДЦН-63000/110-75У1	63000	115	6,3; 10,5	59,0	245	10,5	0,65	8,31	4,24	6,47	93,0	57,3	109,0
ТРДЦН-80000/110-75У1	80000	115	6,3; 10,5	70,0	310	10,5	0,60	8,70	5,25	7,00	121,0	73,8	136,0
ТРДЦН-125000/110-75У1	125000	115	10,5	100,0	400	10,5	0,55	8,40	5,70	7,60	138,0	100,0	159,0

Трехобмоточные трансформаторы

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Сочетание напряжений, кВ		Потери, кВт		$U_{кз}$, %			$I_{хх}$, %	Габаритные размеры, м			Масса, т			
		ВН	СН	НН	$P_{хх}$	$P_{кз}$	ВН-СН	ВН-НН		СН-НН	l	b	h	транс-портная	активной части	полная
Трехфазные мощностью до 16 000 кВ·А на напряжение 35 кВт (ГОСТ 11920—85Е)																
<i>С регулированием напряжения под нагрузкой:</i>																
<i>РПН на стороне ВН ± 9% ± 6 ступеней, СН и НН без ответвлений</i>																
ТМТН-6300/35У1	6300	35	10,5... ...5,75	6,3	12	55	7,5	16,0	7,5	1,2	5,2	4,3	4,5	20,0	10,0	26,5
<i>РПН на стороне ВН ± 12% не менее ± 8 ступеней, СН и НН без ответвлений</i>																
ТДТН-10000/35У1	10000	36,75	10,5... ...5,75	6,3	19	61	8,0	16,5	7,0	1,0	6,0	4,3	5,2	26,0	14,0	35,0
ТДТН-16000/35У1	16000	36,75	10,5... ...5,75	6,3	28	116	8,0	16,5	7,0	0,95	6,5	4,5	5,5	35,0	20,0	47,0
Трехфазные мощностью до 80 000 кВ·А на напряжение 110 кВ (ГОСТ 12965—85Е)																
<i>С регулированием напряжения под нагрузкой:</i>																
<i>РПН в нейтрали ВН ± 16% ± 9 ступеней, ПВВ на стороне СН 38,5 кВ ± 2×2,5 %</i>																
ТМТН-6300/110-73У1	6300	115	38,5	6,6; 11	14	58	10,5	17,0	6,0	1,2	6,2	3,5	3,4	37,6	15,0	44,2
ТДТН-10000/110-76У1	10000	115	38,5	6,6; 11	19	76	10,5	17,0	6,0	1,1	6,9	3,7	5,4	45,0	22,0	57,1
ТДТН-16000/110-76У1	16000	115	38,5	6,6; 11	26	96	10,5	17,0	6,0	1,0	7,3	4,5	5,7	61,0	30,0	59,8
ТДТН-250000/110-76У1	25000	115	11,0; 38,5	6,6; 11	36	140	10,5	17,0	6,0	1,0	7,5	5,9	5,9	65,0	37,0	76,6

Комплектные трансформаторные подстанции

Марка	Номинальная мощность, кВт·А	Напряжение, кВ		Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг
		ВН	НН	длина	ширина	высота	
<i>Однотрансформаторные</i>							
КТП-25-6/0,4	25	6	0,4	1300	1300	2740	740
КТП-25-10/0,4	25	10	0,4	1300	1300	2740	740
КТП-40-6/0,4	40	6	0,4	1300	1300	2740	740
КТП-40-10/0,4	40	10	0,4	1300	1300	2740	845
КТП-63-6/0,4	63	6	0,4	1300	1300	2740	995
КТП-63-10/0,4	63	10	0,4	1300	1300	2740	995
КТП-100-6/0,4	100	6	0,4	1300	1300	2740	1100
КТП-100-10/0,4	100	10	0,4	1300	1300	2740	1100
КТП-160-6/0,4	160	6	0,4	1300	1300	1385	1385
КТП-160-10/0,4	160	10	0,4	1300	1300	2740	1385
КТП-250-10/0,4	250	10	0,4	1500	2100	2900	1850
КТП-100-35/0,4	100	35	0,4	5300	—	11980	2190
КТП-400-6/0,4	400	6	0,4	—	—	—	2310
КТП-400-10/0,4	400	10	0,4	—	—	—	2310
КТП-630-6/0,4	630	6	0,4	—	—	—	—
КТПМ-630-6/0,4	630	6; 10	0,4	—	—	—	—
КТПН-400	400	6; 10	0,4	—	—	—	2865

КТПН-630	630	6; 10	0,4	—	—	—	2865
КТПН-1000	1000	6; 10	0,4	—	—	—	—
<i>Двухтрансформаторные</i>							
КТП-250-6/0,4	2 × 250	6; 10	0,4	—	—	—	—
КТП-400-6/0,4	2 × 400	6; 10	0,4	—	—	—	—
КТП-630-6/0,4	2 × 630	6	0,4	—	—	—	—
КТП-630-10/0,4	2 × 630	10	0,4	—	—	—	—
КТПМ-630-6/0,4	630	6	0,4	—	—	—	—
КТПМ-630-10/0,4	630	10	0,4	—	—	—	—

Примечание. Буква М в обозначении типа трансформатора — магистральные, Н — наружной установки.

Трансформаторы трехфазные сухие мощностью от 10 до 160 кВ·А, напряжением до 660 В

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Номинальное напряжение обмоток, В		Потери, Вт		Напряжение КЗ, %	Ток XX, %
		ВН	НН	XX	КЗ		
ТС-10/0,66	10	380, 660	230, 400	75 (90)	280	4,5	7,0
ТС3-10/0,66	10	380	36, 42	75 (90)	280	4,5	7,0
ТС-16/0,66	16	380, 660	230, 400	100 (125)	400	4,5	5,8
ТС3-16/0,66	16	380	36, 42	100 (125)	400	4,5	5,8
ТС-25/0,66	25	380, 660	230, 400	140 (180)	560	4,5	4,8
ТС3-25/0,66	25	380	36, 42	140 (180)	560	4,5	4,8
ТС-40/0,66	40	380, 660	230, 400	200 (250)	800	4,5	4,0
ТС3-40/0,66	40	380	36, 42	200 (250)	800	4,5	4,0
ТС-63/0,66	63	380, 660	230, 400	280 (350)	1050	4,5	3,3
ТС3-63/0,66	63	380, 660	230, 400	280 (350)	1050	4,5	3,3
ТС-100/0,66	100	380, 660	230, 400	390 (490)	1450	4,5	2,7
ТС3-100/0,66	100	380, 660	230, 400	390 (490)	1450	4,5	2,7
ТС-160/0,66	160	380, 660	230, 400	560 (700)	2000	4,5	2,3
ТС3-160/0,66	160	380, 660	230, 400	560 (700)	2000	4,5	2,3

Трансформаторы силовые трехфазные сухие защищенные общего назначения мощностью от 160 до 1600 кВ·А на напряжении от 6 до 15,75 кВ

Марка	Номиналь- ная мощ- ность, кВ·А	$U_{кз}, \%$	Потери, Вт		$I_{хх}, \%$	Масса трансформатора, кг	Размеры, мм		
			$P_{хх}$	$P_{кз}$			высота	длина	ширина
ТС3-160/10	160	5,5	700	2700	4,0	1400	1700	1800	950
ТС3-250/10	250	5,5	1000	3800	3,5	1800	1850	1850	1000
ТС3-400/10	400	5,5	1300	5400	3,0	2400	2150	2250	1000
ТС3-630/10	630	5,5	2000	7300	1,5	3400	2300	2250	1100
ТС3-1000/10	1000	5,5	3000	11200	1,5	4600	2250	2400	1350
ТС3-1600/10	1600	5,5	4200	16000	1,5	6500	3200	2650	1350
ТС3-250/15	250	8,0	1100	4440	4,0	2200	1850	2300	1200
ТС3-400/15	400	8,0	1400	6000	3,5	2700	2150	2450	1200
ТС3-630/15	630	8,0	2300	8700	2,0	4000	2350	2450	1350
ТС3-1000/15	1000	8,0	3200	12000	2,0	5000	2750	2550	1350
ТС3-1600/15	1600	8,0	4300	16000	2,0	6800	3200	2600	1350
Трансформаторы для собственных нужд электростанций									
ТС3С-630/10	630	8,0	2000	8500	2,0	3800	2300	2250	1100
ТС3С-1000/10	1000	8,0	3000	12000	2,0	5600	2550	2400	1350

Расчет воздушных и кабельных линий электропередачи.

Расчет воздушных линий электропередач

Если у нас имеются потребители электроэнергии на рассчитываемых линиях электропередач второй категории то соответственно принимаем двухцепную ЛЭП.

Задачей расчета является определение минимальных сечений проводов на каждой линии и удовлетворяющих нормам ПУЭ. Сечение проводов рассчитывается по тепловому нагреву и проверяется по допустимой потере напряжения, экономической плотности тока (для стационарных линий напряжением выше 1000 В). Для крупных экскаваторов сечение провода необходимо проверять по пусковому току сетевого двигателя.

Для расчета сечения проводов необходимо определять расчетный ток нагрузки. Для выбора проводов, питающих электроприемники с более равномерной нагрузкой (роторные экскаваторы, ленточные конвейеры, компрессоры и т. д.), расчетный ток определяется таким образом:

$$I_p = \frac{\sum P_{nom} K_{сп}}{\sqrt{3} * U_{ном} \eta_c \cos \varphi_n}$$

Где:

I_p — расчетный ток нагрузки, А;

$\sum P_{nom}$ -сумма номинальных мощностей группы однотипных приемников электроэнергии, кВт

$K_{сп}$ — коэффициент спроса среднее значение;

$U_{ном}$ — номинальное напряжение сети, В;

η_c — коэффициент полезного действия сети, для воздушных линий,

$\eta_c = 0,94-0,95;$

$\cos \varphi_n$ —коэффициент мощности приемника среднее значение.

Значения коэффициентов η_c и $\cos \varphi_n$ приведены в таблице 2

После получения результатов расчетного тока, по таблице 3 по расчетному току выбираем провод.

ЛЭП1= 0,5тех.комп+СБШ-250МН+ЭКГ-4,6Б=4636 кВт

ЛЭП2= 0,5тех.комп+СБШ-250МН+ЭКГ-4,6Б=4636 кВт

ЛЭП3=ЭШ-15/70+3 ЭКГ-8И +ЭКГ-4,6=4625кВт

ЛЭП4= ЭШ-15/70+мех.мастер.+водоотлив+ЭКГ-8И+4ЭКГ-4,6Б =4675 кВт

1) Определяем расчетный ток для ЛЭП 1:

$$I_p = \frac{\sum P_{nom} K_{cn}}{\sqrt{3} * U_{nom} \eta_c \cos \varphi_n} = \frac{4636 * 0,6}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,94} = 419 A$$

Окончательно выбираем провода для ЛЭП 1

(А-50)I_{дл.доп}=2шт * А-50=2*215 А=430 А,

2)Определяем расчетный ток для ЛЭП 2:

$$I_p = \frac{\sum P_{nom} K_{cn}}{\sqrt{3} * U_{nom} \eta_c \cos \varphi_n} = \frac{4636 * 0,6}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,94} = 419 A$$

Окончательно выбираем провода для ЛЭП 2

(А-50)I_{дл.доп}=2шт * А-50=2*215 А=430 А,

3) Определяем расчетный ток для ЛЭП 3:

$$I_p = \frac{\sum P_{nom} K_{cn}}{\sqrt{3} * U_{nom} \eta_c \cos \varphi_n} = \frac{4625 * 0,55}{1,73 * 6 * 0,95 * 0,65} = 397 A$$

Окончательно выбираем провода для ЛЭП 3

(А-25)I_{дл.доп}=3шт * А-25=3*135 А=405 А,

4) Определяем расчетный ток для ЛЭП 4,

$$I_p = \frac{\sum P_{nom} K_{cn}}{\sqrt{3} * U_{nom} \eta_c \cos \varphi_n} = \frac{4675 * 0,55}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,95} = 383 A$$
 Окончатель

ьно выбираем провода для ЛЭП 4

(А-25)I_{дл.доп}=3шт * А-25=3*135 А=405 А.

5) Определяем расчетный ток для магистральной линии,

$$I_p = \frac{\sum P_{nom} K_{cn}}{\sqrt{3} * U_{nom} \eta_c \cos \varphi_n} = \frac{15847 * 0,57}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,95} = 1347 A$$

Окончательно выбираем провода для магистральной линии

(А-185)I_{дл.доп}=3шт*А-185=3*500А=1500А.

Провод	r_0 , Ом\к м	X_0 , Ом\к м	$I_{дл.до}$ п А	Мас са, кг\к м	$Z_0 \varphi$ при следующих значениях $\cos \varphi_n$							
					0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
A-16	1,96	0,375	105	43	1,979	1,926	1,863	1,793	1,717	1,639	1,55	1,47
A-25	1,27	0,361	135	68	1,318	1,300	1,269	1,233	1,19	1,146	1,1	1,05
A-35	0,92	0,366	170	94	0,988	0,986	0,974	0,955	0,931	0,940	0,87	0,84
A-50	0,64	0,355	215	135	0,718	0,73	0,731	0,725	0,714	0,7	0,68	0,66
A-70	0,46	0,345	265	189	0,544	0,56	0,572	0,575	0,572	0,567	0,56	0,55
A-95	0,34	0,333	320	252	0,426	0,45	0,464	0,471	0,474	0,475	0,47	0,47
A-120	0,27	0,327	375	321	0,358	0,584	0,401	0,412	0,418	0,422	0,42	0,42
A-150	-	-	440	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-185	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-240	-	-	590	-	-	-	-	-	-	-	-	-
АС-16	2,06	0,389	105	65	2,078	2,022	1,956	1,88	1,80	1,71	1,63	1,54
АС-25	1,38	0,376	130	100	1,428	1,405	1,37	1,329	1,283	1,233	1,18	1,12
АС-35	0,85	0,362	175	149	0,919	0,922	0,912	0,89	0,87	0,85	0,82	0,79
АС-50	0,65	0,353	210	194	0,727	0,738	0,738	0,73	0,71	0,70	0,69	0,67
АС-70	0,46	0,341	265	274	0,543	0,561	0,57	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54
АС-95	0,33	0,331	330	-	0,416	0,44	0,45	0,46	0,465	0,46	0,46	0,46
АС-120	-	-	390	-	-	-	-	-	-	-	-	-
АС-150	-	-	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
АС-185	-	-	520	-	-	-	-	-	-	-	-	--
АС-240	-	-	605	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Расчет кабельных линий

Кабельные линии рассчитываются по: тепловому нагреву (по нагрузке), допустимой потере напряжения, экономической плотности тока, термической стойкости кабелей выше 1000 В к токам короткого замыкания. Сечение жил кабелей, питающих мощные экскаваторы, необходимо проверять по пусковому току сетевого двигателя

преобразовательного агрегата. Окончательно принимается наибольшее сечение, полученное по расчетам.

Расчетный ток нагрузки жил кабеля определяется так же, как и для проводов воздушных линий. Полученное значение тока $I_{рас.}$ необходимо корректировать в соответствии с температурой окружающей среды

$$I_{рас.1} = I_{рас}/K$$

Где:

$I_{рас.1}$ - расчетное значение тока нагрузки с учетом температуры окружающей среды, А;

K — поправочный коэффициент на температуру, принимаемый для токовых нагрузок на провода и кабели. При $-5^{\circ}C$ $K=1,24$ а при $+50^{\circ}C$ $K=0,74$,

Расчетный ток (А) для выбора сечения проводов по нагреву для одного или группы однотипных одноковшовых экскаваторов

$$I_p = \sqrt{(\sum I_{a.дв.} + \sum I_{a.мп.})^2 + (\sum I_{р.дв.} + \sum I_{р.мп.})^2}$$

Где:

I_p — расчетный ток нагрузки одного или группы экскаваторов, А;

$\sum I_{a.дв.}$ —сумма активных составляющих расчетного тока (А) приводных двигателей преобразовательных агрегатов экскаваторов,

$$\sum I_{a.дв.} = \frac{\sum P_{ном} K_c}{\sqrt{3} U_{ном} \eta_c}$$

$\sum I_{a.мп.}$ — сумма активных составляющих тока (А) двигателей вспомогательных механизмов экскаватора, определяемая по мощности трансформаторов, установленных на экскаваторах, η_c - КПД примебрно = 0.97-0.99

$$\sum I_{a.мп.} = \frac{\sum S_{ном.мп.} \cos \varphi_{мп.}}{\sqrt{3} U_{ном} \eta_c}$$

Здесь $\cos \varphi = 0.7 - 0.75$; $\sum I_{р.дв.}$ —сумма реактивных составляющих приводных двигателей, А,

$$\sum I_{р.дв.} = \sum I_{a.дв.} \operatorname{tg} \varphi_n$$

$tg \varphi_n$ - определяется по значению $\cos \varphi_n$ приводных двигателей;

$\sum I_{p.дв.}$ — сумма реактивных составляющих токов двигателей вспомогательных механизмов, А,

$$I_{p.мп.} = \sum I_{a.мп.} tg \varphi_{мп.}$$

$tg \varphi_{мп.}$ - определяется по значению $\cos \varphi_{мп.}$

1) Активная составляющая тока нагрузки сетевого двигателя ЭКГ-8И:

$$I_{a.дв.} = \frac{\sum P_{ном} K_c}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{0,5 * 625}{1,73 * 6} = 30,1 A$$

Реактивная составляющая тока нагрузки двигателя ЭКГ-8И:

$$I_{p.дв.} = \sum I_{a.дв.} tg \varphi_n = 30,1 * 1,3 = 39,13 A$$

Активная и реактивная составляющая тока нагрузки трансформатора ТСН экскаватора ЭКГ-8И:

$$I_{a.мп.} = \frac{\sum S_{ном.мп.} \cos \varphi_{мп.}}{\sqrt{3} U_{ном} \eta_c} = \frac{160 * 0,7}{1,73 * 6 * 0,99} = 10,8 A$$

$$I_{p.мп.} = \sum I_{a.мп.} tg \varphi_{мп.} = 10,8 * 1,02 = 11,11 A$$

Расчетный ток нагрузки экскаватора ЭКГ-8И определяем по формуле:

$$I_p = \sqrt{(\sum I_{a.дв.} + \sum I_{a.мп.})^2 + (\sum I_{p.дв.} + \sum I_{p.мп.})^2} = \sqrt{(30,1 + 10,8)^2 + (39,13 + 11,11)^2} = 64,7 A$$

С учетом поправки по температуре окружающей среды:

$$I_{рас.1} = I_{рас} * K = 64,7 * 0,92 = 70,3 A$$

Принимаем кабель для всех экскаваторов ЭКГ-8И

КГЭ-Т (3x10+1x6+1x6) с $I_{дл.доп} = 82 A$

2) Активная составляющая тока нагрузки сетевого двигателя ЭКГ-4,6Б:

$$I_{a.дв.} = \frac{\sum P_{ном} K_c}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{0,55 * 250}{1,73 * 6} = 13,2 A$$

Реактивная составляющая тока нагрузки двигателя ЭКГ-4,6Б:

$$I_{p.дв.} = \sum I_{a.дв.} tg \varphi_n = 13,2 * 1,16 = 15,3 A$$

Активная и реактивная составляющая тока нагрузки трансформатора ТСН экскаватора ЭКГ-4,6Б:

$$I_{a.мп.} = \frac{\sum S_{ном.мп.} \cos \varphi_{мп.}}{\sqrt{3} U_{ном} \eta_c} = \frac{40 * 0,71}{1,73 * 6 * 0,99} = 2,7 A$$

$$I_{p.мп.} = \sum I_{a.мп.} tg \varphi_{мп.} = 2,7 * 0,99 = 2,673 A$$

Расчетный ток нагрузки экскаватора ЭКГ-4,6Б определяем по формуле:

$$I_p = \sqrt{(\sum I_{a.дв} + \sum I_{a.мп.})^2 + (\sum I_{p.дв} + \sum I_{p.мп.})^2} = \sqrt{(13,2 + 2,7)^2 + (15,3 + 2,673)^2} = 23,9 \text{ А}$$

С учетом поправки по температуре окружающей среды:

$$I_{рас.1} = I_{рас} \cdot K = 23,9 \cdot 0,92 = 25,9 \text{ А}$$

Принимаем кабель для всех экскаваторов ЭКГ-4,6Б

КГЭ-Т- (3x10+1x6+1x6) с $I_{дл.доп}=82\text{А}$

3) Активная составляющая тока нагрузки сетевого двигателя ЭШ-15/70:

$$I_{a.дв.} = \frac{\sum P_{nom} K_c}{\sqrt{3} U_{nom}} = \frac{0,6 * 2500}{1,73 * 6} = 144,5 \text{ А}$$

Реактивная составляющая тока нагрузки двигателя ЭШ-15/70:

$$I_{p.дв} = \sum I_{a.дв.} \operatorname{tg} \varphi_n = 144,5 * 1,02 = 147,39 \text{ А}$$

Активная и реактивная составляющая тока нагрузки трансформатора ТСН экскаватора ЭШ-15/70:

$$I_{a.мп.} = \frac{\sum S_{ном.мп} \cos \varphi_{мп}}{\sqrt{3} U_{ном} \eta_c} = \frac{250 * 0,72}{1,73 * 6 * 0,97} = 17,87 \text{ А}$$

$$I_{p.мп.} = \sum I_{a.мп.} \operatorname{tg} \varphi_{мп.} = 17,87 * 0,96 = 17,22 \text{ А}$$

Расчетный ток нагрузки экскаватора ЭШ-15/70 определяем по формуле:

$$I_p = \sqrt{(\sum I_{a.дв} + \sum I_{a.мп.})^2 + (\sum I_{p.дв} + \sum I_{p.мп.})^2} = \sqrt{(144,5 + 17,87)^2 + (147,39 + 17,22)^2} = 231,2 \text{ А}$$

С учетом поправки по температуре окружающей среды:

$$I_{рас.1} = I_{рас} \cdot K = 231,2 \cdot 0,92 = 251,3 \text{ А}$$

Принимаем кабель для всех экскаваторов ЭШ-15/70

КГЭ- Т(3x70+1x16+1x10) с $I_{дл.доп}=260 \text{ А}$.

4) Расчетный ток нагрузки гибкого кабеля питающего бурового станка СБШ-250МН:

$$I_{расб.с.} = \frac{\sum P_{nom} K_c}{\sqrt{3} U_{nom} \cos \varphi_{мп} \eta_c} = \frac{0,65 * 386000}{1,73 * 380 * 0,7 * 0,98} = 556,3 \text{ А}$$

С учетом поправки по температуре окружающей среды:

$$I_{рас.1} = I_{рас} \cdot K = 556,3 \cdot 0,92 = 604,7 \text{ А}$$

Для провода электро энергии к буровому станку принимаем:

КГЭ-Т 2* (3x95+1x25+1x10) с $I_{дл.доп}=313\text{А} * 2=626 \text{ А}$.

Токовые нагрузки гибких кабелей КГЭ-6

Число и номинальное сечение жилы, мм			Номиналь ный наруж ный диаметр кабеля, мм	Длительно допустимый ток, А		
				КГЭ, КГЭ-Т	КГЭТ	КГЭ-ХЛ
основной	заземляю щей	вспомога тельной				
3 x 10	1 x 6	1 x 6	41,2	82	94	91
3 x 16	1 x 6	1 x 6	43,8	106	121	117
3 x 25	1 x 10	1 x 6	46,4	141	161	157
3 x 35	1 x 10	1 x 6	50,2	170	195	189
3 x 50	1 x 16	1 x 10	53,9	213	242	235
3 x 70	1 x 16	1 x 10	63,3	260	296	288
3 x 95	1 x 25	1 x 10	66,5	313	256	346
3 x 120	1 x 35	1 x 10	72,0	367	417	403
3 x 150	1 x 50	1 x 10	77,6	413	470	458
3 x 180	1 x 60	1 x 16	83,7	670	714	705

Выбор коммутационной аппаратуры

Все аппараты высокого напряжения выбираются по номинальным параметрам и по термической стойкости.[4]

Например разъединители выбираются по номинальному напряжению и току

$$U_{ном} \geq U_{раб}; \quad I_{ном} \geq I_{раб}$$

$$I_{раб} = \frac{P_{номдв.}}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi_{дв} \eta_{дв.}}$$

Где: Номинальное напряжение установки которая получает питание через выбираемый разъединитель

$U_{ном}$ - Номинальное напряжение выбираемого разъединителя, берем значения из технических данных выбираемого разъединителя

$U_{раб}$ - Рабочее напряжение электроприемника который получает питание через выбираемый разъединитель

$I_{раб}$.- Рабочее ток электроприемника который получает питание через выбираемый разъединитель

$I_{ном}$ - номинальный ток выбираемого разъединителя, берем значения из технических данных выбираемого разъединителя

Далее проверяем на термическую стойкость выбранного оборудования.

$$I_{max} \geq I_y$$

Где: I_{max} – Допустимое действующее значение тока для выбираемого разъединителя берем значение из технических данных.

I_y – Ударный ток значение которого найдено выше.

Выключатели проверяются также по мощности отключения по соотношению: $S_{отк} \geq S_{к.з}$

Где: $S_{отк}$ – мощность отключения выключателя берем значения из технических данных выбираемого разъединителя.

$S_{к.з}$ – мощность короткого замыкания, найдено выше.

После соответствия всех условий окончательно выбираем нужное оборудование.

Подобным методом выбираем все необходимое по нашей схеме высоковольтное оборудование.

Разъединители выбираются по номинальному напряжению и току

$$U_{ном} \geq U_{раб}; \quad I_{ном} \geq I_{раб}$$

$$I_{раб} = \frac{P_{ном.дв.}}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi_{дв} \eta_{дв.}} = \frac{18572}{1,73 * 35 * 0,68 * 0,94} = 480 \text{ A}$$

Для магистральной линия выбираем разъединитель типа РВ(З)-35/630-УЗ с $U_n=35$ кВ, и $I_n=630$ А.

Выбираем разъединитель для ЛЭП1:

$$I_{раб} = \frac{P_{ном.дв.}}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi_{дв} \eta_{дв.}} = \frac{4636}{1,73 * 0,68 * 0,94 * 6} = 698,7 \text{ A}$$

Выбираем разъединитель для ЛЭП№2:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{4636}{1,73 * 0,68 * 0,94 * 6} = 698,7 \text{ A}$$

Выбираем разъединитель для ЛЭП№3:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{4625}{1,73 * 0,65 * 0,95 * 6} = 721,5 \text{ A}$$

Выбираем разъединитель для ЛЭП№4:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{4675}{1,73 * 0,68 * 0,94 * 6} = 704,6 \text{ A}$$

Для всех линий выбираем разъединители типа РВ-10/1000-І-ІІ-УЗ

Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	1000; 1000
Привод	ПР-У1

Для защиты от перенапряжений и коротких замыканий мех.мастерской, водоотливной установки, СБШ-250МН выбираем выключатели:

Для СБШ-250МН:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{386000}{1,73 * 380 * 0,7 * 0,97} = 865 \text{ A}$$

Выбираем масляный выключатель типа ВМГ-10/1000-20УЗ

Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	1000

Для мех.мастер.:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{220000}{1,73 * 380 * 0,65 * 0,94} = 547,7 \text{ A}$$

Выбираем автоматический выключатель типа АЗ741Б

Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток, А	630

Для водоотливной установки:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{330000}{1,73 * 380 * 0,8 * 0,95} = 660,49 \text{ А}$$

Выбираем масляный выключатель типа ВМГ-10/1000-20УЗ

Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	1000

Для тех.комплекс:

$$I_{\text{раб.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{дв.}} \eta_{\text{дв.}}} = \frac{8000}{1,73 * 6 * 0,7 * 0,94} = 1171 \text{ А}$$

Выбираем масляный выключатель типа ВМГ-10/1600-20УЗ

Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	1600

2.2. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Таблица 6.14

Технические данные масляных выключателей напряжением 6—35 кВ (рис. 6.14, 6.15)

Выключатель	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Время, с		Масса, кг	Привод	Технические условия
				отключения	включения			
ВМЭ-6-200-1,5У2	6	200	1,5	0,15	0,3	78	ПМ-300	ТУ 16-520-156-75
ВМЭ-6-200-4У2	6	200	4	0,15	0,3	89	ПМ-113	То же
ВММ-10-400-10У2	10	400	10	0,105	0,2	90	Встроенный пружинный	ТУ 16-520-138—80
ВММ-10-630-10У2	10	630	10	0,105	0,2	90	То же	То же
ВМГ-10-630-20У3	10	630	20	0,1	0,3	140	ПЭ-11У3, ПП-67У2	ТУ 16-520.026—79
ВМГ-10-1000-20У3	10	1000	20	0,1	0,3	145	ПЭ-11, ПП-67	То же
МГГ-10-3150-45У3	10	3150	45	0,15	0,4	1095	ПЭ-21У3	ТУ 15-520.114—73
МГГ-10-4000-45У3	10	4000	45	0,15	0,4	1140	ПЭ-21У3	То же
МГГ-10-5000-45У3	10	5000	45	0,15	0,4	1200	То же	»
МГГ-10-5000-63КУ3	10	5000	63	0,13	0,4	1200	ПЭ-21КУ3	ТУ 16-520.028—75
ВМГН-10-630-20У3	10	630	20	0,14	0,3	140	ППВ-10	ТУ 16-520.137—74
ВМГП-10-1000-20У3	10	1000	20	0,14	0,3	145	ППВ-10	То же
ВМГЭ-10-630-20У3	10	630	20	0,095	0,3	235	Встроенный электромагнитный	ТУ 16-520.085—81

ВМПЭ-10-1000-20УЗ	10	1000	20	0,095	0,3	235	Встроенный электромагнит- ный	ТУ 16-520.085—81
ВМПЭ-10-1600-20УЗ	10	1600	20	0,095	0,3	235	То же	То же
ВМПЭ-10-630-31,5УЗ	10	630	31,5	0,095	0,3	235	»	»
ВМПЭ-10-1000-31,5УЗ	10	1000	31,5	0,095	0,3	235	»	»
ВМПЭ-10-1600-31,5УЗ	10	1600	31,5	0,095	0,3	235	»	»
ВМП-10-3150-31,5УЗ	10	3150	31,5	0,11	0,3	400	»	»
ВМПЭ-10Э-1000-20УЗ	10	1000	20	0,09	0,3	230	»	ТУ16-520.202—78
С-35М-630-10АУ(ХЛ)	35	630	10	0,05; 0,12	0,34; 0,4	896—966	ПП-67, ШПЭ-12	То же
С-35-2000-50Б	35	2000	50	0,06	0,08	—	ШПЭ-38	»
ВПМ-10/20/6301УЗ	10	630	20	0,09; 0,12	0,3	130	ПЭ-11; ПП-67	ТУ 16-520.225.80
ВПМ-10-20/(6301У2)	10	630	20	0,09; 0,12	0,3	135	ПЭ-11; ПП-67	То же
ВПМП-10-20/6301УЗ	10	630	20	0,12	0,3	125	ППВ-10	»
ВПМ-10-20/1000УЗ	10	1000	20	0,09; 0,12	0,3	135	ПЭ-11; ПП-67	»
ВПМ-10-20/1000У2	10	1000	20	0,09; 0,12	0,3	130	ПЭ-11; ПП-67	»
ВПМП-10-20/1000УЗ	10	1000	20	0,12	0,3	130	ППВ-10	»
МКП-35-1000-25У(ХЛ)	35	1000	25	0,08	0,4	2860	ШПЭ-31	ТУ 16-520.128—73

2.3. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Таблица 6.15

Технические данные вакуумных выключателей напряжением 6—25 кВ (рис. 6.16—6.18)

Выключатель	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Масса, кг	Основные размеры, мм	Привод	Назначение
ВВТЭ-10-10/630У2	10	630	10	150	768×521×579	Электромагнитный	Для коммутации электрических цепей при нормальном и аварийном режимах и установки в КРУ экскаваторов и др. То же, для коммутации электрических цепей при нормальном и аварийном режимах и установке в КРУ экскаваторов, нефтебурильных установок, передвижных электростанций, роторных комплексов и предприятий Минводхоза
ВВТП-10-10/630У2	10	630	10	160	878×504×589	То же	То же
ВВТЭ-10-20/630УХЛ2	10	630	20	143	1222×536×568		
ВВТП-10-20/630УХЛ2	10	630	20	138	1022×536×568	»	»
ВВТЭ-10-20/1000УХЛ2	10	1000	20	135	1222×536×568	»	»
ВВТП-10-20/1000УХЛ2	10	1000	20	130	1022×536×568	»	»
ВВЭ-10-20/630У3	10	630	20	130	1158×624×626	»	»

ВВЭ-10-20/1000УЗ	10	1000	20	132	1158×624×626	»	То же
ВРЭ-10-20/1600УЗ	10	1600	20	135	1158×624×626	»	»
ВВЭ-10-31,5/630-3200УЗ	10	630—3200	31,5	280	945×678×660	»	»
ВВО-25-16/630УХЛ1	25	630	16	195	1260×750×1030	Пневматический	Для оперативной коммутации высоковольтных цепей и защиты электроподвижного состава от перегрузок и к. з.
ВВТШ-10-20/630ХЛ5	10	630	20	185	690×677×600	Пружинно-моторный	Для использования в КРУ, работающих в угольных и сланцевых шахтах и на калийных рудниках
ВВ-10-20/630УЗ	10	630	20	165	880×624×626	Пружинный	Для коммутации высоковольтных цепей в нормальном режиме работы установки, а также для автоматического отключения этих цепей при к. з. и перегрузках в аварийных режимах
ВВ-10-20/1000УЗ	10	1000	20	165	880×624×626	То же	То же
ВВ-10-20/1600УЗ	10	1600	20	165	880×624×626	»	»
ВВ-10-31,5/630УЗ	10	630	31,5	178	880×626×535	»	»
ВВ-10-31,5/1000УЗ	10	1000	31,5	178	880×626×535	»	Общего назначения и для сетей с частыми коммутациями; для КРУ внутренней установки
ВВ-10-31,5/1600УЗ	10	1600	31,5	179	880×626×535	»	»
ВВ-10-31,5/2000УЗ	10	2000	31,5	(261)	943×678×664	»	»
ВВ-10-31,5/3150УЗ	10	3150	31,5	261	943×678×664	»	»
ВНВП-10/320-2У2	10	320	2	150		Встроенный электромагнитный	То же

2.4. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Таблица 6.16

Технические данные электромагнитных выключателей напряжением 6—10 кВ (рис. 6.19, 6.20)

Выключатель	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Время, с		Масса, кг	Привод	Технические условия
				отключения	включения			
ВЭМ-10Э-1000/12,5У3	10	1000	12,5	0,07	0,25	610	Встроенный электромагнитный То же	ТУ 16-520.110—72
ВЭМ-10Э-1250/12,5У3	10	1250	12,5	0,07	0,25	600	»	То же
ВЭМ-10Э-1000/20У3	10	1000	20	0,07	0,25	600	»	ТУ 16-520.М6—74
ВЭМ-10Э-1250/20У3	10	1250	20	0,07	0,25	599	»	То же
ВЭ-10-1250-20У3	10	1250	20	0,06	0,075	522	Встроенный пружинный	ТУ 16-520, 164—75
ВЭ-10-1600-20У3	10	1600	20	0,06	0,075	522	То же	То же
ВЭ-10-2500-20У3	10	2500	20	0,06	0,075	533	»	»
ВЭ-10-3600-20У3	10	3600	20	0,06	0,075	565	»	»
ВЭ-10-1250-31,5У3	10	1250	31,5	0,06	0,075	563	»	»
ВЭ-10-1600-31,5У3	10	1600	31,5	0,06	0,075	563	»	»
ВЭ-10-2500-31,5У3	10	2500	31,5	0,06	0,075	574	»	»
ВЭ-10-3600-31,5У3	10	3600	31,5	0,06	0,075	606	»	»
ВЭ-6-1600-40У3	6	1600	40	0,075	0,075	577	»	ТУ 16-520.22 — 79
ВЭ-6-2000-40У3	6	2000	40	0,075	0,075	577	»	То же
ВЭ-6-3200-40У3	6	3200	40	0,075	0,075	609	»	»
ВЭВ-6-16/630-ХЛ15	6	630	16	0,08	0,08	245	»	ТУ 16-520.211—79

2.8. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛИ

Таблица 6.18

Технические данные разъединителей на напряжение 6—35 кВ (рис. 6.24—6.27)

Разъединитель	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Ток электродинамической стойкости, кА	Ток термической стойкости 4-секундный, кА	Масса, кг	Привод	Основные размеры L × B × H, мм
Разъединители внутренней установки однополюсные (ТУ 16-520.095—76)							
РВО-10/400-У3	10	400	41	16	5,9	ПР-3У3	468 × 72 × 429
РВО-10/630-У3	10	630	52	20	6,9	ПР-3У3	468 × 72 × 433
РВО-10/1000-У3	10	1000	100	40	12,5	ПР-3У3	480 × 92 × 440
РЛВОМ-10/1000-I-У3	10	1000	100	40	16,3	ПР-3У3	486 × 380 × 460
РЛВОМ-10/1000-II-У3	10	1000	100	40	19,5	ПР-3У3	486 × 335 × 460
Разъединители внутренней установки трехполюсные (ТУ 16-520.095—76)							
РВ-6/400-У3	6	400	41	16	24,6	ПР-10	697 × 468 × 436
РВ-10/400-У3	10	400	41	16	26	ПР-10	837 × 468 × 465
РВ-10/630-У3	10	630	52	20	28	ПР-10	837 × 468 × 470
РВ-10/1000-У3	10	1000	100	40	44	ПР-10	880 × 484 × 470
РВФ-6/400-IV-У3	6	400	41	16	47	То же	722 × 406 × 381
РВФ-6/630-II-У3	6	630	52	20	41	»	722 × 437 × 397
РВФ-10/400-II-III-У3	10	400	41	16	41	»	837 × 437 × 647
РВФ-10/400-IV-У3	10	400	41	16	53	»	837 × 406 × 647
РВФ-10/630-II-III-У3	10	630	52	20	45	»	837 × 437 × 664
РВФ-10/630-IV-У3	10	630	52	20	58	»	837 × 406 × 664
РВФ-10/1000-II-III-У3	10	1000	100	40	67	»	817 × 454 × 690
РВФ-10/1000-IV-У3	10	1000	100	40	83	»	817 × 424 × 690
РВЗ-10/400-I-II-У3	10	400	41	16	32	»	837 × 598 × 463
РВЗ-10/400-III-У3	10	400	41	16	39	»	837 × 598 × 470
РВЗ-10/630-I-II-У3	10	630	52	20	34	»	837 × 598 × 470

РВЗ-10/630-III-УЗ	10	630	52	20	40	»	837×733×463
РВЗ-10/1000-I-II-УЗ	10	1000	1000	40	50	»	930×629×470
РВЗ-10/1000-III-УЗ	10	1000	1000	40	59	»	930×773×470
РВФЗ-10/630-II-II-УЗ	10	630	52	20	45	»	842×630×664
РВФЗ-10/1000-II-II-УЗ	10	1000	1000	40	71	»	846×649×690
РВ(З)-20/630-УЗ	20	630	52	20	80	ПР-3УЗ	—
РВ(З)-20/630-УЗ	20	1000	55	31,5	104	ПР-3УЗ	—
РВ(З)-20/1000-УЗ	35	630	51	20	146	ПР-3УЗ	—
РВ(З)-35/630-УЗ	35	1000	80	31,5	157	ПР-3УЗ	—
ТУ 16-520.089—72							

Разъединители наружной установки ТУ 16-520.102—79

РНД(З)-35/1000-У1(ХЛ1)	35	1000	63	25	85	ПР-90	1040×1000×855
РНД(З)-35Б/1000-У1	35	1000	63	25	88	ПВН-20	1040×1000×855
РНД(З)-35У/1000-У1	35	1000	63	25	164	ПР-90	1100×1000×920
РНД(З)-35У/2000-У1(ХЛ1)	35	2000	80	31,5	211	ПР-У1	1140×1000×920
РНД(З)-35Б/2000-У1	35	2000	80	31,5	218	ПВН-20	1140×1000×920
РНД(З)-35У/2000-У1	35	2000	90	31,5	209	ПР-90	1140×1000×920

ТУ 16-520.151—83

РЛНД-10/400У1	10	400	25	10	65	ПРНЗ-10М	1170×440×410
РЛНД-10/630У1	10	63	35,5	12,5	66	ПРНЗ-10М	1170×440×410
РЛНД-10/400ХЛ1	10	400	25	10	65	РРНЗ-10М	1250×470×410
РЛНД-10У/400У1	10	630	25	10	82	РРНЗ-10М	1250×570×525

П р и м е ч а н и я: Для разъединителей РВФ и РВЗ: I вариант — заземляющие ножи со стороны разъемных контактов; II вариант — заземляющие ножи со стороны шарнирных контактов; III вариант — заземляющие ножи со стороны шарнирных и разъемных контактов с раздельными приводами на каждый заземляющий вал (например РВФЗ-11-II — исполнение по II фигуре и II варианту)

2. II фигура — проходные изоляторы со стороны шарнирных контактов; III фигура — проходные изоляторы со стороны разъемных контактов; IV фигура — проходные изоляторы со стороны шарнирных и разъемных контактов.

2.13. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ, ПУСКАТЕЛИ

Таблица 6.33

Технические данные выключателей серии АЗ700

Выключатель	Плюс обозначения	Род тока	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А			Уставка по току срабатывания расцепителей, А		Предел-но допустимый ожидаемый ток к. з., кА
				16	расцепителей		тепловых	электромагнитных	
					160	тепловых			

Выключатели токоограничивающие с электромагнитными и тепловыми расцепителями

АЗ715Б	2	Переменный	380; 660	160	150; 160	16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 150; 160	18; 23; 29; 37; 46; 57; 72; 92; 115;	630; 1600	5—75
АЗ716Б	3								
АЗ715Б	2	Постоянный	440	250	160	160; 200; 250	145; 172; 185	600; 960	5—100
АЗ725Б	2	Переменный	380; 660	250	170; 250	160; 200; 250	185; 230; 290	2500	40—75
АЗ726Б	3								
АЗ725Б	2	Постоянный	440	250	250	160; 200; 250	185; 230; 290	1500	80—100
АЗ735Б	2	Переменный	380; 660	400	400	250; 320	290; 370	2500; 3200	40—100
АЗ736Б	3					400	460	4000	
АЗ735Б	2	Постоянный	440	400	400	250; 320; 460	290; 370; 460	2400	80—100

Выключатели не токоограничивающие с электромагнитными и тепловыми расцепителями

АЗ715Ф	2	Переменный	380	160	160	16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160	18; 23; 29; 37; 46; 57; 72; 92; 115; 145; 185	630	5,5—25
АЗ716Ф								1600	
АЗ716Ф	2	Постоянный	220	160	160	16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160	18; 23; 29; 37; 46; 57; 72; 92; 115; 145; 185	600; 960	5—25
АЗ725Ф	2	Переменный	380	250	250	160; 200; 250	185; 230; 290	2500	35
АЗ726Ф	3								

A3725Ф	2	Постоянный	220	250	250	160; 200; 250	185; 230; 290	1500	35
A3735Ф	2	Переменный	380	630	400; 630	250; 320	290; 370	2500; 3200	50
A3736Ф	3					400; 500; 630	460; 575; 725	4000; 5000 6300	
A3735Ф	2	Постоянный	220	630	400; 630	400; 500; 630	460; 575; 725	2400; 3800	50

Выключатели токоограничивающие с электромагнитными расцепителями

A3711Б	2	Переменный	380; 660	160	80; 160	—	—	400	36; 40
A3712Б	3							630; 1000; 1600	75
A3711Б	2	Постоянный	440	160	160	—	—	600; 750; 960	110
A3721Б	2	Переменный	380; 660	250	250	—	—	1600; 2000; 2500	40; 80
A3722Б	3								
A3721Б	2	Постоянный	440	250	250	—	—	960; 1200; 1500	110
A3731Б	2	Переменный	380; 660	400	400	—	—	2500; 3200; 4000	55; 100
A3732Б	3								
A3731Б	2	Постоянный	440	400	400	—	—	2400	110
A3741Б	2	Переменный	380; 660	630	630	—	—	4000; 5000 6300	60; 100
A3742Б	3								
A3741Б	2	Постоянный	440	630	630	—	—	3800	110

Выключатели не токоограничивающие с электромагнитными расцепителями

A3711Ф	2	Переменный	380	160	80; 160	—	—	400; 630	25
A3712Ф	3							1000; 1600	
A3711Ф	2	Постоянный	220	160	160	—	—	600; 750; 960	25
A3721Ф	2	Переменный	380	250	250	—	—	1600; 2000; 2500	35
A3722Ф	3								
A3721Ф	2	Постоянный	220	250	250	—	—	960; 1200; 1500	35
A3731Ф	2	Переменный	380	630	400; 630	—	—	2500; 3200	50
A3732Ф	3							4000; 5000; 6300	
A3731Ф	2	Постоянный	220	630	400; 630	—	—	2400; 3500	50

Таблица 6.34

Технические данные выключателей серии АП50Б

Выключатель	Род тока	Число полюсов	Номинальный ток расцепителя, А	Тип расцепителя	Число расцепителей	Значения допустимого тока к. з. (кА) при напряжении, В				
						максимальное	~380		ударное	действующее
							—220	ударное		
АП50Б2МТ	Постоянный	2	1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 50; 63	Комбинированный (электромагнитный и тепловой)	2	0,5; 0,7; 1; 1,4; 2,5; 4	—	—	—	
АП50Б2М	Постоянный	2	1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 50; 63	Электромагнитный	2	0,5; 0,7; 1; 1,4; 2,5; 4	—	—	—	
АП50Б3МТ	Переменный	3	1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 50; 63	Комбинированный	3	—	0,5—3,4	0,3—2	0,5—2,55	0,3—1,5
АП50Б3М	Переменный	3	1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16 25; 40; 50; 63	Электромагнитный	3	—	0,5—3,4	0,3—2	0,5—2,55	0,3—1,5
АП50Б2ММ	Переменный	3	1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16 25; 40; 50; 63	Электромагнитный и минимального на- пряжения	2	—	5,1; 8,5; 10	3; 5; 6	6	3,5
АП50Б2М3ТД	Переменный	3	25; 40; 50; 63	Комбинированный, независимый	2,3	—	5,1; 8,5; 10	3; 5; 6	6	3,5
АП50Б2М3Т	Переменный	3	16; 25; 40; 50; 63	Комбинированный и максимальный в ну- левом проводе	2,3	—	3,4; 5,1; 8,5; 10	2; 3; 5; 6	2,55; 6	1,5; 3,5
АП50Б2М3ТН	Переменный	3	16; 25; 40; 50; 63	Комбинированный на- минимального на- пряжения	2,3	—	3,4; 5,1; 8,5; 10	2; 3; 5; 6	2,55; 6	1,5; 3,5

Таблица 6.35

Технические данные выключателей серии АЕ20М

Выключатель	Номинальный ток, А	Номинальный ток распределителя, А	Число расцепителей		Предельная коммутационная способность, кА				Цель постоянного тока 220 В $\tau=0,01$ с
			электромагнитных	тепловых	в цепях переменного тока при напряжении (В) и cos φ		cos φ		
					220, 380	660			
АЕ2042М	63	16—63	2	—	4,5	2	0,8	0,9	5
АЕ2043М	63	16—63	3	—	4,5	2	0,8	0,9	5
АЕ2045М	63	0,6—12,5	2	2	1,5—5	0,7	0,8—0,95	0,95	2,5—5
АЕ2046М	63	0,2—12,5	3	3	1,5—5	0,7	0,8—0,95	0,95	2,5—5
АЕ2052М	100	10—100	2	—	2,4—6	2,1—3,5	0,7—0,9	0,8—0,9	3,5—10
АЕ2053М	100	10—100	3	—					
АЕ2055М	100	10—100	2	2					
АЕ2056М	100	10—100	3	3					
АЕ2062	160	16—160	2	—	3,5—11,5	2,1—6	0,3—0,8	0,7—0,9	5—20
АЕ2063	160	16—160	3	—					
АЕ2065	160	16—160	2	2					
АЕ2066	160	16—160	3	3					

Расчет установок релейной защиты

Для упрощения расчетов в данной части рассчитать защиту только для одного двигателя и одной ЛЭП. Расчет уставок релейной защиты начинаем от конца сети. В данном случае от двигателя.

Защита электродвигателя

На двигателях выше 1000В устанавливают релейную защиту от следующих видов повреждений

А) многофазное к.з. обмотки статора и на ее выводах

Б) замыкание на землю обмотки статора

В) винтовые замыкания в одной фазе

Г) перегрев двигателя токами, превышающими номинальные

Д) защита от минимального напряжения

1) От междуфазных к.з., применяют защиту без выдержки времени, отстроенную от пусковых токов двигателя.

$I_{с.з.}$ определяем по формуле:

$$I_{с.з.} = 1.2 I_{пуск}$$

$$I_{пуск} = (5-7)I_{ном}$$

$I_{ном}$ — номинальный ток двигателя, принимаемый по паспортным данным или определяемый по формуле:

$$I_{ном.дв.} = \frac{P_{ном.дв.}}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi_{дв.} \eta_{дв.}}$$

$P_{ном.дв.}$ — номинальная мощность двигателя, кВт;

$\cos \varphi_{дв.}$, $\eta_{дв.}$ — соответственно коэффициент мощности и к.п.д. сетевого двигателя, указанные в паспорте; $U_{ном}$ — номинальное напряжение сети, В.

2) Защита от перегрузок устанавливается, когда возможны перегрузки по техническим причинам или тяжелые условия пуска и самозапуска.

$$I_{с.з.} = \frac{1.1 * I_{ном}}{0.9}$$

3) Защита от минимального напряжения.

$$U_{\text{ср.з.}} \geq U_{\text{кр.}} \quad U_{\text{кр}} = -5\% \text{ от } U_{\text{ном}} \quad U_{\text{ср.з.}} = 0,6-0,7(U_{\text{ном}})$$

Защита линий электропередач питающих данный двигатель.

Защита включает в себя следующие основные виды защиты уставки которых, мы должны быть пощитаны.

1) Основной из защит является максимальная токовая защита.

2) Токовая отсечка

Определяем уставки защит на всех трех точках (К1,К2,К3).

1) Основной из защит является максимальная токовая защита.

Ток срабатывания защиты определяем по формуле:

$$I_{\text{ср.з.}} = (1,2 * I_{\text{раб.мах}}) / K_n * K_{\text{т.т.}}$$

Где $I_{\text{раб.мах}}$ – расчетный ток линии

$K_n = 0/01$ коэффициент возврата реле.

$$K_{\text{т.т.}} = \frac{I_{\text{ном.т.т.}}}{5}$$

$I_{\text{ном.т.т.}}$ – определяют наиболее близкое большее значение из стандартного ряда токов первичной катушки трансформаторов тока, относительно номинального тока электродвигателя.

Стандартный ряд токов первичной катушки трансформаторов тока наиболее широко применяемые: 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000.

Для защиты от междуфазных к.з. $I_{\text{с.з}}$ для экскаваторов ЭКГ-8И определяем по формуле:

$$I_{\text{с.з.}} = 1,2 I_{\text{пус}} = 1,2 * 517 = 620,4 \text{ А}$$

$$I_{\text{пус}} = (5-7) I_{\text{ном}} = 5 * 103,4 = 517 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном.дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta_c} = \frac{625}{1,73 * 6 * 0,6 * 0,97} = 103,4 \text{ А}$$

Для защиты от междуфазных к.з. $I_{\text{с.з}}$ для экскаваторов ЭКГ-4,6Б определяем по формуле:

$$I_{c.з.} = 1.2 I_{\text{пус}} = 1,2 * 226,8 = 272,16 \text{ A}$$

$$I_{\text{пус}} = (5-7) I_{\text{ном}} = 37,8 * 6 = 226,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{ном.дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta_c} = \frac{250}{1,73 * 6 * 0,65 * 0,98} = 37,8 \text{ A}$$

Для защиты от междуфазных к.з. $I_{c.з.}$ для экскаваторов ЭШ-15/70 определяем по формуле:

$$I_{c.з.} = 1.2 I_{\text{пус}} = 1,2 * 2432,5 = 2919 \text{ A}$$

$$I_{\text{пус}} = (5-7) I_{\text{ном}} = 347,5 * 7 = 2432,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{ном.дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta_c} = \frac{2500}{1,73 * 6 * 0,7 * 0,99} = 347,5 \text{ A}$$

Для защиты от перегрузок $I_{c.з.}$ для экскаваторов ЭКГ-8И определяем по формуле:

$$I_{c.з.} = \frac{1.1 * I_{\text{ном}}}{0.9} = \frac{1,1 * 103,4}{0,9} = 126,3 \text{ A}$$

Для защиты от перегрузок $I_{c.з.}$ для экскаваторов ЭКГ-4,6Б определяем по формуле:

$$I_{c.з.} = \frac{1.1 * I_{\text{ном}}}{0.9} = \frac{1,1 * 37,8}{0,9} = 46,2 \text{ A}$$

Для защиты от перегрузок $I_{c.з.}$ для экскаваторов ЭШ-15/70 определяем по формуле:

$$I_{c.з.} = \frac{1.1 * I_{\text{ном}}}{0.9} = \frac{1,1 * 347,5}{0,9} = 424,7 \text{ A}$$

Защита от минимального напряжения определяется по формуле:

$$U_{\text{ср.з.}} \geq U_{\text{кр.}} \quad U_{\text{кр}} = 5 \% \text{ от } U_{\text{ном}} \quad U_{\text{ср.з.}} = 0,6-0,7(U_{\text{ном}})$$

$$U_{\text{ср.з.}} = 0,6-0,7(U_{\text{ном}}) = 0,6 * 6 = 3,6 \text{ кВ}$$

$$U_{\text{кр}} = U_{\text{ном}} * 5 \% = 6 * 0,05 = 0,3 \text{ кВ}$$

данные значения удовлетворяют условие $U_{\text{ср.з.}} \geq U_{\text{кр.}}$.

Защита линий электропередач питающих данный двигатель.

Определяем максимальную токовую защиту для ЛЭП 1:

$$I_{\text{ср.з.}} = \frac{1,2 * I_{\text{раб.мах}}}{k_n * k_{T.T}} = \frac{1,2 * 419}{0,1 * 139,7} = 35,99 A$$

$$K_{T.T} = \frac{I_{\text{ном.т.т.}}}{5} = \frac{698,7}{5} = 139,7 A$$

$$I_{\text{ном.дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta_c} = \frac{4636}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,94} = 698,7 A$$

Определяем максимальную токовую защиту для ЛЭП 2:

$$I_{\text{ср.з.}} = \frac{1,2 * I_{\text{раб.мах}}}{k_n * k_{T.T}} = \frac{1,2 * 419}{0,1 * 139,7} = 35,99 A$$

$$K_{T.T} = \frac{I_{\text{ном.т.т.}}}{5} = \frac{698,7}{5} = 139,7 A$$

$$I_{\text{ном.дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta_c} = \frac{4636}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,94} = 698,7 A$$

Определяем максимальную токовую защиту для ЛЭП 3:

$$I_{\text{ср.з.}} = \frac{1,2 * I_{\text{раб.мах}}}{k_n * k_{T.T}} = \frac{1,2 * 397}{0,1 * 144,3} = 33 A$$

$$K_{T.T} = \frac{I_{\text{ном.т.т.}}}{5} = \frac{721,5}{5} = 144,3$$

$$I_{\text{ном.дв.}} = \frac{P_{\text{ном.дв.}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta_c} = \frac{4625}{1,73 * 6 * 0,65 * 0,95} = 721,5 A$$

Определяем максимальную токовую защиту для ЛЭП 4:

$$I_{\text{ср.з.}} = \frac{1,2 * I_{\text{раб.мах}}}{k_n * k_{T.T}} = \frac{1,2 * 383}{0,1 * 139,4} = 32,96 A$$

$$K_{т.т} = \frac{I_{ном.т.т.}}{5} = \frac{697,19}{5} = 139,4$$

$$I_{ном.дв.} = \frac{P_{ном.дв.}}{\sqrt{3}U_{ном} \cos \varphi \eta_c} = \frac{4675}{1,73 * 6 * 0,68 * 0,95} = 697,19 A$$

Расчет защитного заземления.

Цель расчета защитного заземления — определение сечения проводов сети заземления и рассчитать сопротивление заземляющего электрода. В качестве магистральных заземляющих проводов, прокладываемых на опорах воздушных линий электропередачи в карьере, рекомендуется применять для стационарных установок стальные однопроволочные и сталеалюминовые провода, для

передвижных установок — алюминиевые и сталеалюминовые провода. Магистральные заземляющие провода должны иметь: стальные однопроволочные — диаметр не менее 6 мм, стальные многопроволочные, сталеалюминовые и алюминиевые провода — сечение не менее 35 мм².

Сопротивление защитного заземления карьерных электроустановок напряжением должно быть не более 4 Ом. Длина заземляющих проводников при этом не должна превышать 2 км

При использовании защитного заземления одновременно для установок напряжением до и выше 1 кВ общее сопротивление (Ом) защитного заземления определяют по уравнению

$$R_z = 125 / I_p \quad (3)$$

где I_p — расчетный ток замыкания на землю, А.

Расчетный ток (А) замыкания на землю приближенно может быть определен по уравнению

$$I_p = \sqrt{3}U_{\phi} (L_{\epsilon} / k_{\epsilon} + L_{\kappa} / k_{\kappa}) \quad (4)$$

где L_{ϵ} и L_{κ} — соответственно суммарная длина воздушных или кабельных линий, электрически связанных с точкой замыкания на землю, км; k_{ϵ}, k_{κ} — эмпирические коэффициенты (для воздушных линий $k_{\epsilon}=300-400$, для кабельных линий $k_{\kappa}=10$).

Расчет защитного заземления.

Расчетный ток (А) замыкания на землю для ВЛ приближенно может быть определен по уравнению:

$$I_p = \sqrt{3}U_\phi (L_\epsilon / k_\epsilon + L_\kappa / k_\kappa) * \omega = 1,73 * 220 ((12 * 10^3 / 300) + (0,6 * 10^3 / 8)) * 10^{-3} = 43 \text{ А}$$

Определяем общее сопротивление защитного заземления:

$$R_{\text{общ}} \leq 4 \text{ Ом} \quad R_{\text{общ}} = U_{\text{пр.доп}} / K_{\text{пр}} * I_p = 40 / 1 * 43 = 0,93 \text{ Ом} \quad 0,93 < 4$$

$$U_\phi = 220 \text{ В}, \quad U_{\text{пр.доп}} = 38 \div 43 \text{ В}, \quad K_{\text{пр}} = 0,8 \div 1,2, \quad \omega = 10^{-3}, \quad k_\kappa = 8 \div 12, \quad k_\epsilon = 300 \div 400.$$

Варианты заданий по курсовой работе.

№ Вар	ЭКГ-8и шт	ЭКГ-4.6Б шт.	СБШ -250 МН, шт	ЭШ-15/70 шт	Тех. Комп кВт	Мех. Мастр кВт	Водо-отлив кВт	L, длина пит. линии, км
1	4	5	6	3	1000	200	330	12
2	5	6	5	2	5000	120	510	41
3	4	2	4	4	4000	123	210	26
4	5	6	5	1	3000	230	320	22
5	4	4	3	1	2000	520	400	13
6	3	6	4	2	5000	300	220	25
7	6	5	3	4	2500	200	300	33
8	4	7	4	3	3600	150	250	35
9	5	3	4	2	3300	100	200	14
10	3	6	5	3	3800	300	330	16
11	5	4	6	2	2600	500	400	34
12	2	6	2	3	3600	200	300	16
13	3	5	6	4	4500	260	200	24
14	5	6	5	2	6000	550	230	23
15	4	5	4	4	7000	240	500	32
16	5	6	3	2	4000	200	400	12
17	4	7	4	3	4500	200	220	15
18	3	6	3	2	3600	230	410	24
19	4	5	3	4	4000	250	230	42
20	5	4	2	2	6200	500	210	32
21	4	5	3	3	5800	400	200	33
22	4	7	2	2	8000	280	330	12
23	3	6	2	3	7000	280	300	18
24	4	5	3	4	6200	250	200	20
25	6	4	2	2	6000	300	210	16
26	4	7	3	4	4200	230	1000	40
27	5	6	4	2	5600	300	340	20
28	4	7	2	4	3700	600	200	30
29	5	5	5	2	6600	100	110	25
30	2	7	3	4	3300	500	330	15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка полезных ископаемых открытым способом получила в нашей стране большое развитие. Этому способствовали значительные

преимущества открытых горных работ по сравнению с подземным способом разработки экономичность, высокая производительность труда, возможность механизации процессов, более высокая безопасность и лучшие санитарно-гигиенические условия труда и оснащение их высокопроизводительными механизмами. Открытые горные разработки характеризуются особенностями, обуславливающими применение мощных электрифицированных машин и комплексов, сложного специального электрооборудования, аппаратуры защиты, управления и специальных способов подвода электроэнергии к ним.

В связи с этим в данной курсовой работе была поставлена цель экономичное и рациональное электроснабжение карьера, а также обеспечить надёжную, бесперебойную работу всех действующих электроустановок и горных машин, и их высокую производительность. В ходе выполнения курсовой работы учитывалась структура карьера, место, условия и принцип работы всех электропотребителей. Приняты все меры по защите электроприёмников от перенапряжений и токов короткого замыкания, а также меры по защите рабочего персонала от поражения электрическим током. Выполнение данной курсовой работы дала возможность твёрдо понять и закрепить как теоретические, так и практические знания и навыки, освоенные по дисциплине «Электроснабжение горных предприятий».

Литература:

- 1. Чеботаев Н.И. “Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ”, Москва «Горная книга» 2006г.*

2. Чулков Н.Н. “Электрификация карьеров”, Москва «Недра» 1976г.
3. Чулков Н.Н., Чулков А.Н. «Электрификация карьеров в примерах и задачах»
Москва «Недра» 1976 г.
4. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. «Электроснабжение промышленных предприятий», Москва «Высшая школа» 1969 г.
5. Под.общ.ред. Сверделя И.С. «Справочник энергетика карьера», Москва «Недра» 1973 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	
------------------	--

2. Определение расчётной нагрузки карьера.....	
3. Определение величины напряжения внешнего электроснабжения.....	
4. Выбор мощности силовых трансформаторов ГПП и ПТП.....	
5. Расчет воздушных линий электропередач.....	
6. Расчёт кабельных линий.....	
7. Выбор коммутационной аппаратуры	
8. Расчет установок релейной защиты	
9. Расчет защитного заземления	
10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
11. Литература.....	

