

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 2020 г.

Реконструкция электроснабжения энергоцеха ПАО «Магnezит»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2020.036.00.000ПЗ ВКР

Руководитель работы,
ст. преподаватель
_____ Д. Б. Калашников
_____ 26 июня 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО – 503
_____ А. П. Пепеляев
_____ 26 июня 2020 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	10
2. СПЕЦИАЛЬНА ЧАСТАЪ.....	15
2.1 Определение расчётных электрических нагрузок.....	15
2.2 Расчёт компенсационной установки.....	18
2.3. Выбор силовых трансформаторов.....	19
2.4 Расчёт питающей линии бкВ.....	21
2.5 Расчёт распределительных линий на напряжение 0,4 кВ.....	24
2.6 Расчёт токов короткого замыкания КЗ).....	29
2.7 Выбор коммутационной аппаратуры напряжениембкВ.....	34
2.8 Выбор коммутационной аппаратуры напряжением0,4кВ.....	42
2.9 Расчет защитной аппаратуры.....	45
2.10 Расчёт защитного заземления компрессорной станции № 2.....	46
2.11 Расчёт освещения в здании компрессорной станции № 2.....	48
2.12 Расчёт энергетических показателей.....	50
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСВА.....	51
3.1 Организация работ.....	51
3.2 Баланс рабочего времени.....	53
3.3 Графики выходов на работу.....	54
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЧАСТЬ.....	56
4.1 Штатное расписание. Расчёт численности рабочих	56
4.2 Расчёт фонда заработной платы рабочих начислений на зар- ботную плату	57
4.3 Расчёт затрат на материалы и сырьё	60
4.4 Расчёт затрат на электроэнергию	61
4.5 Расчёт затрат на амортизацию	62
4.6 Прочие затраты.....	63
4.7 Расчет фонда заработной платы АУП	65
4.8 Расчет экономической эффективности вариантов проектных ре- шений.....	65
4.9 Расчет экономической эффективности вариантов проектных ре- шений.....	66
5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПСОК.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

В данном дипломном проекте решаются основные задачи проектирования электроснабжения компрессорной станции № 2 ПАО «Комбинат «Магнезит»».

ПАО «Комбинат «Магнезит»» - крупнейший производитель огнеупорных порошков, основными потребителями которых являются предприятия металлургической, цементной, химической и других отраслей промышленности. Компрессорная станция № 2 входит в состав Энергоцеха, который, в свою очередь, относится к цехам отдела главного энергетика, основная функция которого заключается в обеспечении основного производства энергоресурсами (технической, питьевой водой, кислородом, сжатым воздухом). На данной компрессорной станции в эксплуатации находятся 3 компрессора 2ВМ10-50/8. В зависимости от производственной необходимости работают от одного до трех компрессоров.

В состав энергоцеха входят: 7 компрессорных станций, 2 насосных технической воды, 4 насосных оборотного цикла, насосная питьевой воды, 3 артезианских скважины, кислородная станция, наполнительная станция.

Основными профессиями в цехе являются: машинист компрессорной станции, машинист насосной установки, слесарь сантехник, слесарь ремонтник, электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрооборудования. В настоящий момент численность цеха составляет порядка 170 чел.

Краткая характеристика технологического процесса компрессорной станции № 2 ПАО «Комбинат Магнезит»

Забор воздуха для компрессора происходит из атмосферы, через впускное отверстие и воздушный фильтр (в котором воздух фильтруется от пыли и других ненужных веществ). Далее происходит первая ступень сжатия воздуха, затем воздух попадает в промежуточный холодильник для охлаждения, после чего он подаётся на вторую ступень сжатия. После сжатия, предварительно охладившись в конечном холодильнике, воздух попадает в воздухоотборник (ресивер), для сглаживания пульсации и затем в главный коллектор. Из главного коллектора он раздается потребителям: ЦМП-3, ЦМИ-1, ТСЦ, ЦМП-4.

Для охлаждения узлов механизма компрессоров необходимо подача технической воды. На данной компрессорной станции подается техническая вода с насосной оборотного цикла №4. Технологию работы насосной привожу ниже. После прохождения через компрессора техническая вода подается в камеру тёплой воды (самотеком). Из камеры тёплой воды, насосами №4, №5 и №6, техническая вода откачивается в градирню для охлаждения атмосферным воздухом с помощью вентиляторов. Далее из градирни в камеру холодной воды и насосами №1, №2 и №3 техническая вода подается на компрессора. В дальнейшем процесс оборотного цикла повторяется.

Технологическая схема работы компрессорной станции №2 представлена на рисунке 1.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

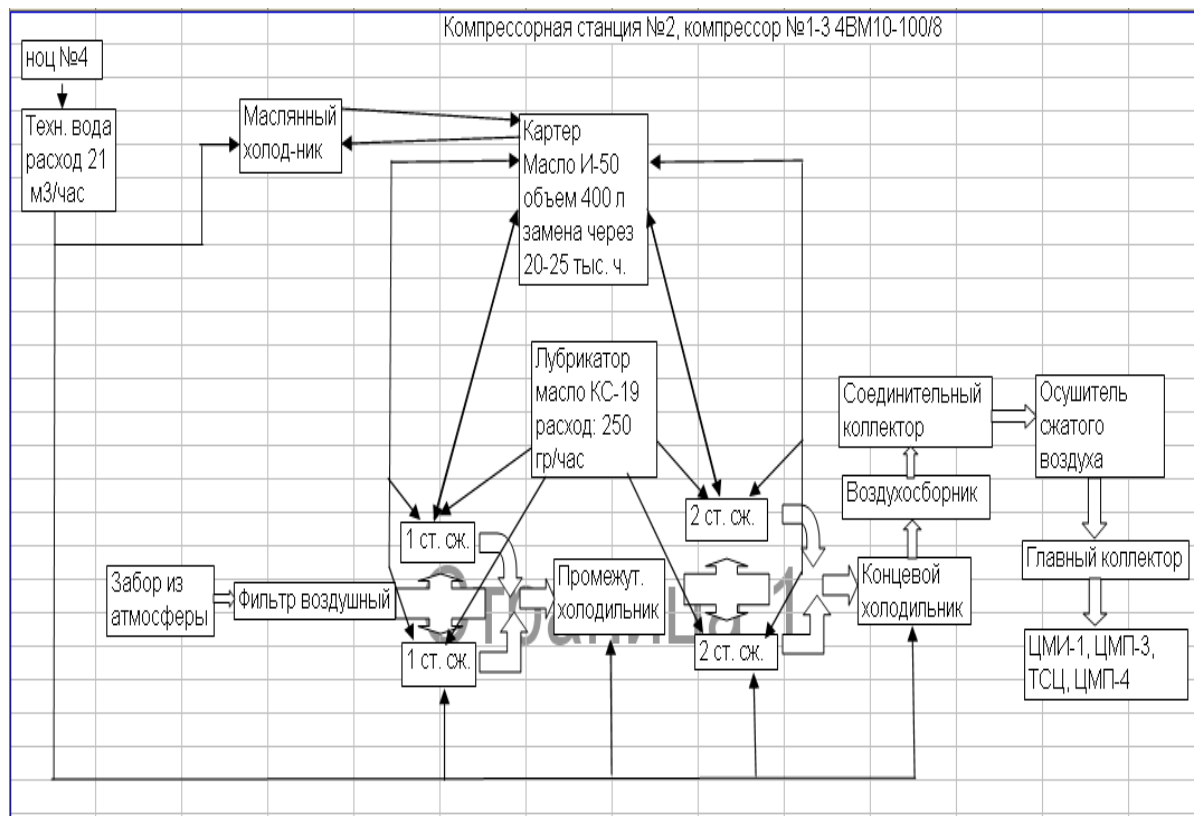


Рисунок 1 – Технологическая схема работы компрессорной станции №2

Выбор конструкции сетей и способов их выполнения во многом зависит не только от особенностей производства и требований генплана, но и от условий окружающей среды. Энергоцех расположен на территории ПАО «Комбинат Магнетит» в Саткинском районе Челябинской области. Предприятие относится ко второму району по скоростному напору ветра, к четвертому – по толщине стенки гололёда, к району с умеренной пляской проводов. Грунт – суглинок, грунтовые воды отсутствуют, нормальная глубина промерзания – 1,9 м.

Основное электрооборудование расположено в помещении, которое относится к сухим. Всё оборудование является пожаро – и взрывобезопасным, устойчивым к повышенной влажности, колебаниям давления и температуры, действию агрессивных веществ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

Лист

7

Основное электрооборудование.

В таблице 1 представлена ведомость электрических нагрузок компрессорной станции №2 ПАО «Комбинат Магнезит» (смотри таблицу 1).

Таблица 1 – Ведомость электрических нагрузок компрессорной станции №2 ПАО «Комбинат Магнезит»

№ пп	Тип ЭД	Ном, мощность кВт	Механизм (тип)	Кол-во шт.
1	2	3	4	5
1	СДК216-24-12	630(6000В)	к-ра№1,2,3	3
2	АО2-32-4	3,00-4,00	маслонасос к-в	3
3	ТЕ	28,00	тиристорный преобр.	3
4	4ААМС6В	0,09-0,18	лубликаторы к-в	3
5	4ААМС6В	0,18	эл.задвижка к-в	3
6	см.примеч.	23,80	кран-балка	1
7	АО2-32-4	7,50	шлифов.станок	1
8	АОЛ4А112М	3,00	трубогиб	1
9	АО	75,00	передв.насос	1
10	АИР	15,00	устан.осушки	2
11		12,00	освещение	1

С точки зрения обеспечения надёжного и бесперебойного питания, приёмники электрической энергии делятся на три категории.

К первой категории относятся потребители, отключение которых может привести к гибели людей, остановке сложного технологического процесса, к невыдаче промышленной продукции, к остановке трансформатора. Эти потребители должны иметь резерв, включаемый с помощью системы автоматического включения резерва (АВР).

Ко второй категории относятся потребители, отключение которых может привести к невыдаче промышленной продукции, к остановке трансформатора. Для них должен, предусмотрен резерв, включаемый обслуживающим персоналом.

К третьей категории относятся вспомогательное оборудование, непосредственно не связанное с выпуском продукции, резерва не имеют.

Основное оборудование компрессорной станции №2 относится ко второй категории потребителей, так как их отключение может привести к остановке производства.

Электроснабжение компрессорной станции №2 происходит с РУ-6 кВ подстанции №55. Подстанция №55 получает напряжение с главной понизительной подстанции площадки цехов нового завода - «Каменка» по двум вводам (6кВ) фидера № 17,36.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

С ячеек № 7,17,19 РУ-6 кВ подстанции №55 запитаны компрессора №; 1,2,3.

По стороне низкого напряжения компрессорной станции №2 действуют 3 РП. Которые запитаны РП-1 и РП-3 с п/ст №52, а РП-2 с с п/ст №58.

От этих РП питаются все электроприёмники компрессорной станции №2 (маслонасосы, лубрикатеры, насосы, вентиляторы, освещение, сварочный трансформатор и другие).

Однолинейная схема электроснабжения компрессорной станции №2 (смотри рисунок 2).

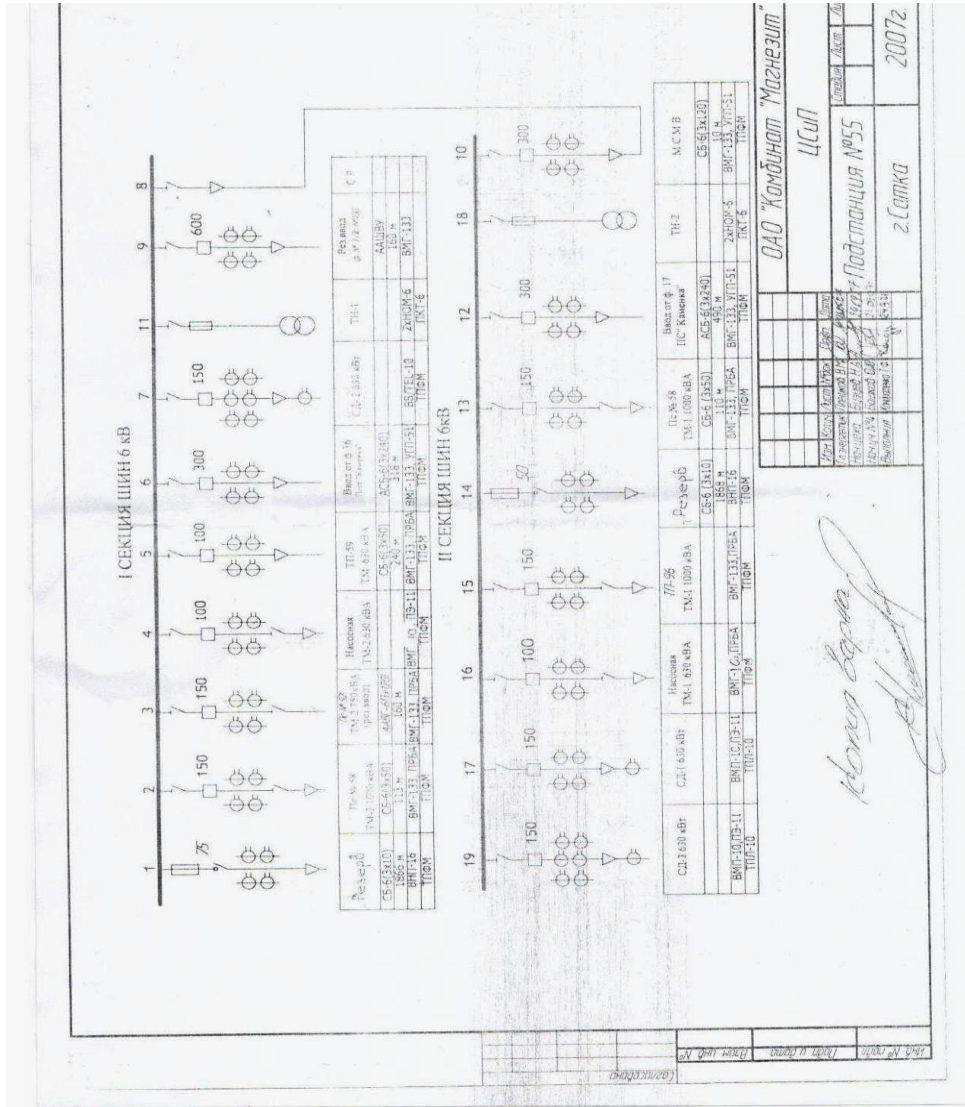


Рисунок 2 – Однолинейная схема электроснабжения компрессорной станции №2

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Не секрет, что сегодня сложилась непростая экономическая и политическая ситуация, когда становятся актуальными вопросы выбора направления стратегического развития российской экономики, производства, науки и техники.

Но, как известно, все новое – это хорошо забытое старое, и многие из современных тезисов чем-то напоминают споры западников и славянофилов в России XIX века. Говоря о продуктах и решениях для автоматизации в электроэнергетике, можно сформулировать несколько возможных путей развития.

Рассуждая сегодня о сильных и слабых сторонах «отечественных производителей» и о целесообразности усиления их поддержки под флагом «импортозамещения», стоит тщательно проанализировать само это понятие. Рассмотрим критерии «отечественного производителя».

Не стоит забывать и об экономической составляющей. Чаще всего стоимость решений отечественных производителей ощутимо ниже, чем у западных аналогов.

Безусловно, в нынешней политической и экономической ситуации стоит всячески поддерживать отечественного производителя. Именно такой взвешенный прагматичный подход и гарантирует успешное развитие российской энергетики и всей экономики страны в целом.

На российском рынке на сегодняшний день существует множество производителей выпускающих все необходимое оборудование (устройства релейной защиты, телемеханики, контроллеры, передающие устройства и т.п.) и мы можем полностью переключить свой на отечественных производителей.

В данном дипломном проекте при выборе комплектующим для электроснабжения я давал предпочтения отечественным компонентам. У этих компонентов есть как минимум несколько неоспоримых плюсов перед импортными комплектующими. Во-первых, это цена, большое наличие на нашем рынке, и так же ремонтпригодность. Мой выбор был основан на пандемии 2020 года и программе импортозамещения. Когда предприятия с непрерывным производством не останавливали свою работу. А все транспортные и торговые организации закрылись на карантин. Почти все оборудование (пресса LAEIS, печи и роботы ABB) на компонентах ABB и Schneider Electric, перестали работать из-за нехватки запчастей и специалистов (настройщиков). А все оборудование на обычных магнитных пускателях работали и ремонтировалось электриками 5 разряда.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Выбор вакуумных выключателей, типа ВВТЭ.

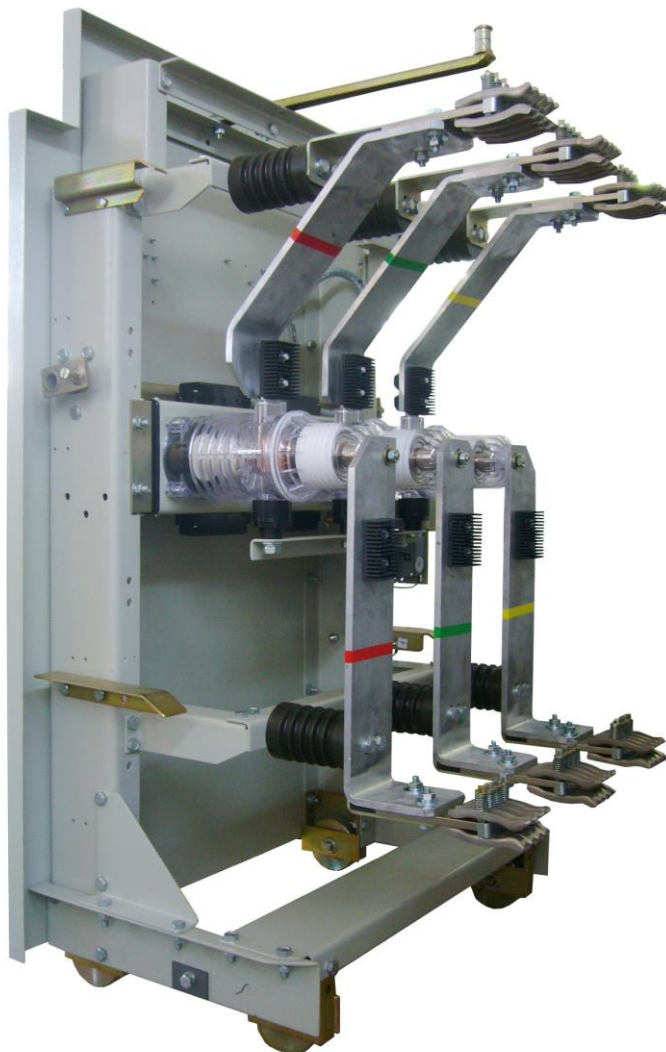


Рисунок 3 – Вакуумных выключателей, типа ВВТЭ.

Область применения

Работа вакуумных выключателей нужна в разных отраслях промышленности, где работают высоковольтные электрические системы.

Их устанавливают в:

- Распределительных подстанциях.
- В плавильных металлургических цехах.
- В трансформаторах нефтегазовой и химических отраслях.
- На электрических системах ЖД транспорта.
- На шахтах и рудниках.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

Лист

11

Но есть и случаи, когда их применение запрещено. Это:

- Помещения с повышенной взрыво- и пожароопасностью.
- Мобильные конструкции.
- Системы электропитания водного транспорта.
- Установки с частой коммутацией.

Достоинства и недостатки

Понимать сильные и слабые стороны важно, для правильной эксплуатации и применения.

Основные достоинства вакуумных выключателей:

- Простота конструкции и монтажа.
- Удобный ремонт путем замены неисправного блока.
- Надежность и износостойкость.
- Низкие энергозатраты и стоимость обслуживания.
- Возможность работы в любом положении в пространстве.
- Компактность.
- Тихая работа.
- Безопасность для экологии окружающей среды – нет вредных химических и других факторов.

Но у вакуумных выключателей есть и ряд недостатков:

- Коммутационные перенапряжения.
- Небольшой ресурс на токи КЗ.
- Стоимость.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Выключатель ABB VD4 12



Рисунок 4 – Вакуумных выключателей, типа ABB VD4 12

Выключатели VD4 используются в распределительных сетях для управления и защиты кабелей, воздушных линий, трансформаторных и распределительных подстанций, двигателей, трансформаторов, генераторов и конденсаторных батарей.

Преимущества:

- Техника вакуумного размыкания
- Вакуумные прерыватели, загерметизированные на весь срок службы
- Извлечение и установка выключателя при закрытой двери
- Возможность применения в системах любого типа
- Выполнение неправильных и опасных операций предотвращается благодаря специальным блокировкам на управлении и на тележке
- Это высоконадежные механизмы управления, так как они характеризуются небольшим количеством компонентов и выпускаются с

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Недостатки:

- Сложная конструкции и монтаж
- Большая стоимость.

Трансформатор ТМ и его конкретное преимущество.

Чем же конкретно хороши трансформаторы ТМ? Исходя из особенностей их конструкции, можно вывести несколько основных преимуществ:

- Максимально простая архитектура и устройство;
- Простое и малозатратное обслуживание;
- Повышенный срок службы.

Простое строение обеспечено тем, что в конструкции отсутствуют подушки воздушного типа и газовые реле. Эти компоненты не слишком надежны и требуют постоянного контроля. При их отсутствии конструкция сильно упрощается. Обслуживаются трансформаторы ТМ становиться дешевле. Средний срок службы составляет не менее 30 лет. Обещанный производителем срок – 40 лет. Любая сертифицированная модель при нормальном режиме работы и должном обслуживании прослужит до полувека. Гарантия на такое оборудование составляет 5 лет.

Трансформатор S9-30/10 – s9-1600/10 chint

S9-30/10 – s9-1600/10 – трехфазные масляные распределительные трансформаторы с регулированием напряжения без возбуждения (пбв) , производства китайской корпорации chint.

Особенности:

Трансформатор как низкая потеря, низкий уровень шума, сильная защита от грома. Все трансформаторы прошли испытания национальным механическим и промышленным бюро и национальной энергетической компанией. Трансформатор в основном используется в сети питания, и проекты распределения питания. Новая структура высоковольтной и низковольтной обмотки, разумное расположение для масляной трубки и соединения, которые увеличивают мощность механической прочности и анти-ярлык.

Недостатки:

- Очень большая цена.
- Отсутствие гарантии на территории РФ.
- Долгие сроки доставки.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Первым этапом проектирования системы электроснабжения является определение электрических нагрузок. По значению электрических нагрузок выбирают и проверяют электрооборудование системы электроснабжения, определяют потери мощности и электроэнергии. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты на систему электроснабжения, эксплуатационные расходы, надежность работы электрооборудования. Результаты расчетов нагрузок являются исходными материалами для всего последующего проектирования.

2.1 Определение расчётных электрических нагрузок

В качестве примера расчета нагрузки на машинах подстанции берём маслосос и начинаем расчёт электрических нагрузок:

1) определяем номинальную мощность для электроприёмника по формуле 1:

$$P_H = P_{\text{пасп.}} \cdot \sqrt{ПВ}, \quad (1)$$

где $P_{\text{пасп.}}$ – паспортная мощность электроприёмника, кВт;

$ПВ$ – продолжительность включения электроприёмника, %.

$$P_H = 4 \cdot \sqrt{1} = 4 \text{ кВт};$$

2) определяем коэффициент использования, пользуясь таблицей 2.1 [2].

$$K_H = 0,8;$$

3) определяем $\tan \varphi$ через $\cos \varphi$ ($\cos \varphi$ находится по справочным материалам, данным в таблице 2.1 [2].

$$\cos \varphi = 0,8$$

$$\tan \varphi = 1,73 \operatorname{tg} \varphi = 0,75;$$

4) рассчитали среднюю нагрузку, максимально нагруженную смену по формуле 2:

$$m = \frac{P_{n \max}}{P_{n \min}}, \quad (2)$$

где $P_{n \max}$ – номинальная мощность самого мощного электроприемника.

$P_{n \min}$ – минимальная мощность одного электроприемника.

$$m = \frac{75,00}{0,18} = 416,7$$

$$P_{\text{см}} = P_H \cdot n \cdot K_H, \quad (3)$$

$$P_{\text{см}} = 12,00 \cdot 0,8 = 9,60 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \tan \varphi, \quad (4)$$

$$Q_{\text{см}} = 9,60 \cdot 0,75 = 7,20 \text{ кВар}$$

Нашли общее число электроприемников по формуле 5:

$$n_3 = \frac{2 \cdot \sum P_n \cdot n}{P_{n \max}}, \quad (5)$$

$$n_3 = \frac{2 \cdot 236,48}{75,00} = 6 \text{ шт.}$$

Принимаем $n_3 = 6$. Электрические нагрузки на шинах подстанции определяю так:

- 1) нашли коэффициент общего использования по формуле:

$$K_{и\ общ} = \frac{\sum P_{см}}{\sum P_{н*п}} \quad (6)$$
$$K_{и\ общ} = \frac{165}{236,48} = 0,7;$$

нашли коэффициент максимума, исходя из значения общего числа электроприемников и коэффициента использования пользуясь таблицей 1.5.3 [1].

Так как $K_{и\ общ} = 0,7$ и $n_3 = 6$, то принимаем: $K_M = 1,23$

Нашли коэффициент максимума, для реактивной мощности пользуясь условием: $K'_M = 1,1$, при $K_{и\ общ} \geq 0,2$, $n_3 < 10$ при $K_{и\ общ} \leq 0,2$, $n_3 \leq 100$.

$$K'_M = 1,0$$

Нашли максимальную активную мощность потребляемую электроприемниками по формуле 7:

$$P_{\max} = \sum P_{см} * K_M, \quad (7)$$
$$P_{\max} = 165 * 1,23 = 203,04 \text{ кВт}$$

Нашли максимальную реактивную мощность потребляемую электроприемниками по формуле 8:

$$Q_{\max} = \sum Q_{см} * K'_M, \quad (8)$$
$$Q_{\max} = 118,06 * 1,1 = 130 \text{ кВар};$$

- 2) нашли полную расчетную мощность по формуле 9:

$$S = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} \quad (9)$$
$$S = \sqrt{203,4^2 + 130^2} = 241,02 \text{ кВа.}$$

Полученные значения приведены в таблице 2 (см. таблицу 2).

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 2 – Расчет электрических нагрузок. Наименование потребителей

Наименование	п, шт	P_n , кВт	$P_n * n$, кВт	K_u	C_o , сF	t_q , F	m	$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВар	$n_э$, шт	K_u общ	K_M	K_M	P_{max} , кВт	Q_{max} , кВар	S, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Электроприемники $U_n=0,4$ кВ																
Маслонасос к-в	3	4,00	12,00	0,8	0,8	0,7		9,60	7,20							
Тиристорный преобр.	3	28,00	84,00	0,8	0,8	0,7		67,20	50,40							
Лубрикаторий к-в	3	0,18	0,54	0,7	0,8	0,7		0,38	0,28							
эл.здвижка к-в	3	0,18	0,54	0,1	0,5	1,7		0,06	0,10							
кран-балка	1	11,90	11,90	0,0	0,5	1,7		0,71	1,24							
шлифов.станок	1	7,50	7,50	0,1	0,5	1,7		0,90	1,56							
трубогиб	1	3,00	3,00	0,1	0,5	1,7		0,42	0,73							
передв.насос	1	75,00	75,00	0,7	0,8	0,7		52,50	39,38							
устан.осушки	2	15,00	30,00	0,7	0,8	0,6		22,50	13,73							
освещение	1	12,00	12,00	0,9	0,9	0,3		10,80	3,46							
Итого 0,4кВ:	19		236,48				416,67	165,07	118,06	6	0,7	10,23	1	203	129,87	241,02
Электроприемники $U_n=6$ кВ																
К-ра №1,2,3	3	630	1890	0,08	0,00	0,00		1512	922,3							
Итого 6кВ:	3		1890				1	1512	922,32	3	0,8	10,1	1	1663,2	1014,55	1948,21
Итого 6+0,4кВ:	22		2 126,5				417,67	1 677,07	1 040,4	9	1,5	20,33	2	1866	1 144,4	2 189,2

2.2 Расчет компенсационной установки

Расчет компенсационной установки для электрических установок $U=0.4$ кВ. Мощность, которую необходимо компенсировать находится по формуле 10:

$$Q_k = P_{\max}(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (10)$$

где $\operatorname{tg} \varphi_2 = 0.35$ для эл.установок $U=0.4$ кВ

$\operatorname{tg} \varphi_1$ – общий для группы эл.приемников коэффициент мощности определяемый по формуле 11:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q_{\max}}{P_{\max}}, \quad (11)$$

$$P_{\max} = 203 \text{ кВт}$$

$$Q_{\max} = 129,87 \text{ кВар}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{129,87}{203} = 0.6$$

$$Q_k = 203(0.6 - 0.35) = 50,75 \text{ кВар}$$

Принимаем для понижения реактивной мощности две конденсаторные батареи КРМ- 0.4 мощностью по 30 кВар

Остаточная реактивная мощность определяется по выражению:

$$Q_2 = Q_{\max} - Q_{\text{кв}} \quad (12)$$

где $Q_{\text{кв}}$ – реактивная мощность компенсирующего устройства

$$Q_2 = 129,87 - 2 * 30 = 69.87 \text{ кВар}$$

Расчетная мощность для выбора силовых трансформаторов после компенсации реактивной мощности составит:

$$S = \sqrt{P_{\max} + Q^2}, \quad (13)$$

$$S = \sqrt{203^2 + 69.87^2} = 214 \text{ кВа}$$

Определяем мощность, которую необходимо компенсировать для потребителей по 6 кВ:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{1014.55}{1663.2} = 0,6$$

$$Q_k = 1663.2 * (0,6 - 0,4) = 332,64 \text{ кВар}$$

Рассчитываем реактивную мощность, которая может быть выработана синхронными электрическими машинами

$$Q_{\text{кв}} = 3 * 0,94 * 630 * 0,61 / 0,92 = 1177,9 \text{ кВар}$$

Таким образом, видно, что синхронные двигателя СДК-2-16-24-12 могут компенсировать электрическую реактивную мощность в достаточном количестве для сети 6 кВ, следовательно, в качестве компенсирующего устройства окончательно принимаем синхронные электродвигателя.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2.3 Выбор силовых трансформаторов

Число и мощность трансформаторов выбирается исходя из категории эл. приемников, средней и максимальной мощностей потребителей, технико-экономического сравнения вариантов числа мощности трансформаторов с учетом приведенных затрат, экономически целесообразного режима работы трансформатора (минимальные потери мощности и электроэнергии, при работе по заданному графику нагрузок).

Для электроприемников приемников 2 категории необходимым условием является бесперебойное электроснабжение и наличие резервного источника питания, поэтому число трансформаторов должно быть не менее двух.

Мощность трансформаторов выбирается так, чтобы при нормальном режиме работы коэффициент загрузки каждого из них был не более 0.7, а в аварийных режимах работы обеспечивать питание потребителей 1 и 2 категории.

Выбор мощности трансформаторов производится с учетом компенсации реактивной энергии.

Коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме работы определяется по выражению 14:

$$K_3 = \frac{S}{n \cdot S_{HT}}, \quad (14)$$

где S_{HT} – номинальная мощность одного трансформатора;

n – количество трансформаторов.

В качестве сравнения выбираю два варианта:

1) ТМ 160 (схема неявного резервирования – оба трансформатора находятся в работе);

2) ТМ 250 (схема явного резервирования – один трансформатор находится в работе, а второй отключен).

$$K_{31} = \frac{241,02}{2 \cdot 160} = 0,7$$

$$K_{32} = \frac{241,02}{1 \cdot 250} = 0,9$$

Данные характеристик силовых трансформаторов приводим в таблице 3 (см. таблицу 3)

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Таблица 3 – Техническая характеристика силовых трансформаторов

Тип Тр-ра	Ном. Мощ- ность, кВА	Номинальное напряжение, кВ		Потери, кВт		U _{кз} , %	I _{хх} , %	К, ты- сруб.
		ВН	НН	ΔP _{хх}	ΔP _{кз}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМ- 160/10	160	6	0.4	0.51	2.65	4.5	2.4	550
ТМ- 250/10	250	6	0.4	0.74	3.7	6.5	2.3	750

Критерием экономичности является минимум годовых приведенных затрат (см. формулу 15):

$$Z = E_k * K + I, \quad (15)$$

где E_к – нормативный коэффициент экономической эффективности;

E_к=0,12;

K – капитальные затраты, руб;

I – ежегодные эксплуатационные издержки, руб.

Капитальные затраты определяются как по формуле 16:

$$K = n * K_0, \quad (16)$$

где n – число трансформаторов;

K₀ – стоимость одного трансформатора.

Ежегодные эксплуатационные издержки (I) складываются из годовых амортизационных затрат (I₁) и стоимости годовых потерь эл.энергии (I₂) (см.формулу 17):

$$I = I_1 + I_2, \quad (17)$$

где K_а – норма отчислений на амортизацию трансформаторов, справочная величина;

K_а =0,063.

$$I_2 = C_0 * \Delta \mathcal{E}, \quad (18)$$

где C₀ – стоимость одного кВт/ч эл.энергии C₀ =2,00 руб./(кВт*ч);

ΔЭ – годовые потери эл.энергии в трансформаторе.

$$\Delta \mathcal{E} = n [(\Delta P_{хх} + K_{им} * I_{хх} * S_{нт} / 100) * T + K_3 * (\Delta P_{кз} + K_{экв} * I_{кз} * S_{нт} / 100) * T_n], \quad (19)$$

где K_{им} – коэффициент изменения потерь, справочная величина;

K_{им}=0,12;

T – время работы трансформатора в год;

T=8760 ч/год;

K_з-коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме;

K_{экв}- коэффициент эквивалентности;

K_{экв}=0,12;

T_н-время наибольших потерь ч/год, которое определяется:

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

$$T_n = (0,124 + T_{\max}/10000)^2 * T, \quad (20)$$

где T_{\max} - это время использования максимальной нагрузки в год

$$T_{\max} = 7000 \text{ ч/год}$$

Приведенные затраты для варианта №1 определяются так (см. формула 20):

$$T_n = (0,124 + 7000/10000)^2 * 8760 = 5948 \text{ ч/год}$$

$$\Delta \mathcal{E} = 2[(0,51 + 0,12 * 2,4 * 160/100) * 8760 + 0,7^2 * 5948 * (2,65 + 0,12 * 4,5 * 160/100)] = 37492 \text{ кВт*ч./год}$$

$$K = 2 * 550000 = 1100000 \text{ руб.}$$

$$И1 = 0,063 * 1100000 = 69300 \text{ руб.}$$

$$И2 = 2,00 * 37492 = 104978 \text{ руб.}$$

$$И = 69300 + 104978 = 174278 \text{ руб.}$$

$$З = 0,12 * 1100000 + 174278 = 306278 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты для варианта №2 определяются так:

$$\Delta \mathcal{E} = 1[(0,74 + 0,12 * 2,3 * 250/100) * 8760 + 0,9^2 * (3,7 + 0,12 * 6,5 * 250/100) * 5948] = 39748 \text{ кВт*ч./год}$$

$$K = 2 * 750000 = 1500000 \text{ руб.}$$

$$И1 = 0,063 * 1500000 = 91500 \text{ руб.}$$

$$И2 = 2,00 * 39748 = 111294 \text{ руб.}$$

$$И = 91500 + 111294 = 202794 \text{ руб.}$$

$$З = 0,12 * 1500000 + 202794 = 382794 \text{ руб.}$$

Все данные расчетов технико-экономических показателей сравнения двух вариантов сводим в таблицу 4 (см. таблицу 4)

Таблица 4 – Технико-экономические показатели двух вариантов

№ варианта	Тп ч/год	Δэ кВт*ч/год	К руб	И1 руб	И2 руб	И Руб	З руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	5948	37492	1100000	69300	104978	174278	306278
2	5948	39748	1500000	91500	111294	202794	382794

Выбираем вариант №1 – схема неявного резервирования с двумя трансформатором ТМ – 160/10 как вариант, имеющий наименьшие затраты.

2.4 Расчет питающей линии на напряжение 6 кВ

По техническим условиям выбор сечения кабелей осуществляется по нагреву расчетным током в нормальном и послеаварийном режимах. Для параллельно работающих линий в качестве расчетного принимается ток послеаварийного режима, когда в работе остается только одна питающая линия.

Определяем расчетный ток в проводнике (см. формулу 21):

$$I_p = \frac{\sum S_n + 2 * S_{нт}}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi}, \text{А} \quad (21)$$

где $S_{нт}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА;

U_n – номинальное напряжение сети,

$\sum S_n$ – суммарная мощность всех электроприемников по бкВ, кВА.

$$I_p = \frac{1948 + 2 * 160}{\sqrt{3} * 6} = 218,2, \text{А}$$

Принимаем для питания кабеля ААШву (3×150), при этом расчетное значение тока не должно превышать значения тока стандартного сечения (см. формулу 22):

$$I_p \leq I_{доп}, \quad (22)$$

$$218,2 < 235 \text{ А}$$

Производим расчет сечения проводника по экономической плотности тока (см. формулу 23):

$$S_э = \frac{I_p/2}{j_{эк}}, \text{мм}^2 \quad (23)$$

где $j_{эк}$ – экономическая плотность тока, зависит от времени работы кабеля в году и материала жил кабеля, а так же изоляции кабеля (для алюминиевых жил $j_{эк} = 1.2 \text{А/мм}^2$), берется из ПУЭ[5].

$$S_{эк} = \frac{218,2/2}{1,2} = 90,9 \text{мм}^2$$

По условию экономической плотности тока принимаю ближайшее стандартное сечение кабеля ААШву (3×95) $I_{доп} = 170 \text{ А}$

Окончательно примем к установке кабель ААШву (3×150).

Производим проверку выбранного сечения проводника на потерю напряжения, потери не должны превышать 5%:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I_p * l * 100}{U_n} * (r_0 * \cos \varphi + x_0 * \sin \varphi), \% \quad (24)$$

где I_p – расчетный ток, А;

η – число трансформаторов;

l – длина кабеля, км;

U_n – номинальное напряжение сети, В;

r_0, x_0 – активное и индуктивное сопротивления линии таблица 1.9.5 [1].

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 218,2 * 0,3 * 100}{6000} * (0,261 * 0,9 + 0,0602 * 0,4) = 0,4 \%$$

$0,4 \leq 5 \%$; а значит, проводник с выбранным сечением проходит по потере напряжения.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Производим расчет кабелей на потребители напряжением 6кВ.

Определяем расчетный ток в проводнике (компрессор №1) (см. формула 25):

$$I_p = \frac{P_H}{\sqrt{3} \times U_H \times \cos \varphi} \quad (25)$$
$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} \times 6 \times 0,9} = 67,7 \text{ (A)}$$

Принимаем к установке кабель ААШВу(3х25)с $I_{доп}=75 \text{ А}$.

Производим выбор проводника по экономической плотности тока (см. формулу 26):

$$S_{э\kappa} = \frac{I_p}{j_{э\kappa}}, \text{ мм}^2 \quad (26)$$
$$S_{э\kappa} = \frac{67,7}{1,4} = 48 \text{ мм}^2$$

По условию экономической плотности тока принимаю ближайшее стандартное сечение кабеля ААШВу (3×50) $I_{доп} = 110 \text{ А}$

Окончательно принимаю к установке кабель ААШВу (3×50).

Производим проверку выбранного сечения проводника на потерю напряжения, потери не должны превышать 5%:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 67,7 * 0,06 * 100}{6000} * (0,625 * 0,9 + 0,0625 * 0,4) = 0,5\%$$

$0,5 \leq 5\%$, а значит, кабель с выбранным сечением удовлетворяет условиям потерь напряжения на линии.

Аналогичным образом произвожу расчет и выбор сечений кабелей от шинпровода до потребителей напряжением 6кВ.

Произвожу расчет кабелей от шинпровода до трансформаторов:

$$I_p = \frac{2 * 160}{\sqrt{3} * 6} = 31,37 \text{ (A)}$$

Принимаем для питания трансформаторов кабели ААШВу (3×16), при этом расчетное значение тока не должно превышать значения тока стандартного сечения:

$$I_p \leq I_{доп},$$
$$31,37 \leq 60 \text{ А}$$

Производим расчет сечения проводника по экономической плотности тока:

$$S_{э\kappa} = \frac{I_p/2}{j_{э\kappa}}, \text{ мм}^2$$

где $j_{э\kappa}$ – экономическая плотность тока, зависит от времени работы кабеля в году и материала жил кабеля, а так же изоляции кабеля (для алюминиевых жил $j_{э\kappa} = 1,6 \text{ А/мм}^2$), берется из [4].

$$S_{э\kappa} = \frac{31,37/2}{1,2} = 13,07 \text{ мм}^2$$

По условию экономической плотности тока принимаю ближайшее стандартное сечение кабеля ААШВу (3×16) $I_{доп} = 60 \text{ А}$

Окончательно принимаем к установке кабель ААШВу (3×16).

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Производим проверку выбранного сечения проводника на потерю напряжения, потери не должны превышать 5%:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 31,37 * 0,01 * 100}{6000} (1,95 * 0,8 + 0,0675 * 0,6) = 0,03\%$$

0,03% < 5% , следовательно, кабель подходит.

2.5 Расчет распределительной линии на напряжение 0.4 кВ

Предварительно все электроприемники разбиваются между распределительными пунктами (РП). При этом нужно руководствоваться следующими соображениями:

1) количество присоединяемых к РП электроприемников не должно превышать количества линейных автоматов РП (т.е. на один автомат присоединяется только один электроприемник, при этом по возможности нужно закладывать резервные линейные автоматы);

2) распределение электроприемников должно соответствовать категории надежности электроснабжения и одновременно подчиняться территориальному принципу (минимальный расход кабельной продукции), т.е. выход из строя одного РП не должен останавливать все технологические цепочки, идущие параллельно и одно РП не должно питать электроприемники находящиеся на значительном удалении друг от друга;

Данные распределения электроприемников по РП заносятся в таблицу 5 (см.таблицу 5)

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Таблица 5 – Данные распределения электроприемников

№ РП (№ схемы)	Наименование ЭП	Кол., шт	P _н , кВт	cos φ	cos φ для РП	I _р , А	∑ I _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8
РП-1 (схема № 054)	Маслонасос к-в	1	4	0,8	0,725	7,2	64,8
	Тиристорный пр-ль	1	28	0,8		58,3	
	Лубрикатор к-в	1	0,18	0,8		0,4	
	Эл.задвижка к-в	1	0,18	0,5		0,6	
	Итого:	4	32,36				
РП-2 (схема № 054)	Маслонасос к-в	1	4	0,8	0,725	7,2	64,8
	Тиристорный пр-ль	1	28	0,8		58,3	
	Лубрикатор к-в	1	0,18	0,8		0,4	
	Эл.задвижка к-в	1	0,18	0,5		0,6	
	Итого:	4	32,36				
РП-3 (схема № 054)	Маслонасос к-в	1	4	0,8	0,725	7,2	64,8
	Тиристорный пр-ль	1	28	0,8		58,3	
	Лубрикатор к-в	1	0,18	0,8		0,4	
	Эл.задвижка к-в	1	0,18	0,5		0,6	
	Итого:	4	32,36				
РП-4 (схема №054)	Кран-балка	1	23,8	0,5	0,6	79,3	143,7
	шлифов.станок	1	7,5	0,5		25,0	
	трубогиб	1	3	0,5		10,0	
	устан.осушки	1	15	0,85		29,4	
	Итого:	4	49,3				
РП-5 (схема №051)	перед.насос	1	75	0,8	0,8	156,2	210,64
	устан.осушки	1	15	0,75		33,33	
	освещение	1	12	0,95		21,05	
	Итого:	3	102				

Производим выбор и расчет кабелей от шинпровода 0,4кВ до РП:

Кабель до РП-1:

Для РП№ 1-3 I_р=64,8 А принимаю кабель АВВГ (3×25+1×16) с I_{доп} = 75А

$$S_{\text{эк}} = \frac{64,8}{1,6} = 40,5 \text{ мм}^2$$

По условию экономической плотности тока принимаю ближайшее стандартное сечение кабеля АВВГ (3×35+1×25) I_{доп} = 90 А

Окончательно принимаем к установке кабель АВВГ (3×35+1×25).

Производим проверку выбранного сечения проводника на потерю напряжения, потери не должны превышать 5%:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 64,8 * 0,02 * 100}{400} * (0,894 * 0,7 + 0,088 * 0,7) = 0,3\%$$

0,3% ≤ 5%; а значит, проводник с выбранным сечением проходит по потере напряжения.

Расчёт кабелей для остальных РП производится аналогично.

Производим выбор и расчет кабелей от шина провода РП-1 до потребителей:

В качестве примера произвожу расчет кабеля питающего маслонасос.

Определим расчетный ток:

$$I_p = \frac{4}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,8} = 7,2 \text{ А}$$

Принимаем к установке кабель АВВГ (4×2,5) с $I_d=19 \text{ А}$

$$7,2 \text{ А} < 19 \text{ А}$$

Производим выбор проводника по экономической плотности тока:

$$S_{\text{эк}} = \frac{7,2}{1,7} = 4,2 \text{ мм}^2$$

По условию экономической плотности тока принимаю ближайшее стандартное сечение кабеля АВВГ (3×4+1×2,5) $I_{\text{доп}} = 27 \text{ А}$

Окончательно принимаем к установке кабель АВВГ (3×4+1×2,5) с $I_d=27 \text{ А}$

Произвожу проверку выбранного сечения проводника на потерю напряжения:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 7,2 * 0,005 * 100}{400} (7,81 * 0,7 + 0,1 * 0,7) = 0,08\%$$

0,08% < 5%, следовательно, кабель с выбранным сечением удовлетворяет условиям потерь напряжения в линии АВВГ(3×4+1×2,5), аналогично произвожу расчет всех электроприемников

Все полученные данные о кабелях заносим в таблицу 6 (см. таблицу 6)

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 6 – Кабельный журнал электроприемников

Наименование	Кол-во	U, кВ	P, кВт	cosФ	Ip, А	Sэк, мм ²	Тип кабеля	S, мм ²	Долг, А	L, км	r ₀ , МОм/м	X ₀ , МОм/м	sinФ	ΔU, %
Ввод №1, №2	2	6	4351	0,8	438	109,5	ААШВх	(2)3х185	540	0,3	0,169	0,0596	0,6	0,648
Трансформатор №1, №2	2	6	100	0,8	19,25	8	ААШВх	3х16	60	0,035	3,12	0,073	0,6	0,1
Компрессор №1	1	6	630	0,8	75,8	47	ААШВх	3х50	110	0,050	0,625	0,0625	0,6	0,060
Компрессор №2	1	6	630	0,8	75,8	47	ААШВх	3х50	110	0,055	0,625	0,0625	0,6	0,064
Компрессор №3	1	6	630	0,8	75,8	47	ААШВх	3х50	110	0,060	0,625	0,0625	0,6	0,070
Компрессор №6	1	6	630	0,8	75,8	47	ААШВх	3х50	110	0,065	0,625	0,0625	0,6	0,076
Компрессор №5	1	6	1000	0,8	120,3	75,2	ААШВх	3х95	170	0,070	0,349	0,0602	0,6	0,077
Компрессор №4	1	6	1000	0,8	120,3	75,2	ААШВх	3х95	170	0,080	0,349	0,0602	0,6	0,087
Мостовой кран	1	0,4	33,9	0,70	69,9	41,1	АВВГ	3х35+1х25	90	0,010	0,894	0,088	0,71	0,2
Токарный станок	1	0,4	11,75	0,80	21,2	12,47	АВВГ	3х16+1х10	60	0,014	1,95	0,095	0,6	0,21
Кран балка	1	0,4	23,8	0,85	40,4	23,76	АВВГ	3х25+1х16	75	0,012	1,25	0,091	0,53	0,09
Калорифер	1	0,4	60,25	0,80	108,7	63,94	АВВГ	3х70+1х50	140	0,016	0,447	0,082	0,6	0,3
РП-1	1	0,4	5,13	0,8	9,28	5,46	АВВГ	3х6+1х4	32	0,01	5,21	0,1	0,6	0,17
Маслонасос	1	0,4	0,6	0,80	1,1	0,65	АВВГ	4х2,5	19	0,015	7,81	0,107	0,6	0,05
Фильтр	1	0,4	0,18	0,80	0,32	0,19	АВВГ	4х2,5	19	0,018	7,81	0,107	0,6	0,02
Подвод	1	0,4	1,3	0,80	2,3	1,35	АВВГ	4х2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,13
Отвод	1	0,4	1,3	0,80	2,3	1,35	АВВГ	4х2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,13
Нагнетатель	1	0,4	1,5	0,8	2,8	1,65	АВВГ	4х2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,15
АТМ	1	0,4	0,25	0,8	0,45	0,26	АВВГ	4х2,5	19	0,025	7,81	0,107	0,6	0,03
РП-2	1	0,4	5,13	0,8	9,28	5,46	АВВГ	3х6+1х4	32	0,01	5,21	0,1	0,6	0,17
Маслонасос	1	0,4	0,6	0,80	1,1	0,65	АВВГ	4х2,5	19	0,015	7,81	0,107	0,6	0,05
Фильтр	1	0,4	0,18	0,80	0,32	0,19	АВВГ	4х2,5	19	0,018	7,81	0,107	0,6	0,02
Подвод	1	0,4	1,3	0,80	2,3	1,35	АВВГ	4х2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,13
Отвод	1	0,4	1,3	0,80	2,3	1,35	АВВГ	4х2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,13
Нагнетатель	1	0,4	1,5	0,8	2,8	1,65	АВВГ	4х2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,15
АТМ	1	0,4	0,25	0,8	0,45	0,26	АВВГ	4х2,5	19	0,025	7,81	0,107	0,6	0,03

Продолжение Таблицы 6

Наименование	Кол-во	U _{кВ}	P _{кВт}	cosФ	Ip, А	S _{кВМ} ²	Тип кабеля	S, мм ²	Дол. А	L, км	r ⁰ , МОм/М	X ⁰ , МОм/М	sinФ	ΔU, %
РП-3	1	0,4	11,89	0,8	21,36	12,56	АВВГ	3x16+1x10	60	0,02	1,95	0,095	0,6	0,29
Маслонасос	1	0,4	4	0,8	7,2	4,2	АВВГ	4x2,5	19	0,01	7,81	0,107	0,6	0,19
Лубрикатор	1	0,4	0,09	0,8	0,16	0,09	АВВГ	4x2,5	19	0,030	7,81	0,107	0,6	0,001
Вып.вентиллятор	1	0,4	2,8	0,8	4,26	2,5	АВВГ	4x2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,23
Передвижной насос	1	0,4	5	0,8	9	5,29	АВВГ	3x6+1x4	32	0,026	5,21	0,1	0,6	0,42
РП-4	1	0,4	11,89	0,8	21,36	12,56	АВВГ	3x16+1x10	60	0,02	1,95	0,095	0,6	0,29
Маслонасос	1	0,4	4	0,8	7,2	4,2	АВВГ	4x2,5	19	0,01	7,81	0,107	0,6	0,19
Лубрикатор	1	0,4	0,09	0,8	0,16	0,09	АВВГ	4x2,5	19	0,030	7,81	0,107	0,6	0,001
Вып.вентиллятор	1	0,4	2,8	0,8	4,26	2,5	АВВГ	4x2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,23
Передвижной насос	1	0,4	5	0,8	9	5,29	АВВГ	3x6+1x4	32	0,026	5,21	0,1	0,6	0,42
РП-5	1	0,4	12,49	0,74	25,56	15,04	АВВГ	3x16+1x10	60	0,04	1,95	0,095	0,67	0,66
Маслонасос	1	0,4	4	0,8	7,2	4,2	АВВГ	4x2,5	19	0,01	7,81	0,107	0,6	0,19
Лубрикатор	1	0,4	0,09	0,8	0,16	0,09	АВВГ	4x2,5	19	0,030	7,81	0,107	0,6	0,001
Вып.вентиллятор	1	0,4	2,8	0,8	4,26	2,5	АВВГ	4x2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,23
Вып.вентиллятор	1	0,4	2,8	0,8	4,26	2,5	АВВГ	4x2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,23
Наждак	1	0,4	2,8	0,5	8,1	4,76	АВВГ	4x2,5	19	0,015	7,81	0,107	0,87	0,2
РП-6	1	0,4	11,39	0,74	22,36	13,15	АВВГ	3x16+1x10	60	0,044	1,95	0,095	0,67	0,63
Маслонасос	1	0,4	4	0,8	7,2	4,2	АВВГ	4x2,5	19	0,01	7,81	0,107	0,6	0,19
Лубрикатор	1	0,4	0,09	0,8	0,16	0,09	АВВГ	4x2,5	19	0,030	7,81	0,107	0,6	0,001
Вып.вентиллятор	1	0,4	2,8	0,8	4,26	2,5	АВВГ	4x2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,23
Вып.вентиллятор	1	0,4	2,8	0,8	4,26	2,5	АВВГ	4x2,5	19	0,020	7,81	0,107	0,6	0,23
Сварильный станок	1	0,4	1,7	0,5	4,9	2,88	АВВГ	4x2,5	19	0,015	7,81	0,107	0,87	0,12

2.6 Расчет токов короткого замыкания

Для расчета токов короткого замыкания составляю часть однолинейной схемы и на ней расставляю точки короткого замыкания

Для расчета токов КЗ рисуем часть однолинейной схемы, на которой проставляем предполагаемые точки КЗ (см. рисунок 3):

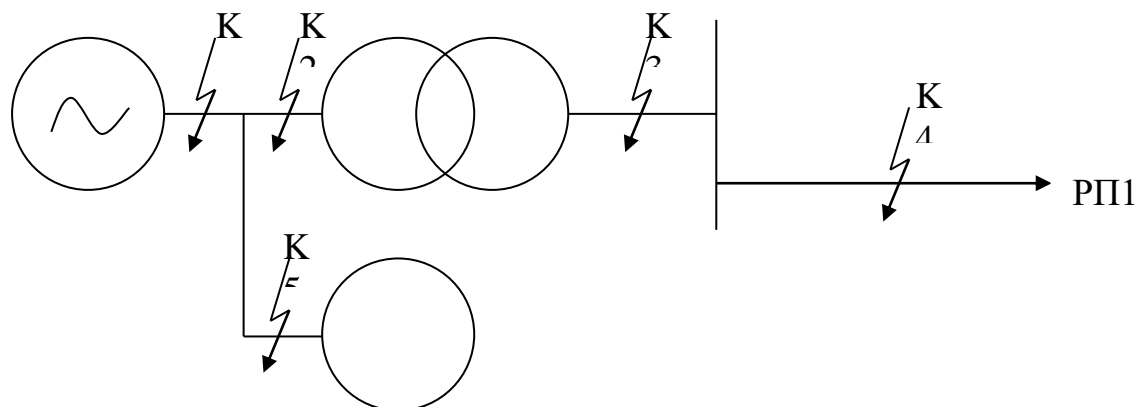


Рисунок 5 – Схема предполагаемых точек КЗ

Рисуем схему замещения, в которой все элементы цепи обозначены в виде активных и индуктивных сопротивлений (см. рисунок 4):

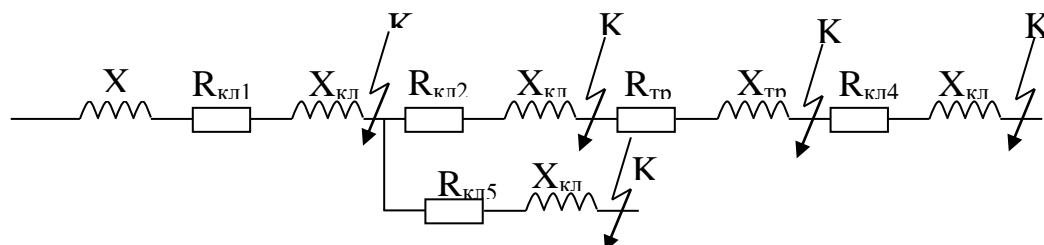


Рисунок 6 – Схема замещения

Задаем исходные величины:

$l_{к11}$ – длина кабельной линии = 300м

$l_{к12}$ = 10м

$l_{к14}$ = 25м

$l_{к15}$ = 60м

$S_{нт}$ – номинальная мощность трансформатора = 160кВА

$U_{кз}$ – напряжение короткого замыкания = 5,5%

$\Delta P_{кз}$ – потери активной мощности = 7,6кВ

$U_{б1}$ – базисное напряжение = 6,3кВ

$U_{б2}$ = 6,3кВ

$U_{б3}$ = 0,4кВ

$U_{б4}$ = 0,4кВ

$U_{б5}$ = 6,3кВ

$S_б$ – базисная мощность = 100МВА

$S_{кз}$ – мощность короткого замыкания = 72МВА

Весь расчет производится в относительных величинах.

Определяем сопротивления в цепях КЗ (от источника питания до конечной точки):

Определяем индуктивное сопротивление источника питания (см. формула 27):

$$X_{*с} = \frac{S_б}{S_{кз}}, \text{ Ом} \quad (27)$$

$$X_{*с} = \frac{100}{72} = 1,38 \text{ Ом}$$

Определяем индуктивное и активное сопротивления кабельной линии (см. формула 28):

$$X_{*кл} = X_0 * l * \frac{S_б}{U_{б1}^2}, \text{ Ом} \quad (28)$$

где X_0 – удельное индуктивное сопротивление, определяем по справочнику, в зависимости от сечения [4];

- длина кабельной линии.

$$X_{*кл} = 0.0602 * 0.3 * \frac{100}{6.3^2} = 0.046 \text{ Ом}$$

$$R_{*кл} = r_0 * l * \frac{S_б}{U_{б1}^2}, \text{ Ом} \quad (29)$$

где r_0 – удельное активное сопротивление, определяем по справочнику [4] .

$$R_{*кл} = 0,261 * 0.3 * \frac{100}{6.3^2} = 0.2 \text{ Ом}$$

Определяем активное и индуктивное сопротивление кабельной линии во 2 точке:

$$X_{*кл2} = 0.0675 * 0.01 * \frac{100}{6.3^2} = 0.001 \text{ Ом}$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$R_{кЛ2} = 1,95 * 0,01 * \frac{100}{6,3^2} = 0,049 \text{ Ом}$$

Определяем индуктивное и активное сопротивления трансформатора (см. формула 30):

$$X_{*тр} = \frac{U_{кз}}{100} * \frac{S_6}{S_{н.т.}}, \text{ Ом} \quad (30)$$

где $S_{н.т.}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА.

$$X_{*тр} = \frac{5,5}{100} * \frac{100}{0,16} = 34,375 \text{ Ом}$$

$$R_{*тр} = \frac{\Delta P_{кз}}{S_{н.т.1}} * \frac{S_6}{S_{н.т.2}}, \text{ Ом} \quad (31)$$

где $S_{н.т.1}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА;

$S_{н.т.2}$ – номинальная мощность трансформатора, МВА.

$$R_{*тр} = \frac{7,6}{160} * \frac{100}{0,16} = 1,206 \text{ Ом}$$

Определяем индуктивное и активное сопротивления кабельной линии питающей РП1:

$$X_{*рп1} = 0,0619 * 0,012 * \frac{100}{0,4^2} = 0,462 \text{ Ом}$$

$$R_{*рп1} = 0,447 * 0,012 * \frac{100}{0,4^2} = 3,352 \text{ Ом}$$

Определяем суммарные сопротивления точки К1 (см. формула 32,33):

$$\sum X_{*1} = X_c + X_{*л1}, \text{ Ом} \quad (32)$$

$$\sum X_{*1} = 1,38 + 0,046 = 1,426 \text{ Ом}$$

$$\sum R_{*1} = R_{*кЛ}, \text{ Ом} \quad (33)$$

$$\sum R_{*1} = 0,2 \text{ Ом}$$

$$\frac{\sum R_1}{\sum X_1} = 0,14 < \frac{1}{3}$$

Определяем суммарные сопротивления точки К2 (см. формула 34):

$$\sum X_{*2} = \sum X_{*1} + X_{кЛ2}, \text{ Ом} \quad (34)$$

$$\sum X_{*2} = 1,426 + 0,001 = 1,427 \text{ Ом}$$

$$\sum R_{*2} = \sum R_{*1} + R_{кЛ2}, \text{ Ом} \quad (35)$$

$$\sum R_{*2} = 0,2 + 0,049 = 0,249 \text{ Ом}$$

$$\frac{\sum R_2}{\sum X_2} = 0,17 < \frac{1}{3}$$

Определяем суммарные сопротивления точки К3 (см. формула 36):

$$\sum X_{*3} = \sum X_{*л2} + X_{т}, \text{ Ом} \quad (36)$$

$$\sum X_{*3} = 1,427 + 34,375 = 35,802 \text{ Ом}$$

$$\begin{aligned} \sum R_{*3} &= \sum R_{*2} + R_T, \text{ Ом} \\ \sum R_{*3} &= 0,249 + 1,206 = 1,455 \text{ Ом} \\ \frac{\sum R_3}{\sum X_3} &= 0,04 < \frac{1}{3} \end{aligned} \quad (37)$$

Определяем суммарные сопротивления точки К4(см. формула 38,39):

$$\begin{aligned} \sum X_{*4} &= \sum X_{*T} + X_{pp1}, \text{ Ом} \\ \sum X_{*4} &= 35.802 + 1.37 = 37.172 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (38)$$

$$\begin{aligned} \sum R_{*4} &= \sum R_{*T} + R_{pp1}, \text{ Ом} \\ \sum R_{*4} &= 1.455 + 19.96 = 15.415 \text{ Ом} \\ \frac{\sum R_4}{\sum X_4} &= 0,41 > \frac{1}{3} \end{aligned} \quad (39)$$

Определяем суммарные сопротивления точки К5(см. формула 40,41):

$$\begin{aligned} \sum X_{*5} &= \sum X_{*1} + X_{к-р}, \text{ Ом} \\ \sum X_{*5} &= 1,426 + 0,0012 = 1,427 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} \sum R_{*5} &= \sum R_{*1} + R_{тр}, \text{ Ом} \\ \sum R_{*5} &= 0,2 + 0,18 = 0,38 \text{ Ом} \\ \frac{\sum R_2}{\sum X_2} &= 0,28 < \frac{1}{3} \end{aligned} \quad (41)$$

Определяем периодическую составляющую КЗ в заданных точках (см. формула 42):

$$I_{no} = \frac{I_6}{Z}, \text{ А} \quad (42)$$

где Z – активное сопротивление участка, Ом., определяется по формуле 43:

$$Z = \sqrt{\sum X^2 + \sum R^2} \quad (43)$$

При условии, что $\frac{\sum R}{\sum Z} \geq \frac{1}{3}$, $Z = \sum X$

$$Z_1 = \sum X_1 = 1.426 \text{ Ом}$$

$$Z_2 = \sum X_2 = 1.427 \text{ Ом}$$

$$Z_3 = \sum X_3 = 35.802 \text{ Ом}$$

$$Z_4 = \sqrt{37.172^2 + 15.415^2} = 40.24 \text{ Ом}$$

$$Z_5 = \sum X_5 = 1.427 \text{ Ом}$$

I_6 – базисный ток в расчетных точках, определяется по формуле 44:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \text{ кА} \quad (44)$$

$$I_{\delta 1} = I_{\delta 2} = I_{\delta 5} = \frac{100}{\sqrt{3} * 6,3} = 9,34 \text{ кА}$$

$$I_{\delta 3} = I_{\delta 4} = \frac{100}{\sqrt{3} * 0,4} = 147,06 \text{ кА}$$

$$I_{\text{по}1} = \frac{9,34}{1,426} = 6,54 \text{ кА}$$

$$I_{\text{по}2} = \frac{9,34}{1,427} = 6,53 \text{ кА}$$

$$I_{\text{по}3} = \frac{147,06}{35,802} = 4,1 \text{ кА}$$

$$I_{\text{по}4} = \frac{147,06}{40,24} = 3,65 \text{ кА}$$

$$I_{\text{по}5} = \frac{9,34}{1,427} = 6,54 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток в расчетных точках (см. формула 45):

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} * K_y * I_{\text{по}}, \text{кА} \quad (45)$$

где K_y – коэффициент ударный, определяем по кривым в зависимости от соотношения $\frac{\sum R}{\sum X}$. [2]

$$K_{y1} = 1,63$$

$$K_{y2} = 1,54$$

$$K_{y3} = 1,85$$

$$K_{y4} = 1,23$$

$$K_{y5} = 1,35$$

$$i_{\text{уд}1} = \sqrt{2} * 1,63 * 6,54 = 15,07 \text{ кА}$$

$$i_{\text{уд}2} = \sqrt{2} * 1,54 * 6,53 = 14,22 \text{ кА}$$

$$i_{\text{уд}3} = \sqrt{2} * 1,85 * 4,1 = 10,72 \text{ кА}$$

$$i_{\text{уд}4} = \sqrt{2} * 1,23 * 3,65 = 6,34 \text{ кА}$$

$$i_{\text{уд}5} = \sqrt{2} * 1,35 * 6,54 = 12,48 \text{ кА}$$

Определяем мощности КЗ в заданных точках (см. формула 46):

$$S_{\text{кз}} = \sqrt{3} * U_{\delta} * I_{\text{по}}, \text{МВА} \quad (46)$$

$$S_{\text{кз}1} = \sqrt{3} * 6,3 * 15,07 = 164,44 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{кз}2} = \sqrt{3} * 6,3 * 14,22 = 155,16 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{кз}3} = \sqrt{3} * 0,4 * 10,72 = 7,42 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{кз}4} = \sqrt{3} * 0,4 * 6,34 = 4,39 \text{ МВА}$$

$$S_{\text{кз}5} = \sqrt{3} * 6,3 * 12,48 = 136,18 \text{ МВА}$$

Полученные расчетные данные по токам короткого замыкания заносим в таблицу 7 (см.таблицу 7).

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Таблица 7 – Расчетные данные токов короткого замыкания

Точка КЗ	$I_{по}, \text{кА}$	$i_{уд}, \text{кА}$	$Z, \text{Ом}$	$S_{кз}, \text{МВА}$
1	2	3	4	5
К1	6,54	15,07	1,426	164,44
К2	6,53	14,22	1,427	155,16
К3	4,1	10,72	35,802	7,42
К4	3,65	6,34	40,24	4,39
К5	6,54	12,48	1,427	136,18

2.7 Выбор коммутационной аппаратуры

На напряжение выше 1000 В.

Выбор выключателя напряжением 6кВ

На вводах в распределительное устройство напряжением 6 кВ принимаю к установке вакуумный выключатель типа ВВТЭ-10-630-31. Проверку номинальных параметров выключателя привожу в таблице 8 (см.таблицу 8)

Таблица 8 – Проверка номинальных параметров выключателя ВВТЭ-10-630-31, УХЛ2

Условия выбор	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению $U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном}=10\text{кВ}$	$U_{сети}=6\text{кВ}$
По номинальному току: $I_{ном} \geq I_{расч}$	$I_{ном}=630\text{А}$	$I_{расч}=218,2\text{А}$
$I_{откл} \geq I_{по}$	$I_{откл}=31,5\text{кА}$	$I_{по}=6,54 \text{кА}$
$I_{пред.скв.} \geq I_{по}$	$I_{пред.скв.}=31,1\text{кА}$	$I_{по}=6,54 \text{кА}$
На динамическую стойкость при КЗ: $i_{н.дин.} \geq i_y$	$i_{н.дин.}=80\text{кА}$	$i_y=15,07 \text{кА}$
На термическую стойкость: $I_T^2 * t_T \geq B$	$31,5^2 * 4 = 3969 \text{кА}^2 * \text{с}$	$B = 48,33 \text{кА}^2 * \text{с}$
По отключающей способности: $S_n \geq S_p$	$S_n = \sqrt{3} * I_{н.отк} * U_n$ $S_n = \sqrt{3} * 31,5 * 10 = 535$ МВА	$S_p = 164,44\text{МВА}$

где B – тепловой импульс тока короткого замыкания, определяется по следующей формуле 47:

$$B = I_{\text{по}}^2 * (t_{\text{отк}} + T_a), \text{кА}^2 * \text{с}, \quad (47)$$

где $t_{\text{отк}}$ – время отключения выключателя, которое складывается из двух параметров и определяется по формуле 48:

$$t_{\text{отк}} = t_{\text{в}} + t_{\text{РЗА}}, \text{с} \quad (48)$$

где, $t_{\text{в}}$ – время отключения выключателя, принимается 0,12с

$t_{\text{РЗА}}$ – время срабатывания релейной защиты и автоматики,

$$t_{\text{РЗА}} = 1 \text{ с}$$

$$T_a = 0,01 \text{ с}$$

$$t_{\text{отк}} = 0,12 + 1 = 1,112 \text{ с}$$

$$B = 6,54^2 * (1,12 + 0,01) = 48,33 \text{ кА}^2 * \text{с}$$

Вывод: выбранный выключатель проходит по всем параметрам в аварийном режиме работы и принимается к установке.

Аналогичные расчеты производим для выбора выключателей от шины распределительного устройства напряжением 6 кВ до компрессоров.

Принимаем к установке на высоковольтные электроприемники вакуумный выключатель типа ВВТЭ-10-630-31, УХЛ2. Результаты расчетов привожу в таблице 9 (см.таблицу 9).

Таблица 9 – Проверка номинальных показателей выключателя ВВТЭ-10-630-31УХЛ2

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{сети}}$	$U_{\text{ном}}=10\text{кВ}$	$U_{\text{сети}}=6\text{кВ}$
По номинальному току: $I_{\text{ном}} \geq I_{\text{расч}}$	$I_{\text{ном}}=630\text{А}$	$I_{\text{расч}}= 67,7 \text{ А}$
$I_{\text{откл}} \geq I_{\text{по}}$	$I_{\text{откл}}=31,5\text{кА}$	$I_{\text{по}}=6,54 \text{ кА}$
$I_{\text{пред.скв.}} \geq I_{\text{по}}$	$I_{\text{пред.скв.}}=31,5\text{кА}$	$I_{\text{по}}=6,54 \text{ кА}$
На динамическую стойкость при КЗ: $i_{\text{н.дин.}} \geq i_{\text{у}}$	$i_{\text{н.дин.}}=80 \text{ кА}$	$i_{\text{у}}=12,48 \text{ кА}$
На термическую стойкость: $I_{\text{т}}^2 * t_{\text{т}} \geq B$	$31,5^2 * 4 = 3964 \text{кА}^2 * \text{с}$	$B = 44,05 \text{кА}^2 * \text{с}$
По отключающей способности: $S_{\text{н}} \geq S_{\text{р}}$	$S_{\text{н}} = \sqrt{3} * I_{\text{н.отк}} * U_{\text{н}}$ $S_{\text{н}} = \sqrt{3} * 10 * 31,5 = 535$ мВА	$S_{\text{р}} = 136,18 \text{мВА}$

$$t_{откл} = 0,12 + 0,9 = 1,02 \text{ с.}$$

$$B = 6,54^2 \cdot (1,02 + 0,01) = 44,05 \text{ кА}^2\text{с}$$

Принимаем к установке на трансформаторы вакуумный выключатель типа ВВТЭ-10-630-31УХЛ2. Результаты расчетов привожу в таблице 10 (см. таблицу 10).

Таблица 10 – Проверка номинальных показателей выключателя ВВТЭ-10-630-31УХЛ2

Условия выбор	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению $U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$	$U_{сети} = 6 \text{ кВ}$
По номинальному току: $I_{ном} \geq I_{расч}$	$I_{ном} = 630 \text{ А}$	$I_{расч} = 31,37 \text{ А}$
$I_{откл} \geq I_{по}$	$I_{откл} = 31,5 \text{ кА}$	$I_{по} = 6,53 \text{ кА}$
$I_{пред.скв.} \geq I_{по}$	$I_{пред.скв.} = 31,5 \text{ кА}$	$I_{по} = 6,53 \text{ кА}$
На динамическую стойкость при КЗ: $i_{н.дин.} \geq i_y$	$i_{н.дин.} = 80 \text{ кА}$	$i_y = 14,22 \text{ кА}$
На термическую стойкость: $I_T^2 \cdot t_T \geq B$	$31,5 \cdot 4 = 3964 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B = 43,92 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$
По отключающей способности: $S_H \geq S_p$	$S_H = \sqrt{3} \cdot I_{н.отк} \cdot U_H$ $S_H = \sqrt{3} \cdot 31,5 \cdot 10 = 535$ мВА	$S_p = 155,16 \text{ мВА}$

$$t_{откл} = 0,12 + 0,9 = 1,02 \text{ с.}$$

$$B = 6,53^2 \cdot (1,02 + 0,01) = 43,92 \text{ кА}^2\text{с}$$

Вывод: выбранные выключатели для компрессоров и трансформаторов проходят по всем параметрам в аварийном режиме работы и принимаем к установке.

Выбор шины напряжением 6 кВ

Выбираем однополосные шины по току АТ 50×6 с током допустимым 740 (выбираю по таблице 1.3.31 [4] .

Динамическое усилие, действующее на шину при трехфазном коротком замыкании определяется по формуле 49:

$$F = \sqrt{3} * \frac{i_y^2}{a} * 10^{-7}, \text{Н/м} \quad (49)$$

где a – расстояние между фазами (принимаю $a = 0,3\text{м}$);

$$F = \sqrt{3} * \frac{15070^2}{0,3} * 10^{-7} = 131,1 \text{ Н/м}$$

Момент сопротивления одной полосы определяется по формуле 50:

$$W = \frac{h^2 * b}{6}, \text{см}^3 \quad (50)$$

$$W = \frac{5^2 * 0,6}{6} = 2,5, \text{см}^3$$

Напряжение, в материале шины возникающее при воздействии изгибающего момента определяется по формуле 51:

$$\sigma = \frac{F * L}{10 * W}, \text{МПа}; \quad (51)$$

где L – длина пролета между опорными изоляторами шины конструкции (принимаю равной 0,9м).

$$\sigma = \frac{131,1 * 0,9}{10 * 2,5} = 4,7 \text{ МПа}$$

При этом должно выполняться следующее условие $\sigma_{\text{расч}} \leq \sigma_{\text{доп}}$

Расчетное напряжение сравниваю с допустимым $\sigma_{\text{доп}} = 75 \text{ МПа}$

$4,7 \leq 75$, т.е. шина динамически устойчива.

Произвожу проверку шины на термическую стойкость (см. формула 52):

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B}}{C}, \text{мм}^2 \quad (52)$$

где S_{min} – это минимально допустимое сечение шины - термическое динамическое действие токов короткого замыкания, $C = 91 \text{ А} * \text{с}^{-1} / \text{мм}^2$.

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{48,33 * 10^6}}{91} = 76,39 \text{ мм}^2$$

Проверяем выполнение следующего условия $S_{\text{min}} \leq S_{\text{расч}}$.

$76,39 \leq 300$, т.е. выбранная шина термически устойчива.

Выбор трансформаторов тока по высокой стороне напряжением равным 6кВ.

Принимаем к установке трансформатор тока типа ТЛМ-6УТЗ 400/5 в таблице 11 (см.таблицу 11).

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Таблица 11 – Проверка трансформатора тока ТЛМ-6УТЗ 400/5

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению: $U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном}=6кВ$	$U_{сети}=6кВ$
По номинальному току: $I_{ном} \geq I_{расч}$	$I_{ном}=400 А$	$I_{расч}=266$
По динамической стойкости при КЗ: $i_{н.дин.} \geq i_y$ или $\sqrt{2} * K_{дин} * I_{ном} \geq i_y$ $i_{н.дин.}$ - ток электродинамической стойкости $K_{дин}$ кратность электродинамической стойкости $I_{ном}$ - номинальный первичный ток	$\sqrt{2} * 45 * 400 = 25.45 кА$	$i_y=14,35 кА$
По термической стойкости: $I_{терм}^2 * t_{терм} \geq B$ или $(I_{ном} * K_T)^2 * t_{терм} \geq B$, где $I_{терм}^2$ - допустимый ток термической стойкости, кА $t_{терм}$ - допустимое время термической стойкости, с K_T - кратность термической стойкости	$(0,8*15)^3 * 4 = 691 кА^2 * с$	$B = 48,33 кА^2 * с$
По вторичной нагрузке: $\Gamma_{2н} \geq \Gamma_{2р}$ Где $\Gamma_{2н}$ - номинальная нагрузка требуемая в классе точности	$\Gamma_{2н}=0,4 Ом$	$\Gamma_{2ном}=0,28 Ом$

Определим расчетную вторичную нагрузку для данного трансформатора тока исходя из следующих условий: схему соединения трансформаторов тока принимаем «Неполную звезду»; приборы, подключаемые к трансформатору тока: амперметр, счетчик активной и счетчик реактивной энергии, ваттметр. Расчет нагрузки приборов привожу в таблице 12 (см. таблицу 12)

Таблица 12 – Расчет нагрузки трансформатора тока

Прибор	Нагрузка по фазам, ВА		
	А	В	С
1	2	3	4
Амперметр	0,5	-	-
Ваттметр	0,5	-	0,5
Счетчик активной энергии	2,5	-	2,5
Счетчик реактивной энергии	2,5	-	2,5
Итого	6	-	5,5

Наиболее загруженная фаза – фаза А

$$S_{\text{приб}} = 6 \text{ ВА}$$

Тогда сопротивление приборов рассчитывается по формуле 53:

$$R_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_{\text{ном}}^2}, \quad (53)$$

где $I_{\text{ном}}$ – ток вторичной обмотки трансформатора тока.

$$R_{\text{приб}} = \frac{6}{6,45^2} = 0,14 \text{ Ом}$$

Определяю максимально возможное сопротивление соединительных проводов в классе точности 0,5 по формуле 54:

$$R_{\text{пров.}} = r_{2\text{ном}} - R_{\text{приб}} - R_{\text{кон}}, \text{ Ом} \quad (54)$$

где $R_{\text{кон}}$ – контактное сопротивление ($R_{\text{кон}} = 0,1$).

$$R_{\text{пров.}} = 0,28 - 0,14 - 0,1 = 0,04, \text{ Ом}$$

Сечение соединительных проводов трансформатора тока определяется по формуле 55:

$$S_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot L}{R_{\text{пров}}}, \quad (55)$$

где L – расчетная длина проводов, для ячеек КРУ принимаемых к установке длина равна 6 метров (для схемы “неполная звезда”);

– удельное сопротивление материала провода.

Принимем сечение провода равно 4 мм², тогда сопротивление провода равно

$$S_{\text{пров}} = \frac{0,0283 \cdot 6}{4} = 0,04, \text{ Ом};$$

при этом расчетная вторичная нагрузка трансформатор тока определяется по формуле 56:

$$r_{2\text{ном}} = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{конт}}, \text{ Ом}, \quad (56)$$

$$r_{2\text{ном}} = 0,14 + 0,1 + 0,04 = 0,28 \text{ Ом}$$

Вывод: выбранный трансформатор тока проходит по всем критериям выбора и принимается к установке.

Выбор проходных и опорных изоляторов на напряжение 6кВ

Выбираем опорный изолятор типа ИП-6-375УЗ и проходной изолятор типа ИП-6/400-375 УХЛ (см. таблицу 13).

Таблица 13 – Проверка опорных изоляторов

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{сети}}$	$U_{\text{НОМ}}=6\text{кВ}$	$U_{\text{сети}}=6\text{кВ}$
$0,6 * F_{\text{разр}} \geq F_{\text{р}}$	$0,6*375=255\text{Н}$	$F_{\text{р}} =118,007 \text{ Н}$

$$F_{\text{р}} = \sqrt{3} * \frac{k_{\text{н}} * i_{\text{у}}^2 * L}{a} * 10^{-7}, \text{Н} \quad (57)$$

где $k_{\text{н}}$ – поправочный коэффициент на высоту шины (при расположении плашмя $k_{\text{н}} = 1$).

$$F_{\text{р}} = \sqrt{3} * \frac{1 * (15,07 * 10^3)^2 * 0,9}{0,3} * 10^{-7} = 118,007 \text{ Н}$$

Таблица 14 – Проверка проходных изоляторов

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{сети}}$	$U_{\text{НОМ}}=6\text{кВ}$	$U_{\text{сети}}=6\text{кВ}$
$I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{расч}}$	$I_{\text{НОМ}}=400\text{А}$	$I_{\text{расч}}=218,2 \text{ А}$
$0,6 * F_{\text{разр}} \geq F_{\text{р}}$	$0,6*375=225 \text{ Н}$	$F_{\text{р}}=59 \text{ Н}$

$$F_{\text{р}} = 0,5 * \sqrt{3} * \frac{k_{\text{н}} * i_{\text{у}}^2 * L}{a} * 10^{-7}, \text{Н} \quad (58)$$

$$F_{\text{р}} = 0,5 * \sqrt{3} * \frac{1 * (15,07 * 10^3)^2 * 0,9}{0,3} * 10^{-7} = 59 \text{ Н}$$

Вывод: выбранные изоляторы проходят по всем условиям и принимаются к установке.

Производим выбор трансформатора напряжения на напряжение 6кВ.

Принимем к установки трансформатор напряжения типа НОМ-6 (см.таблицу 15 и 16)

Таблица 15.Проверка трансформатора тока НОМ-6

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчётный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению: $U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{сети}}$	$U_{\text{НОМ}} = 6 \text{ кВ}$	$U_{\text{сети}} = 6 \text{ кВ}$

Таблица 16. Технические данные трансформатора тока НОМ-6

Тип	Номинальное напряжение, В		Номинальная мощность, ВА, в классе точности			Максимальная мощность, ВА
	ВН	НН	0,5	1,0	3,0	
1	2	3	4	5	6	7
НОМ-6	6000	100	50	75	200	400

Выбранный трансформатор напряжения проходит по всем критериям, и мы принимаем его к установке.

Производим выбор токоограничивающих предохранителей на напряжение 6кВ. Примем к установке предохранитель типа ПКТ101-6-40УЗ (см.таблицу 17)

Таблица 17 Проверка предохранителя типа ПКТ101-6-40УЗ.

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчётный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению: $U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном} = 6 \text{ кВ}$	$U_{сети} = 6 \text{ кВ}$
По номинальному току: $I_{ном} \geq I_{дл.доп.}$	$I_{ном} = 2 \text{ А}$	$I_{дл.доп} = 0,2 \text{ А}$
$I_{откл} \geq I_{но.}$	$I_{откл} = 40 \text{ А}$	$I_{но.} = 6,53 \text{ А}$

2.8 Выбор коммутационной аппаратуры напряжением 0,4 кВ

Выбор коммутационной аппаратуры напряжением 0,4 кВ

Расчетный ток по стороне низкого напряжения определяется по формуле 59:

$$I_p = \frac{n \cdot S_{HT}}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \text{ А} \quad (59)$$

где n – число трансформаторов;

S_{HT} – номинальная мощность трансформатора, кВА;

U_H – номинальное напряжение сети, кВ.

$$I_p = \frac{2 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 461 \text{ А}$$

Выбор шины на напряжение 0,4кВ

Производим аналогичный расчет как при выборе шины напряжением 6 кВ.

Выбираем однополосные шины по току АТ 40×4 с током допустимым 480 А (выбираю по таблице 1.3.31 [4]).

$$F = \sqrt{3} \cdot \frac{10720^2}{0,3} \cdot 10^{-7} = 63,7 \text{ Н/м}$$

$$W = \frac{4^2 \cdot 0,4}{6} = 1,1 \text{ см}^3$$

$$\sigma = \frac{63,7 \cdot 0,9}{10 \cdot 1,1} = 5,2 \text{ МПа}$$

Расчетное напряжение сравниваю с допустимым $\sigma_{доп}=75$ МПа $5,2 \leq 75$ МПа, т.е. шина динамически устойчива.

$$S_{min} = \frac{\sqrt{10,72 \cdot 10^6}}{91} = 35,9 \text{ мм}^2$$

Проверяем выполнение следующего условия $S_{min} \leq S_{расч}$.

$35,9 \leq 120$, т.е. выбранная шина термически устойчива.

Выбор трансформаторов тока

На стороне низкого напряжения принимаю трансформатор тока марки ТШ-0,66 , расчетные и номинальные данные заносу в таблицу 18 (см.таблицу 18)

Таблица 18 – Проверка трансформаторов ТШ-0,66

Условие выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
$U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном}=0,66\text{кВ}$	$U_{сети}=0,4\text{кВ}$
По вторичной нагрузке: $r_{2н} \geq r_{2р}$	$r_{2н}=0,4 \text{ Ом}$	$r_{2р}=0,28 \text{ Ом}$

Выбранный трансформатор тока проходит по всем условиям и принимается к установке.

Выбор автоматических выключателей

Принимаем к установке на вводах автоматический выключатель типа АЗ740Б с $I_p=630$ А (см.таблицу 19)

Таблица 19 – Проверка автоматических выключателей типа АЗ740Б.

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчётный параметр
1	2	3
По номинальному напряжению: $U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном} = 0,4$ кВ	$U_{сети} = 0,4$ кВ
По номинальному току: $I_{ном} \geq I_{расч}$	$I_{ном} = 630$ А	$I_p = 461$ А
По динамической стойкости при КЗ: $i_{н.дин.} \geq i_y$	$i_{н.дин.} = 100$ кА	$i_y = 10,72$ кА
$I_{н.отк} \geq I_{по}$	$I_{н.отк} = 100$ кА	$I_{по} = 4,1$ кА

Аналогично выбираем автоматический выключатель между секциями шин напряжением 0,4кВ с условием, что ток проходящий через него будет равен длительному току максимально загруженной шины.

Принимем к установке автоматический выключатель типа АЗ740Б с $I_p=630$ А.

Аналогично производим выбор автоматических выключателей от секции шин 0,4 кВ к РП, БСК, и к другим электроприемникам. Результаты расчетов приводим в таблицу 20 (см.таблицу 20).

Таблица 20 – Проверка опорных изоляторов ИО-1-2000УЗ(ТЗ)

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
$U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном}=1$ кВ	$U_{сети}=0,4$ кВ
$0,6 * F_{разр} \geq F_p$	$0,6*250=150$ Н	$F_p = 59,7$

$$F_p = \sqrt{3} * \frac{1 * (10720)^2 * 0,9}{0,3} * 10^{-7} = 59,7 \text{ Н}$$

Таблица 21 – Проверка проходных изоляторов ИП-10/630-750-IV ХЛ Т2

Условия выбора	Номинальный параметр	Расчетный параметр
1	2	3
$U_{ном} \geq U_{сети}$	$U_{ном}=10$ кВ	$U_{сети}=0,4$ кВ
$I_{ном} \geq I_{расч}$	$I_{ном}=630$ А	$I_{расч}=461$ А
$0,6 * F_{разр} \geq F_p$	$0,6*750=450$ Н	$F_p = 29,8$ Н

$$F_p = 0,5 * \sqrt{3} * \frac{1 * (10720) * 0,9}{0,3} * 10^{-7} = 29,8 \text{ Н}$$

Вывод: выбранные изоляторы проходят по всем условиям и принимаются к установке.

По расчетным данным полученным при расчете питающих линий и кабельный журнал в таблице 6 выбираем коммутационную аппаратуру распределительной сети 0,4 кВ, все результаты выбора сводим в таблицу 22 (см.таблицу 22).

Таблица 22 – Выбор коммутационной аппаратуры 0,4кВ на отходящих линиях.

Наименование ЭП	Кол -во	U _н , кВ	P _н , кВт	I _p , А	Тип выключателя	И _{н.р} , А	Тип магнитного пускателя	И _н , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ввод №1,2	2	0,4	160	461	А3740Б	630		
Секционник	1	0,4	160	231	А3740Б	400		
РП-1	1	0,4	32,36	64,8	АЕ2056	80		
Маслонасос	1	0,4	4	7,2	АЕ2026	8	ПМЛ-1200	10
Тиристо.прео.	1	0,4	28	58,3	АЕ2056	63	ПМЛ-4200	63
Лубрикатор	1	0,4	0,18	0,4	АЕ2026	0,6	ПМЛ-1200	10
Эл.задвижка	1	0,4	0,18	0,6	АЕ2026	0,8	ПМЛ-1200	10
РП-2	1	0,4	32,36	64,8	АЕ2056	80		
Маслонасос	1	0,4	4	7,2	АЕ2026	8	ПМЛ-1200	10
Тиристо.прео.	1	0,4	28	58,3	АЕ2056	63	ПМЛ-4200	63
Лубрикатор	1	0,4	0,18	0,4	АЕ2026	0,6	ПМЛ-1200	10
Эл.задвижка	1	0,4	0,18	0,6	АЕ2026	0,8	ПМЛ-1200	10
РП-3	1	0,4	32,36	64,8	АЕ2056	80		
Маслонасос	1	0,4	4	7,2	АЕ2026	8	ПМЛ-1200	10
Тиристо.прео.	1	0,4	28	58,3	АЕ2056	63	ПМЛ-4200	63
Лубрикатор	1	0,4	0,18	0,4	АЕ2026	0,6	ПМЛ-1200	10
Эл.задвижка	1	0,4	0,18	0,6	АЕ2026	0,8	ПМЛ-1200	10
РП-4	1	0,4	49,3	143,7	А3720Б	250	-	
Кран-балка	1	0,4	23,8	79,3	АЕ2056	80	ПМЛ-5200	80
Шлиф.станок	1	0,4	7,5	25	АЕ2056	31	ПМЛ-3200	40
Трубогиб	1	0,4	3	10	АЕ2046	12,5	ПМЛ-2200	25
Устан.осушки	1	0,4	15	29,4	АЕ2056	31,5	ПМЛ-3200	40
РП-5	1	0,4	102	210,64	А3720Б	250		
Перед.насос	1	0,4	75	156,2	А3720Б	160	ПМЛ-7200	200
Устан.осушки	1	0,4	15	33,33	АЕ2056	40	ПМЛ-3200	40
освещение	1	0,4	12	21,05	АЕ2056	25	ПМЛ-2200	25

2.9 Расчет защитной аппаратуры

Для примера рассчитываем релейную защиту и автоматику силового трансформатора (ТМ-160/10).

Защита силового трансформатора осуществляется защитами, действующими на отключение вакуумного выключателя по стороне 6кВ:

- 1) максимальная токовая защита (МТЗ);
- 2) защита от перегрузки (с действием на отключение);
- 3) защита от однофазных замыканий на землю.

Расчет токовой отсечки

Токовая отсечка является разновидностью максимальной токовой защиты (МТЗ) и действует мгновенно (без выдержки времени). Ток срабатывания реле определяется по формуле 59:

$$I_{cp} = \frac{k_{зап} * I_{кз\ max} * k_{сх}}{k_{тт}}, \text{ А} \quad (59)$$

где $k_{тт}$ – коэффициент трансформаций трансформаторов тока, для трансформатора $k_{тт} = 80$;

$k_{зап}$ – коэффициент запаса, для реле типа РТ-40 $k_{зап} = 1,2-1,3$;

$k_{сх}$ – коэффициент схемы (для «неполной звезды» $k_{сх} = 1$);

$I_{кз\ max}$ – максимальное значение тока КЗ в точке перед трансформатором.

$$I_{cp} = \frac{1,3 * 14220 * 1}{80} = 193,6 \text{ А}$$

Принимаем токовое реле типа РТ-40/200 (предел уставок от 50 до 200 А). Расчет защиты от перегруза.

Для защиты от перегруза устанавливаю токовое реле в одну из фаз. Продолжительность срабатывания защиты от перегруза выбирается на 30% больше продолжительности пуска (самопуска двигателя). Ток срабатывания реле равен (см. формулу 60):

$$I_{cp} = \frac{k_{зап} * I_{ном} * k_{сх}}{k_{тт} * k_{в}}, \text{ А} \quad (60)$$

где $I_{ном}$ – ток загрузки трансформаторов без учета пускового тока двигателя;

$k_{в}$ – коэффициент возврата токового реле, $k_{в} = 0,8-0,85$.

$$I_{cp} = \frac{1,3 * \frac{21,37}{2} * 1}{0,8 * 80} = 0,3 \text{ А}$$

Принимаем токовое реле типа РТ-40/0,6 (предел уставки от 0,15 до 0,6А).

Расчет защиты от однофазных замыканий на землю.

Ток срабатывания защиты определяется как (см. формулу 61):

$$I_{сз} = k_0 * k_6 * I_c; \text{ А} \quad (61)$$

где k_0 – коэффициент отстройки, $k_0 = 1,1$;

k_6 – коэффициент учитывающий бросок собственного емкостного тока, $k_6 = 2 - 2,5$;

I_c – емкостный ток линий, определяется по формуле 62:

$$I_c = I_{с0} * l * m; \text{ А} \quad (62)$$

где l – длина кабеля, км;

m – число параллельно идущих линий;

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

I_{co} – емкостный ток одного километра кабеля, по таблице 2.245. (для кабеля сечением 16мм^2 $I_{co}=0,31$).

$$I_c = 0,31 * 0,1 * 1 = 0,031 \text{ А}$$

$$I_{c3} = 1,1 * 2,5 * 0,0031 = 0,008 \text{ А}$$

Принимем к установке реле типа РТЗ-5Т, присоединяемый к трансформатору тока нулевой последовательности ТЗЛ.

2.10 Расчет защитного заземления.

Контур заземления располагаем с внешней стороны здания $(30+2) \times (16+2)$. Контур сооружается из вертикальных электродов, расположенных по периметру помещения и соединенных между собой стальной полосой. Верхние концы электродов погружаются в землю на глубину $0,7\text{м}$.

Согласно требованиям ПУЭ сопротивление заземления для сетей напряжением 380В с глухозаземленной нейтралью не должно превышать 4Ом , поэтому за расчетное сопротивление принимаю $R_3=4\text{Ом}$, т.к. естественные заземлители отсутствуют, то $R_3=R_{и}=4\text{Ом}$. Расчетные удельные сопротивления грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей (см. формула 63,64):

$$\rho_{рг} = \rho_{уд} * K_{пг} \text{ Ом * м}, \quad (63)$$

$$\rho_{рв} = \rho_{уд} * K_{пв} \text{ Ом * м}, \quad (64)$$

где $\rho_{уд}$ – удельное сопротивление грунта суглинка (Козулин, стр. 592), $\rho_{уд} = 100\text{Ом * м}$;

$K_{пг}$ – поправочный коэффициент к величине $\rho_{уд}$ для горизонтального заземлителя $K_{пг} = 3,5$;

$K_{пв}$ – поправочный коэффициент к величине $\rho_{уд}$ для вертикального заземлителя $K_{пв} = 1,45$;

$$\rho_{рв} = 100 * 3,5 = 350 \text{ Ом * м}$$

$$\rho_{рг} = 100 * 1,45 = 145 \text{ Ом * м}$$

Сопротивление растеканию одного электрода вертикального заземлителя из трубы в землю (см. формулу 65):

$$R_{сА} = \frac{\rho}{2\pi * L_{\partial\partial}} * \left[L_n * \frac{2 * L}{d} + \frac{1}{2} * L_n * \frac{4 * t + L}{4 * t - L} \right] \hat{h} \quad (65)$$

где $L_{тр}$ – длина трубы, $L_{тр}=4\text{м}$;

d – диаметр трубы, $d=20\text{мм}$;

t – расстояние от поверхности до центра трубы, которое определяется по формуле 66:

$$t = h_{тр} + 0,5 * L_{тр}, \text{ м}; \quad (66)$$

где $L_{тр}$ – глубина траншеи, $h_{тр} = 70\text{см}$;

$$t = 0,7 + 0,5 * 4 = 2,7 \text{ м}$$

$$R_{сА} = \frac{145 * 0,366}{4} * \left(L_n \frac{2 * 4}{0,02} + \frac{1}{2} * L_n \frac{4 * 2,7 + 1}{4 * 2,7 - 1} \right) = 35,02 \hat{h}$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Расстояние между электродами 4 м, тогда по «Козулин стр. 594» коэффициент использования вертикальных электродов из труб $\eta_B=0,44$, тогда число вертикальных заземлителей определяется по формуле 67:

$$N = \frac{R_{зв}}{\eta_B \cdot R_B} \text{ шт} \quad (67)$$

$$N = \frac{35,02}{0,4 \cdot 4} = 22 \text{ шт}$$

Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя из полосы в земле (см. формулу 68):

$$R_{зг} = \frac{\rho_{рг}}{2\pi \cdot L_{пол}} * \ln \frac{2L_{пол}^2}{b \cdot h_{гг}}, \text{ Ом}; \quad (68)$$

где $L_{пол}$ – длина заземляющей полосы, м;

b – ширина полосы, м.

$$R_{зг} = \frac{0,366 \cdot 350}{102} * \ln \frac{2 \cdot 102^2}{0,04 \cdot 0,7} = 7,2 \text{ Ом}$$

Сопротивление растеканию горизонтально проложенной полосы с учетом экранирования полосы другими электродами (см. формула 69):

$$R_{г} = \frac{R_{зг}}{\eta_{г}}, \text{ Ом}; \quad (69)$$

где $\eta_{г}$ – коэффициент использования соединительной полосы в контуре, $\eta_{г} = 0,26$;

$$R_{г} = \frac{7,2}{0,26} = 27,6 \text{ Ом}$$

Уточняем необходимое сопротивление вертикальных электродов (см. формулу 70):

$$R_{в} = \frac{R_{г} \cdot R_{и}}{R_{г} - R_{и}}, \text{ Ом}; \quad (70)$$

$$R_{в} = \frac{27,6 \cdot 4}{27,6 - 4} = 4,6 \text{ Ом}$$

Количество вертикальных электродов при $\eta_B = 0,4$

$$N = \frac{35,02}{0,4 \cdot 4,6} = 20 \text{ шт}$$

Общее сопротивление заземлителя, Ом, определяется по формуле 71:

$$R_{i\dot{a}i}^I = \frac{R_{\dot{c}a} \cdot R_{\dot{c}\dot{a}}}{\zeta_{\dot{c}a} \cdot R_{\dot{c}a} + \zeta_{\dot{c}\dot{a}} \cdot R_{\dot{c}\dot{a}}}, \quad (71)$$

где $\zeta_{пол}$ – КПД соединительной полосы (0,75).

$$R_{общ}^I = \frac{36,83 \cdot 5,04}{0,75 \cdot 36,83 + 5,04 \cdot 0,75} = 3,7 \text{ Ом}$$

$$R_{з.к} > R_{общ} \quad 4 \text{ Ом} > 3,7 \text{ Ом}$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

2.11 Расчёт освещения в здании компрессорной станции

Электроосвещение в помещениях компрессорной станций №2 выполняется в соответствии со СНиП 23-05-95. Для внутреннего освещения помещения предусматривают рабочее и аварийное освещение. Аварийное освещение предназначается для продолжения работ и для эвакуаций людей при выходе из строя рабочего освещения. Освещенность на рабочих поверхностях при аварийном освещении предусматривают не менее 5% рабочей освещенности, но не менее 2 люкс (лк).

Напряжение сети общего освещения принято 380/220В переменного тока. Источники света работают от сети напряжение 220В. Напряжение сети ремонтного освещения принято 36В, а в особо опасных условиях 12В. Питание сети рабочего освещения предусматривается от шин 0,4кВ комплектной трансформаторной подстанций (КТП). Аварийное освещение запитано с противоположной секций шин. Сеть ремонтного освещения запитывается от сети 380/220В через понижающие трансформаторы.

Расчет электрического освещения целесообразно производить по методу коэффициентов использования [1]. Задачей расчёта является определение числа источников света. Габаритные размеры помещения компрессорной станций №2 – 30x16x7 метров. В качестве ламп рабочего освещения принимаю к установке газоразрядные лампы типа ДРЛ, т.к. требования цветоразличения отсутствуют. Норма освещенности для данного помещения согласно СНиП 23-05-95 составляет 50 лк.

Для освещения принимаем светильник типа РСП-0,8 незащищенного исполнения с лампами типа ДРЛ-250

Количество светильников определяется по формуле 72:

$$n = \frac{E_n * S * k_3 * k}{\Phi_{л} * \eta_{и}}, \text{ шт}; \quad (72)$$

где E_n – заданная минимальная освещенность ($E_n = 200, \text{лк}$);

S – освещаемая площадь (2000 м^2);

$\Phi_{л}$ - световой поток, для лампы ДРЛ-250 ($\Phi_{л} = 19000$);

k_3 – коэффициент запаса, для газоразрядных ламп в производственных помещениях 1,5;

– коэффициент минимальной освещенности ($k = 1,15$ – для ламп ДРЛ);

$\eta_{и}$ – коэффициент использования светового потока светильника, зависит от индекса помещения, типа используемого светильника и коэффициентов отражения.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Нахожу индекс помещения, который зависит от габаритов помещения (см. формулу 73):

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (73)$$

где a – длина помещения;

b – ширина помещения;

h – высота подвеса светильника, $h=7$ м.

$$i = \frac{30 \cdot 16}{7 \cdot (30 + 16)} = 1,7$$

Принимаем i равным ближайшему существующему значению индекса $i=1,75$

В зависимости от соотношения, a к b , высоты подвеса и площади освещаемой поверхности, нахожу индекс помещения.

Коэффициенты отражения принимаю 50% - 30% - 10%; так как в помещениях компрессорной станций №1 потолок и стены побелены.

Нахожу $\eta_{\text{н}}$; при $i=1,75$, коэффициентах отражения 70% - 50% - 10% и типе светильников РСП-0,8

$$n = \frac{200 \cdot 480 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{19000 \cdot 0,57} = 15,65 \approx 16 \text{ шт.}$$

Вывод: примем к установке 16 светильников, располагая их в 2 ряда.

Для аварийного освещения принимаю светильники с лампой накаливания НСП02-100.

Примем в светильниках лампы накаливания ЛОН напряжением 220В, мощностью 99Вт.

$\Phi_{\text{д}}=1350$ лм, для ламп накаливания

По таблице для ламп накаливания $k_3=1,15$;

Для ламп накаливания $k=1,15$

По табличным данным при $i=1,75$; коэффициентах отражения 70% - 50% - 10% и светильнике НСП02-100

$$n = \frac{10 \cdot 480 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1350 \cdot 0,58} = 8,9 \approx 9 \text{ шт.}$$

Вывод: примем 9 светильников для аварийного освещения.

Дополнительно в качестве эвакуационного освещения применяем светильники с пиктограммой «Выход» типа ЛБО 22-6, с люминесцентной лампой мощностью 6,Вт типа ЛБО 01-11 (13,18,26). Эти светильники укомплектованы автономным источником питания (аккумуляторной батареей) для работы в аварийных режимах.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

2.12 Расчёт энергетических показателей

Определим расходы электроэнергии за год. Стоимость электроэнергии для предприятия при условии применения двухставочного тарифа находится по формуле 74:

$$W_{\text{год}} = T_{\text{п}} * P_{\text{см}}, \quad (74)$$

где $P_{\text{см}}$ – берем из таблицы №2 «Расчет электрических нагрузок»;

$T_{\text{п}}$ – число рабочих часов за год $T_{\text{п}}=5948\text{ч.}$;

$$W_{\text{год}} = 5948 * 1677,07 = 9975213 \text{ кВт*ч}$$

$$И = C_0 * W_{\text{год}} + C_1 * P_{\text{max}}, \quad (75)$$

где C_0 – стоимость одного кВт*ч электроэнергии (2,6 руб/кВт*ч);

C_1 – стоимость одного кВт*ч заявленной мощности (для предприятий с двухставочным тарифом), $C_1=1094,1$ руб/кВт*ч;

$$И = 2,80 * 9975213 + 1094 * 1866 = 29972017,2 \text{ руб.}$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

3.1 Организация работ

Все работы в электроустановках в отношении мер безопасности разделяются:

- 1) со снятием напряжения;
- 2) без снятия напряжения на токоведущих частях или вблизи от них;
- 3) без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, выполняемые непосредственно в электроустановке или в ее части, в которой снято напряжение с токоведущих частей. К работам без снятия напряжения вдали от токоведущих частей относятся работы исключаящие прикосновение персонала к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Работы должны выполняться не менее чем двумя лицами. Старшее лицо – производитель работ с группой по электробезопасности не ниже четвертой, остальные не ниже третьей. Все работы в электроустановке с напряжением более 1000В должны производиться с применением мер защиты, предусмотренными правилами техники безопасности.

Для работ в электроустановках без снятия напряжения необходимо:

- 1) оградить расположенные вблизи токоведущие части;
- 2) работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующем коврике;
- 3) применять инструмент с изолирующими рукоятками или пользоваться диэлектрическими перчатками;
- 4) пользоваться только сухими, чистыми изолирующими средствами;
- 5) при обнаружении замыкания на землю запрещается приближаться к месту замыкания на расстояние ближе 4 метров в закрытом помещении и 8 метров в открытых РУ;
- б) при отключении электроэнергии персонал должен помнить, что подача напряжения может произойти внезапно без предупреждения.

К процедуре организации работы относятся:

- 1) оформление работ нарядом-допуском, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- 2) допуск к работе;
- 3) оформление перерыва в работе или перехода на другое рабочее место;
- 4) оформление окончания работ.

Наряд (распоряжение) – задание на производство работ, оформленное на специальном бланке и определяющее содержание работы, место работы, время начала и окончания работы, состав бригады и лиц, ответственных за выполнение работы.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

По наряду могут производиться работы:

- 1) со снятием напряжения;
- 2) без снятия напряжения вблизи или на токоведущих частях находящихся под напряжением.

Распоряжение может даваться непосредственно или на токоведущих частях находящихся под напряжением.

Лица ответственные за безопасное выполнение работ:

- 1) лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение;
- 2) допускающие;
- 3) ответственный руководитель работ;
- 4) производитель работ;
- 5) наблюдающий;
- 6) члены бригады.

Если указанная в наряде работа не выполнена за 1 день, то в наряде оформляется перерыв в работе. Наряд сдается ответственному руководителю работы или допускающему. На следующий день производится допуск бригады к работе снова.

Допуск бригады к работе

Перед допуском бригады к работе ответственный руководитель совместно с производителем работ производят по наряду выполнение технических мероприятий. Потом производят допуск бригады к работе. Проверяется состав бригады и квалификация лиц в соответствии с записью в наряде. Записывают по наряду ответственных руководителей работ, производителя работ, членов бригады, содержание работы. Объясняют бригаде, откуда снято напряжение, показывают, где наложено переносное напряжение, какие части соседнего оборудования находятся под напряжением. В установках напряжением 35кВ и выше показывают напряжение. В установках менее 35кВ прикасанием рукой к отключенной части оборудования и указывая бригаде рабочее место.

Работы выполняются по распоряжению, в порядке текущей эксплуатации:

- 1) работы без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением продолжительностью не более одной смены;
- 2) работы, вызванные производственной необходимостью, продолжительностью не более одного часа;
- 3) работы со снятием напряжения в установках до 10 000В, продолжительность работ более одной смены.

Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, выполняемых со снятием напряжения.

Для подготовки рабочего места при работах со снятием напряжения должны быть выполнены следующие мероприятия в указанном порядке:

- 1) произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения вследствие ошибки или самовключения аппаратуры;
- 2) на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммуникационной аппаратуры вывешены запрещающие плакаты;
- 3) отсутствие напряжения на токоведущих частях надо проверить и заземлить;

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

- 4) наложены заземления на токоведущие части;
- 5) вывешены предупреждающие плакаты, а также установлено ограждение около токоведущих частей, оставшихся под напряжением.

Все вышеперечисленные работы должны выполняться вдвоем.

Схема управления в службе энергетика на компрессорной станции №2 представлена на рисунке 5 (см. рисунок 5).

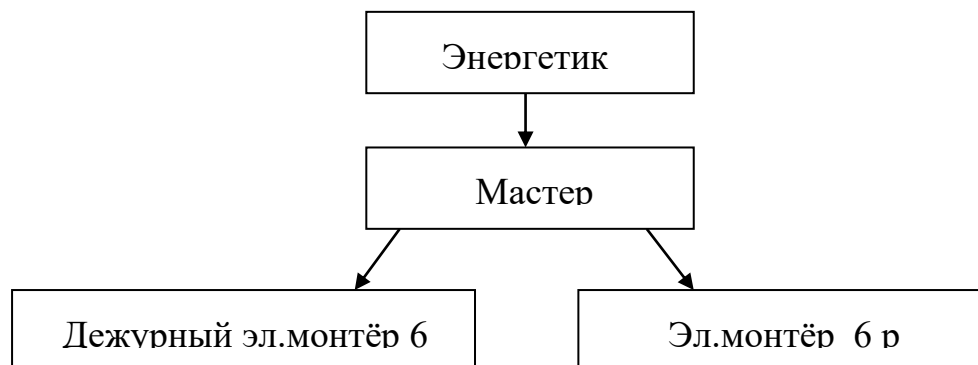


Рисунок 7 – Схема управления в службе энергетика компрессорной станции №2

3.2 Баланс рабочего времени

В таблице 23 представлен баланс рабочего времени (см.таблицу 23)

Таблица 23 – Баланс рабочего времени

Показатели	Непрерывный 2 см x 12 час		Прерывный режим 1 см x 8 час	
	Дни	Часы	дни	часы
1	2	3	4	5
Календарный фонд	365	8760	365	2920
Выходные и праздничные	180	2160	116	928
Номинальное время	185	2220	249	1992
Не выходы на работу всего:				
-отпуск	28	672	28	224
-болезни	7	288	7	96
-прочие	3	72	3	24
Эффективный фонд	147	1764	211	1688

3.3 Графики выходов на работу

Таблица 24 – График выходов на работу АУП

Наименование профессии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Энергетик	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8
Мастер 1см	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в
Мастер 2см		12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12
Мастер 3см	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12
Мастер 4см	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8
в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в
в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12
12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12
12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в

Таблица 25 – График выходов на работу рабочих в две смены по 12 часов

Наименование профессии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Деж,эл,монтер Смена 1	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в
Деж,эл,монтер Смена 2	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12
Деж,эл,монтер Смена 3	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12
Деж,эл,монтер Смена 4	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в
в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12
12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12
12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в	12	12	в	в

Таблица 26 – График выходов на работу рабочих в одну смену по 8 часов

Наименование профессии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Эл,слесарь 6р, Смена 1	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8
Эл,слесарь 5р, Смена 2	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8
Эл,слесарь 4р, Смена 3	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8
8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8
8	8	в	в	8	8	8	8	8	в	в	8	8	8	8	8

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Штатное расписание. Расчет численности рабочих

План численности работающих устанавливается на год. Штат производственного персонала планируется отдельно по рабочим, ИТР, служащим, МОП, ученикам. Численность работающих рассчитывается по нормам выработки, обслуживанию рабочих мест, машин и механизмов, по штатному расписанию.

При планировании численности персонала сначала определяют явочный, а затем списочный состав.

Явочный состав представляет собой количество рабочих, необходимых для ведения производственного процесса каждую смену.

Явочная численность рабочих по нормам обслуживания ($Ч_{яв}$), чел, определяется по формуле 74:

$$Ч_{яв} = А Ч_{нсм}, \quad (74)$$

где А – число агрегатов или рабочих мест;

Ч – численность рабочих, необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену;

$Н_{см}$ – число рабочих смен в сутки.

Определяем явочный состав рабочих, человек.

Электромонтер 6 разряда:

$$Ч_{яв1} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ чел}$$

Электромонтер 5 разряда:

$$Ч_{яв2} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ чел}$$

Электромонтер 4 разряда:

$$Ч_{яв3} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ чел}$$

Дежурный электромонтер 6 разряда:

$$Ч_{яв4} = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ чел}$$

Списочный состав- это количество рабочих с учетом подмены на выходные, праздничные, больничные и прочие неявки.

Определяем списочный состав рабочих по формуле 75:

$$Ч_{сп} = Ч_{яв} K_{сп}, \quad (75)$$

где $K_{сп}$ – коэффициент списочного состава, принимается в зависимости от годового режима работы.

Коэффициент списочного состава находится по формуле 76:

$$K_{сп} = T_{год} / (365 - n_{пр} - n_{вых} - n_{отп}) 0,96, \quad (76)$$

где $T_{год} = 211$ дн - количество дней работы в году;

$n_{пр} = 10$ дн - числа праздничных дней;

$n_{вых} = 116$ дн - число выходных дней;

$n_{отп} = 28$ дн - - число отпускных дней в году (принимаем в среднем);

0,96- коэффициент, учитывающий прочие неявки по уважительной причине.

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$K \text{ пр.реж.} = 249 / (365 - 116 - 28) \cdot 0,96 = 1,17$$

$$K \text{ непр. реж.} = 185 / (365 - 180 - 28) \cdot 0,96 = 1,22$$

Списочный состав рабочих, чел:

Эл. монтер 6 разряда:

$$Ч_{\text{сп1}} = 1 \cdot 1,17 = 1 \text{ чел}$$

Эл. монтер 5 разряда:

$$Ч_{\text{сп2}} = 1 \cdot 1,17 = 1 \text{ чел}$$

Эл. монтер 4 разряда:

$$Ч_{\text{сп3}} = 1 \cdot 1,17 = 1 \text{ чел}$$

Деж.эл.монтер 6 разряда:

$$Ч_{\text{сп4}} = 2 \cdot 1,22 = 2 \text{ чел.}$$

Штатное расписание представлено в таблице 27 (см.таблицу 27).

Таблица 27 – Штатное расписание

Наименование профессии	Ра зр яд	Часовая тарифная ставка, руб./час	Явоч- ный штат в сутки, чел.	В том числе по сменам			Кoeffи- циент списочно- го состава	Спи- соч- ный со- став, чел.
				1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Эл. монтер 6 р.	6	70,0	1	1	-	-	1,17	1
Эл. монтер 5 р.	5	60,0	1	1	-	-	1,17	1
Эл. монтер 4 р.	4	50,0	1	1	-	-	1,17	1
Деж.эл.монтер бр.	6	70,0	2	1	1	-	1,22	2
Итого			5	4	1	-		5

4.2 Расчет фонда заработной платы рабочих и начислений на заработную плату

Фонд рабочего времени, см.чел.час, определяется по выражению 76:

$$ФРВ = T_p \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot N_{\text{яв}}, \quad (76)$$

где $T_p = 251$ дн - число рабочих дней в год;

$n_{\text{см}} = 3$ см - число смен в сутки;

$T_{\text{см}} = 8$ ч - продолжительность смены;

$N_{\text{яв}}$ – явочное число работающих в смену.

Эл. монтер 6 разряда:

$$ФРВ = 211 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 = 1688 \text{ чел/ч.}$$

Эл. монтер 5 разряда:

$$ФРВ_2 = 211 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 = 1688 \text{ чел/ч.}$$

Эл. монтер 4 разряда:

$$ФРВ_3 = 211 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 = 1688 \text{ чел/ч.}$$

Деж.эл.монтер 6 разряда:
 $\PhiРВ_4=147 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 2= 7056$ чел/ч.

Фонд рабочего времени, отработанного в ночь определяется по формуле 77:
 $\PhiРВ_{ноч}=1/3\PhiРВ$ (77)

Деж.эл.монтер:
 $\PhiРВ_н=1/3 \cdot 7056 = 2352$ чел/ч.

Рассчитываем зарплату повременно-премиальную.

Повременная форма основана на учете количества отработанного времени. Различают простую повременную систему оплаты труда.

Повременно-премиальная система оплаты, когда помимо заработка за фактически отработанное время выплачивается премия за хорошую работ, определяется по выражению 78:

$$З_{повр-прем}=\PhiРВ T_{ст} ПЗ/100, \quad (78)$$

где $\PhiРВ$ – фонд рабочего времени;

$T_{ст}$ -тарифная ставка, руб/ч.

$ПЗ= 50\%$ - премия за повременную работу, %.

Эл. монтер 6 разряда:

$$З_{повр-прем1}=1688 \cdot 70 \cdot 1,5=177\ 240 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 5 разряда:

$$З_{повр-прем2}=1688 \cdot 60 \cdot 1,5=151\ 920 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 4 разряда:

$$З_{повр-прем3}=1688 \cdot 50 \cdot 1,5=126\ 600 \text{ руб.}$$

Деж.эл.монтер:

$$З_{повр-прем4}=7056 \cdot 70 \cdot 1,5=740\ 880 \text{ руб.}$$

Доплаты за ночные часы определяется по формуле 79:

$$D_{ноч}=0,43 Z_{пов-прем} \quad (79)$$

Деж.эл.монтер:

$$D_{ноч4}=0,4 \cdot 70 \cdot 2352=65\ 856 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата определяется по выражению 80:

$$ОЗП=З_{повр-прем}+D_{ноч} \quad (80)$$

Деж.эл.монтер:

$$ОЗП=740880+65856=806\ 736 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата с районным коэффициентом рассчитывается по формуле 81:

$$ОЗП_{рк}=1,15 \cdot ОЗП \quad (81)$$

Эл. монтер 6 разряда:

$$ОЗП_{рк}=177240 \cdot 1,15=265\ 860 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 5 разряда:

$$ОЗП_{рк}=151920 \cdot 1,15=227\ 880 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 4 разряда:

$$ОЗП_{рк}=126600 \cdot 1,15=189\ 900 \text{ руб.}$$

Деж.эл.монтер:

$$ОЗП_{рк}=806736 \cdot 1,15=927\ 746 \text{ руб.}$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Фонд дополнительной зарплаты рассчитывается в % от ОЗП_{рк} по формуле 82:

$$\text{ДЗП} = 10\% \cdot \text{ОЗП}_{\text{рк}} \quad (82)$$

Эл. монтер 6 разряда:

$$\text{ДЗП} = 265860 \cdot 0,1 = 26\,586 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 5 разряда:

$$\text{ДЗП} = 227880 \cdot 0,1 = 22\,788 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 4 разряда:

$$\text{ДЗП} = 189900 \cdot 0,1 = 18\,900 \text{ руб.}$$

Деж.эл.монтер:

$$\text{ДЗП} = 927746 \cdot 0,1 = 92\,775 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы определяется по выражению 83:

$$\text{ФЗП} = \text{ОЗП}_{\text{рк}} + \text{ДЗП} \quad (83)$$

Эл. монтер 6 разряда:

$$\text{ФЗП} = 265860 + 26586 = 292\,446 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 5 разряда:

$$\text{ФЗП} = 227880 + 22788 = 250\,668 \text{ руб.}$$

Эл. монтер 4 разряда:

$$\text{ФЗП} = 189900 + 18900 = 208\,800 \text{ руб.}$$

Деж.эл.монтер:

$$\text{ФЗП} = 927746 + 92774 = 1\,020\,520 \text{ руб.}$$

Итого = 1 889 188 руб.

Основная заработная плата – заработная плата всех рабочих за фактически отработанное время, включая все виды доплат.

Дополнительная заработная плата- фонд оплаты всех рабочих за непроработанное время (отпускные, дни выполнения государственных обязанностей, часы кормящих матерей, подростков и т.д.)

Отчисления на социальные нужды (начисления на заработную плату) отражают обязательные отчисления по установленным законодательным нормам, органам социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников, включающих в себестоимость продукции по статьям основной заработной платы и дополнительной заработной платы.

Все результаты сводятся в таблицу 28 (см.таблицу 28).

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Таблица 28 – Расчет фонда заработной платы

Наименование профессии	Разряд	Час. тарифная ставка, руб	Кол-во работников в смену, чел	Число смен в сутки	Всего, чел·ч	Фонд рабочего времени	
						повременно	ночные
1	2	3	4	5	6	7	8
Эл.монтер	6	70	1	1	1688	1688	
Эл.монтер	5	60	1	1	1688	1688	
Эл.монтер	4	50	1	1	1688	1688	
Деж.эл.монтер	6	70	2	2	9408	7056	2352
Итого					14472	12120	2352

Продолжение таблицы 28

Наименование профессии	ОЗП, руб		Итого ОЗП, руб	ОЗП с район. к-том, руб	ДЗП, руб	Всего, руб
	повременно	ночные				
9	10	11	12	13	14	15
Эл.монтер	177240			265860	26586	292446
Эл.монтер	151920			227880	22788	250668
Эл.монтер	126600			189900	18900	208800
Деж.эл.монтер	740880	65856	806736	927746	92775	1020520
Итого						1 889 188

Начисления на заработную плату берется в размере 32,4% от общего ФЗП (см. формулу 84):

$$\begin{aligned} \text{НЗП} &= 0,324 \text{ФЗП} & (84) \\ \text{НЗП} &= 1889188 \cdot 0,324 = 612\,097 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.3 Заработная плата административно-управленческого персонала (АУП)

Расчет производится на основе принятой структуры управления.

Годовой фонд заработной платы определяется по формуле 85:

$$\text{ФЗП}_{\text{год}} = \text{Ч}_{\text{сп}} \text{ДО} \quad (85)$$

где $\text{Ч}_{\text{сп}}$ – списочный штат по каждой должности, чел;

ДО – должностной оклад по каждой должности, руб./мес.

Энергетик:

$$\text{ФЗП}_{\text{год}} = 1 \cdot 1800 = 18000 \text{ руб.}$$

Мастер:

$$\text{ФЗП}_{\text{год}} = 4 \cdot 1500 = 60000 \text{ руб.}$$

Расчет будем производить при заполнении таблицы 29 (см.таблицу 29).

Таблица 29 – Штат и фонд заработной платы АУП

Должность	Кол-во, чел.	Оклад руб/мес	Оклад за мероприятие	З/плата с р.к.15%	Доп.з/плата 20%	Всего ФЗП
1	2	3	4	5	6	7
Энергетик	1	18000	216000	324000	32400	356400
Мастер	4	15000	720000	1080000	108000	1188000
ИТОГО						1544400

Начисления на заработную плату АУП

$\text{ФЗП}_{\text{апп с нач.}} = \text{з/плата с начислениями}$ (см. формулу 86):

$$\text{ФЗП}_{\text{апп с нач.}} = 154400 * 1,324 = 2\,044\,786 \text{ руб.}$$

4.4 Расчет затрат на материалы

Затраты на материалы сведены в таблицу 30 (см.таблицу30)

Таблица 30 – Затраты на сырье и материалы Вариант 2

Наименование материала	Единица измерения	Потребное количество в год ,ед.	Цена одного материала,руб.	Сумма затрат, руб.
1	2	4	5	6
1.Изолента ПХВ	шт	26	10	260
2.Изолента ХБ	шт	26	12	312
3.Лампа 12В	шт	180	3,5	630
4.Лампа ДРЛ	шт	21	150	3150
5.Рукавицы	шт	84	8	672
6.Электроды	кг	960	185	177 600
7.Керосин	л	360	12	4 320
8.Прокат	кг	14 400	36	518 400
9.Мазут	л	3 600	14	50 400
10.Масло ком-прессорное	л	600	150	90 000
11. Масло трансформаторное	л	5 040	100	50 684,8
Итого				775428,8
Неучтено 10%				77 542,88
Всего				852 908,68

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

Лист

61

Таблица 31 – Затраты на сырье и материалы. Вариант 1

Наименование материала	Единица измерения	Потребное количество в год, ед.	Цена одного материала, руб.	Сумма затрат, руб.
1	2	4	5	6
1.Изолента ПХВ	шт	52	10	520
2.Изолента ХБ	шт	52	12	624
3.Лампа 12В	шт	360	10	3 600
4.Лампа ДРЛ	шт	21	150	3150
5.Рукавицы	шт	84	8	672
6.Электроды	кг	960	185	177 600
7.Керосин	л	360	12	4 320
8.Прокат	кг	14 400	36	518 400
9.Мазут	л	3 600	14	50 400
10.Масло ком-прессорное	л	600	150	90 000
11 Масло трансформаторное	л	10 000	100	100 000
Итого				93 446
Неучтено 10%				9 344,6
Всего				1 044 376

4.5 Расчет затрат на электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию производится по двухставочному тарифу. Первая часть тарифа представляет собой плату за установленную мощность высоковольтных двигателей.

Вторая часть тарифа представляет собой плату за потребную активную энергию, которая определяется по формуле 87:

$$C_3 = (aW + bN), \quad (87)$$

где $a = 2,8$ руб/кВт·ч - плата за 1кВт·ч потреблённой мощности;

W - потребная активная энергия, кВт/час;

$b = 220$ руб/кВт – плата за 1кВт установленной мощности

N -установленная мощность оборудования (берется из технических характеристик оборудования), кВт.

Потреблённая мощность определяется по выражению 88:

$$W = NT_p n_{см} t_{см} K_{экс}, \quad (88)$$

где $T_p = 211-365$ дн - число рабочих дней в год;

$n_{см} = 3$ см - число смен в сутки;

$t_{см} = 8$ ч - продолжительность смены;

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР				

$K_{\text{экс}}=0,95$ - коэффициент использования сменного времени;
 Все результаты сведены в таблице 32 (см.таблицу32).

Таблица 32 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Кол-во	Уст.мощность, кВт	Н сумм кВт	Плата за уст.мощн., руб/кВтч	Потребл. акт. энергия, кВтч.	Плата за акт. энергия,руб/кВтч	Всего плата за энергию, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
Компрессора №1-3	3	630	1890	2,20	10761660	2,8	30548448
Маслонасосы №1-3	3	4	12		68328		193958
РП1-5	5	32	128		205261		602890
Итого		666	2030		11 035 249		31 345 297

4.6 Расчет затрат на амортизацию

Амортизация- это возмещение стоимости износа путем постоянного переноса на готовую продукцию.

Амортизационные отчисления производятся с помощью норм амортизации.

Нормы амортизации – это годовой % возвращения стоимости износа (см. формула 29,30).

В общем случае амортизация определяется по формуле 89:

$$A=(CNa)/100 , \quad (89)$$

где С– стоимость оборудования, руб;

На норма амортизации,% .

Таблица 33 – Расчет амортизационных отчислений. Вариант 2

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость ед., руб.	Общая стоимость, руб.	На, %	Амортизация, руб.
1	2	3	4	5	6
Тр-р ТМ160/10	1	240000	240 000	6,4	15360
Вакуумный выключатель	1	25000	25 000	5,8	1450
Опн	1	5000	5 000	4,2	210
Реле максимального тока	3	1000	3 000	4,6	1380
Разъединитель	1	5000	5 000	4,2	210
Автоматический выключатель	1 9	30000 2500	48 900	4,0	1956
Итого			326 900		20566
Неучтено 10%			32690		2056
Всего			359 590		22 622

Таблица 34 – Расчет амортизационных отчислений. Вариант 1

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость ед. руб.	Общая стоимость, руб.	На, %	Амортизация, руб.
1	2	3	4	5	6
Тр-р ТМ160/6	2	200000	400000	6,4	62500
Вакуумный выключатель	3	25000	75000	5,8	12931
Реле максимального тока	6	1000	6000	4,6	1304
Опн	2	5000	10000	4,2	2380
Разъединитель	2	5000	10000	4,2	2380
Автоматический выключатель	3 9	30000 2500	112500	4,0	28125
Компенсирующее уст-во	1	80000	80000	4,2	19047
Итого			693500		128667
Неучтено 10%			69350		12867
Всего			762 850		141 534

4.7 Прочие затраты

Охрана труда

Расходы по охране труда состоят из затрат по заработной плате персонала, занятого на работах по охране труда, материалам, топливу, содержанию бань-пропусков, стоимости спецодежды, спецобуви и т.д.

Расходы по данной статье принимаем в размере 5 % от основной заработной платы (см. формула 90):

$$\begin{aligned} \text{ОТ} &= 5\% \text{ФЗП} / 100\%. & (90) \\ \text{ОТ} &= 5 \cdot 1889188 / 100 = 94\,459 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.8 Составление сводной сметы затрат и расчет себестоимости единицы продукции на 1 кВт/ч

Затраты на 1 кВт/ч = годовые затраты/годовой V производства, руб.

Расчет себестоимости будем производить при заполнении таблиц 34 и 35 (см. таблицу 34 и 35)

Таблица 35 – Себестоимость 1 кВт·ч изделий. Вариант 2

Статьи затрат	Годовые за- траты, руб	Годовой V про-ва, кВт·ч	Затраты на 1 кВт·ч, руб
1	2	3	4
Основная заработная плата производственных рабочих	1 889 188	11 035 249	
Начисления на заработную плату	612 097	11 035 249	
Заработная плата АУП с начислениями	2 044 786	11 035 249	
Сырье и материалы	852 278	11 035 249	
Энергозатраты	31 345 297	11 035 249	
Амортизация	22 622	11 035 249	
Содержание основных средств (60% от суммы амортизации)	13 573	11 035 249	
Охрана труда	94 459	11 035 249	
Итого	32 940 326	11 035 249	2,98

Таблица 35 – Себестоимость кВт·ч изделий. Вариант 1

Статьи затрат	Годовые за- траты, руб	Годовой V про-ва, кВт·ч	Затраты на 1 кВт·ч, руб
1	2	3	4
Основная заработная плата производственных рабочих	1 889 188	11 035 249	
Начисления на заработную пла- ту	612 097	11 035 249	
Заработная плата АУП с начис- лениями	2 044 786	11 035 249	
Сырье и материалы	1046026	11 035 249	
Энергозатраты	31345297	11 035 249	
Амортизация	141534	11 035 249	
Содержание основных средств (60% от суммы амортизации)	84920,4	11 035 249	
Охрана труда	94 459	11 035 249	
Итого	33 324 333	11 035 249	3,01

Вывод: принимаем за основу вариант 2, так как коэффициент загрузки обо-
рудования выше, а затраты на 1 кВт·ч - ниже. Используемое оборудование для
предприятия по 2 Варианту эффективно, т.к. полученная рентабельность состав-
ляет 20,5 %, что выше нормативной $R_n = 15\%$.

4.9 Расчет экономической эффективности вариантов проектных решений

В экономической части курсового проекта по указанию руководителя более
глубоко разрабатывается вопрос, связанный с совершенствованием системы раз-
работки, внедрения новых машин и оборудования, применением новых видов
взрывчатых веществ, сокращением норм расхода материальных и энергетических
ресурсов и т.п.

Выполняется ряд расчетов по определению финансово-экономической целе-
сообразности рассматриваемого варианта технического решения. Расчеты необ-
ходимо выполнять в следующей последовательности:

Изложить сущность предлагаемого технического решения по совершенство-
ванию техники, технологии, автоматизации. Недостатки применяемой техники,
технологии и достоинства проектирующего мероприятия. Возможна ссылка на
специальные разделы курсового или данного проекта. После чего определяется
влияние технического решения на изменение технико-экономических показате-
лей работы рудника.

Качественное описание влияния предлагаемого мероприятия определяется в виде:

- 1) увеличения мощности ведущего оборудования;
- 2) снижение простоев оборудования;
- 3) снижение норм расхода материальных затрат;
- 4) сокращение численности трудящихся.

Экономия по себестоимости определяется по формуле 92:

$$C = (C1 - C2) * Д \text{ год}, \quad (92)$$

где C1 – себестоимость 1 т продукции по I варианту по II варианту;

$$C = (3,01 - 2,98) * 11\,035\,249 = 331\,057,47 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект рассчитывают по формуле 93:

$$\text{Э год} = (C1 - C2) * Д \text{ год} - (K2 - K1) - Eн * Д \text{ год} \quad (93)$$

$$K1 = \frac{K_{\text{общ}}}{Q_{\text{год}}}, \text{ руб} \quad (94)$$

где K1 – общие капитальные затраты по I варианту;

K2 – общие капитальные затраты по 2 варианту;

$$K1 = 762\,850 / 11035249 = 0,069 \text{ руб.}$$

$$K2 = 359\,590 / 110352490,033 \text{ руб.}$$

$\left. \begin{matrix} K1 \\ K2 \end{matrix} \right\}$ - уд. кап. Затраты по вариантам

$\left. \begin{matrix} C1 \\ C2 \end{matrix} \right\}$ - себестоимость единицы продукции по вариантам

Eн – нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15.

$$\text{Э год} = 331057,47 + 20525,56 = 351\,583,03 \text{ руб.}$$

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ

Общая эффективность капитальных вложений характеризуется сроком окупаемости или коэффициентом экономической эффективности.

Срок окупаемости рассчитывается по формуле 21:

$$T_{\text{ок}} = K / Пб \quad (21)$$

где K - общие капитальные затраты, тыс. руб.

Пб - балансовая (годовая) прибыль предприятия, тыс. руб.

$$Пб = (3,42 - 2,98) * 11035249 = 4\,855\,506 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ок}} = 4859590 / 4855506 = 1,0 \text{ год}$$

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле 22:

$$E_{\text{ок}} = \frac{Пб}{K} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \quad (22)$$

$$E_{\text{ок}} = 1 / 1 = 1,0$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Капитальные вложения будут эффективны, когда срок окупаемости фактически не выше нормативного, а коэффициент эффективности не меньше нормативного, т.е. соблюдается условие:

$$T_{ок} \leq T_{н},$$

$$E_{ок} \geq E_{н},$$

В расчетах рекомендуется принимать:

$$E_{н} = 0,15; \quad 0,15 \leq 1,0$$

$$T_{н} = 7 \text{ лет} \quad 1 \leq 7$$

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные опасности пожаров от электрических устройств возникают при воспламенении изоляции проводов и коротком замыкании. К наиболее вероятным причинам перегрева проводов относят нагревание проводов при прохождении тока чрезмерно большой величины и при возникновении больших местных сопротивлений вследствие неправильного устройства электроустановок. Перегрев проводов может привести к загоранию изоляции. Для предотвращения загорания изоляции и короткого замыкания проводов применяют плавкие предохранители или специальные автоматы, отключающие сеть при нагрузке. Плавкие предохранители требуют правильного подбора их сечения, чтобы расплавление предохранителей происходило до возникновения опасного перегрева проводов. Применение отключающих автоматов является более совершенным мероприятием, тем более, что они не требуют замены после отключения сети и могут работать длительное время.

Электрическая дуга, имеющая температуру выше 3000°C , представляет большую пожарную опасность. Поэтому конструкция, способы монтажа и режим эксплуатации электроустройств должны исключать возможность образования электрических дуг. Необходимо, однако, отметить, что в некоторых электрических устройствах образование дуги связано с режимом их эксплуатации, поскольку дуга возникает в момент отключения потребителей электроэнергии. В таких случаях применяют дополнительные пружинящие ножи для рубильников и дугогасительных устройств в виде сосудов, заполняемых трансформаторным маслом, также дугогасительные камеры, решетки, перегородки и т.п.

Противопожарный цеховой инвентарь. Для тушения пожаров применяют лопаты, багры, топоры. Лопаты и другой инвентарь. Пожарный инструмент и оборудование размещают у входа или вблизи помещения на специальных щитах так, чтобы в случае пожара ими быстро можно было воспользоваться. В качестве средств первичного пожаротушения в цехах применяют огнетушители.

Все подготовительные и ремонтные работы производить в строгом соответствии с проектом организации работ, для чего произвести проработки ПОР со всеми ИТР и ознакомить с технологией ремонта.

Работы выполнять по письменному наряду-допуску.

До остановки линии всем рабочим провести подробный инструктаж по ТБ, обратив внимание на выполнение работ в условиях действующего цеха.

Основное условие по борьбе с травматизмом: все электроинструменты должны быть испытаны и отревизированы.

При выполнении работ пользоваться исправным инструментом, соблюдать личные меры безопасности и использовать индивидуальные средства защиты, включая каску, опасные места ограждать.

Оборудовать места отдыха для рабочих, рабочие должны работать в спецодежде и спецобуви.

Освещение рабочих мест и проходов произвести с правилами и нормами освещения.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Поддерживать в исправном состоянии рабочие лестницы, площадки, настилы, имея на них барьерные ограждения.

До проведения демонтажных работ все электрооборудование отключено, электросхемы – разобраны.

При производстве общестроительных работ, дополнительно ограждается каждый участок, запрещается присутствие в зоне ремонта посторонних людей.

Все переносные и стационарные механизмы с электроприводом и их пусковые устройства обеспечить надежным заземлением, с периодической проверкой его состояния.

Для переносных светильников напряжением не более 12 В, для исключения ошибочного включения, розетки должны быть окрашены и подписаны.

Сварочные работы производить только с обратным проводом и исправным кабелем.

Запретить передвижение людей по цеху в тех местах, где не указаны специальные проходы, указать схему безопасного перемещения людей.

Должны быть щиты со средствами пожаротушения; огнетушители, ящики с песком, лопатами; и т. д., кроме того должна быть схема безопасной эвакуации рабочих во время пожара. Пожарные рукава должны быть исправными и находиться в ящиках.

Мероприятия по ТБ проработать со всем персоналом и ИТР под роспись.

Проверять выполнение совместных мероприятий по ТБ на ежемесячных оперативных совещаниях.

Все работы по ТБ вести в соответствии с инструктажем.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реконструкция компрессорной станции № 2 «Комбинат «Магнезит» проводилась в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок, а также в соответствии с нормативными документами по электроснабжению промышленных предприятий.

В проекте на основании ведомости электроприёмников рассчитаны нагрузки по компрессорной станции №2, для которых выбраны два силовых трансформатора типа ТМ-160/10. В качестве компенсирующих устройств приняты синхронные двигатели. Распределение электроэнергии по потребителям осуществляется по кабельным линиям с алюминиевыми жилами типа АВВГ, проложенным по конструкциям в здании. В данной работе произведён расчёт токов короткого замыкания; для распределения и передачи электроэнергии выбрано силовое оборудование и проверено на термическую и динамическую устойчивости к токам КЗ. Для силового трансформатора ТМ-160/10 рассчитаны и выбраны необходимые защиты. Произведен расчет осветительной сети. Рассчитано защитное заземление, прокладываемое по периметру здания компрессорной станции № 2. Произведён расчёт основных статей затрат на производство 1 кВт*ч для двух вариантов, выбран первый вариант, для которого себестоимость единицы продукции составила 2,80 руб/кВт*ч и рентабельность – 54 %. С целью повышения безопасности труда рабочих и служащих разработаны основные мероприятия по обеспечению безопасности труда, охране окружающей среды и предупреждению аварий.

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Справочная книга для проектирования электрического освещения / под ред. Г.М. Кнорринга, – С-Пб.: Энергоатомиздат, 2004. – 288 с.

2 Справочник по наладке вторичных цепей электростанций и подстанций/А.А. Антюшин, А.Е. Гомберг, В.П. Караваев и др.: под ред. Э.С. Мусаэляна – 2-е изд., перераб. и доп., - М.: Энергоатомиздат, 2005. – 364 с.

3 Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанции: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования/ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков - М.: Энергоатомиздат, 2006. – 349 с.

4 Электрическая часть электростанций и подстанций: учебник для вузов/ Б.Н. Неклепаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 640 с.

5 Правила устройства электроустановок. - 7-е изд., перераб. и доп.. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 567 с.

6 Электрооборудование станций и подстанций/Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 2004. – 646 с.

7 Справочная книга для проектирования электрического освещения / под ред. Г.М. Кнорринга, – Л.: «Энергия», 2006. – 384 с.

8 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / под ред. Ю.Г. Барыбина и др., – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 464 с.

9 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т / подред. А.А. Фёдорова, – М.: Энергоатомиздат, 2006. – Т.1. - 568 с.

10 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т / под ред. А.А. Фёдорова, – М.: Энергоатомиздат, 2004. – Т.2. - 592 с.

11 Фёдоров, А.А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования электроснабжения промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов/ А.А. Фёдоров, Л.Е. Старкова – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 368 с

					13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

**Реконструкция электроснабжения энергоцеха
ПАО К-Г "Магнезит"**

Цель: повышение надежности функционирования и энергоэффективности

Задачи:

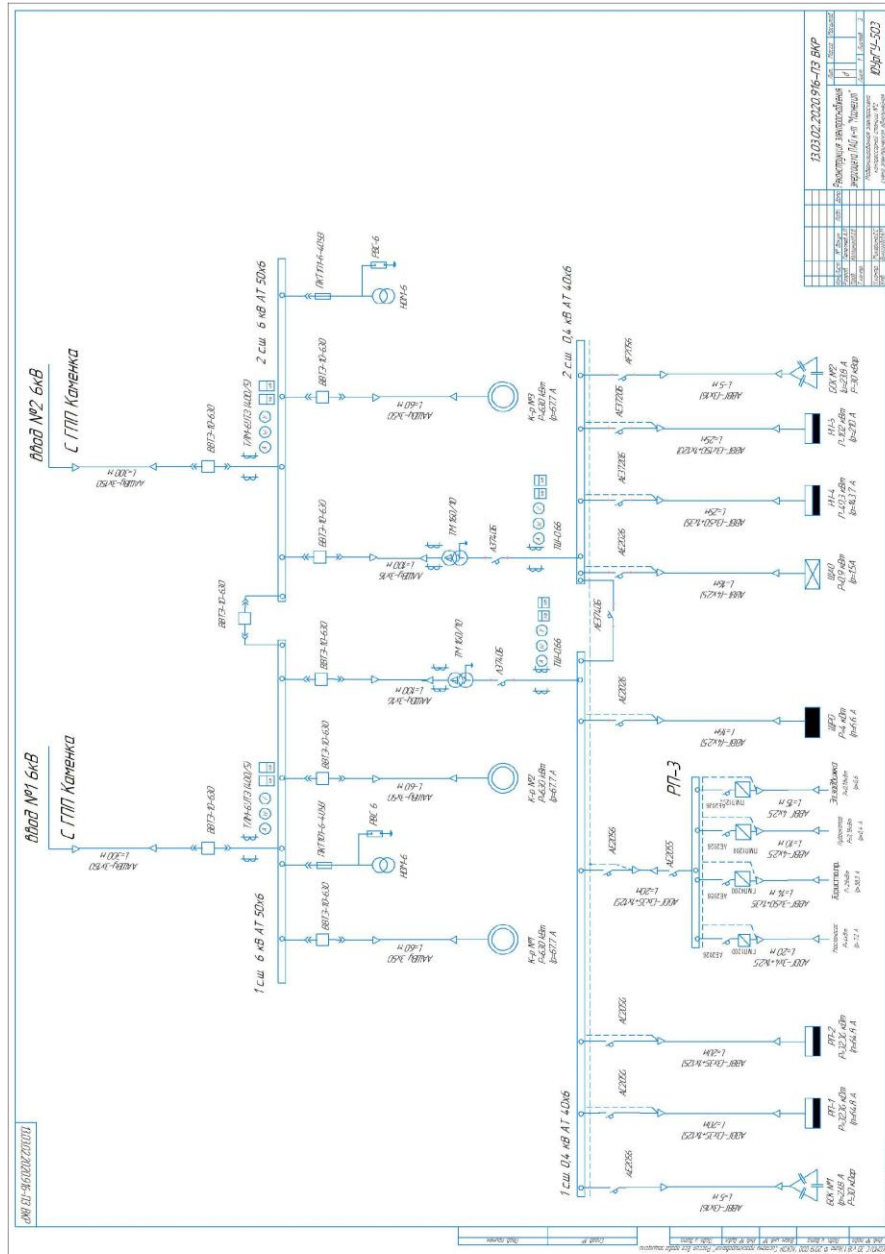
- анализ системы электроснабжения;
- модернизация электроснабжения;
- произвести расчёт и выбор электрооборудования.

Объект: Компрессорная станция №2 энергоцеха ПАО «Комбинат «Магнезит»

Предмет: Электрическая подстанция Компрессорной станции №2
энергоцеха ПАО «Комбинат «Магнезит»

13.03.02.2020.916.ПЗ ВКР		№ докум.	№ лист
Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель
Проверенный	Проверенный	Проверенный	Проверенный
Согласованный	Согласованный	Согласованный	Согласованный
Утвержденный	Утвержденный	Утвержденный	Утвержденный
Дата	Дата	Дата	Дата
Тема и цель ВКР		03/19-503	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

Лист

74

13.03.02.2020.916

Схема предполагаемых точек КЗ

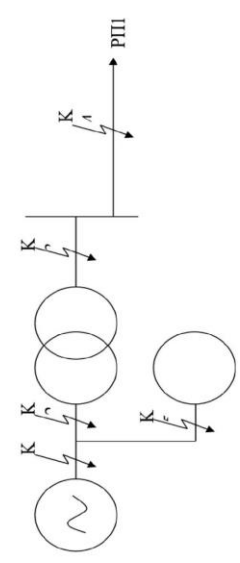
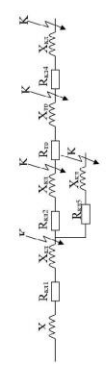


Схема замещения



Результаты расчётов токов короткого замыкания

Точка КЗ	$I_{кор}$, кА	$I_{уст}$, кА	Z , Ом	$S_{кз}$, МВА
1	2	3	4	5
K1	6,54	15,07	1,426	164,44
K2	6,53	14,22	1,427	155,16
K3	4,1	10,72	35,802	7,42
K4	3,65	6,34	40,24	4,39
K5	6,54	12,48	1,427	136,18

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

Рисунки выверены: / /

Схема замещения: / /

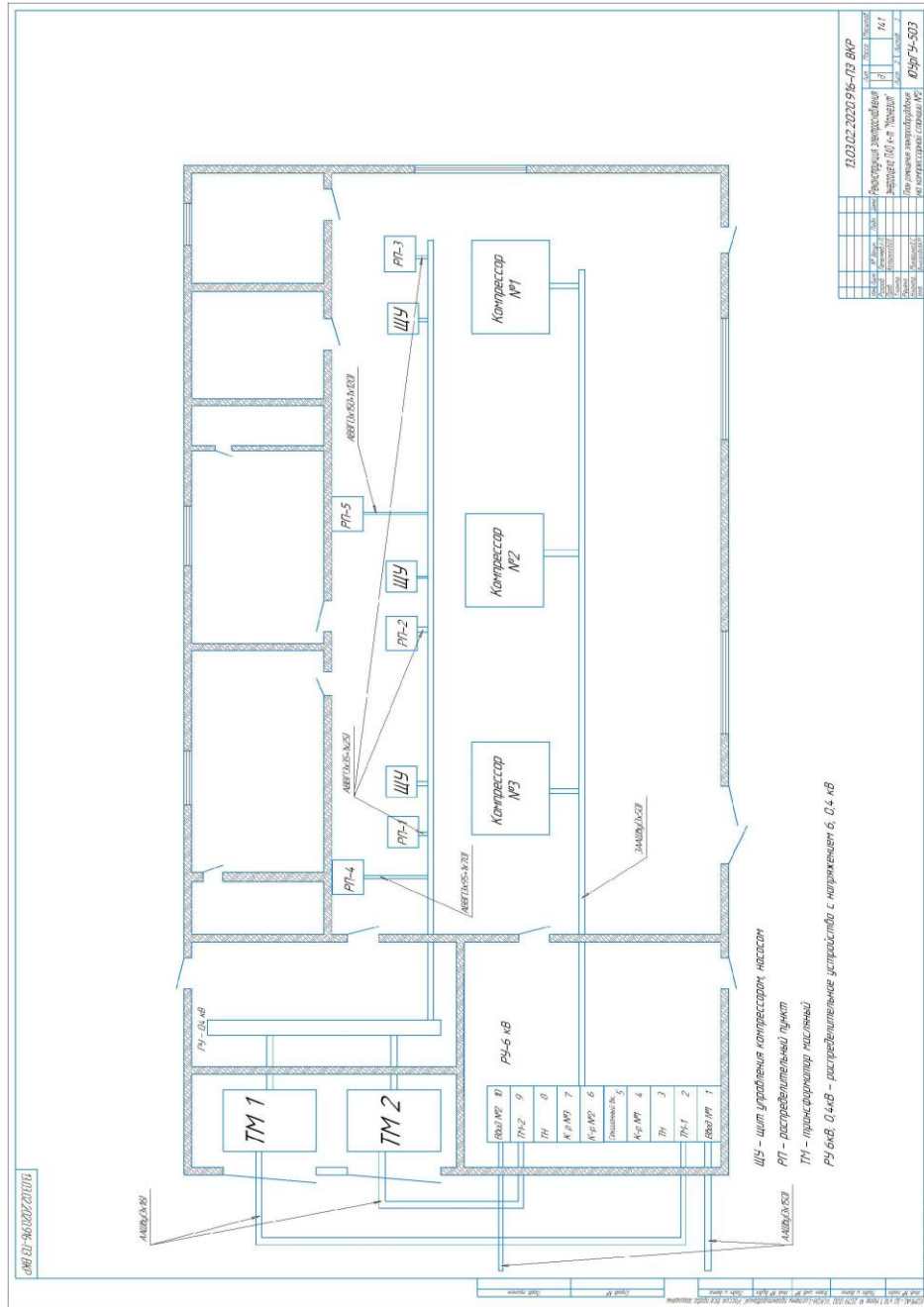
Результаты расчётов: / /

Исполнитель: / /

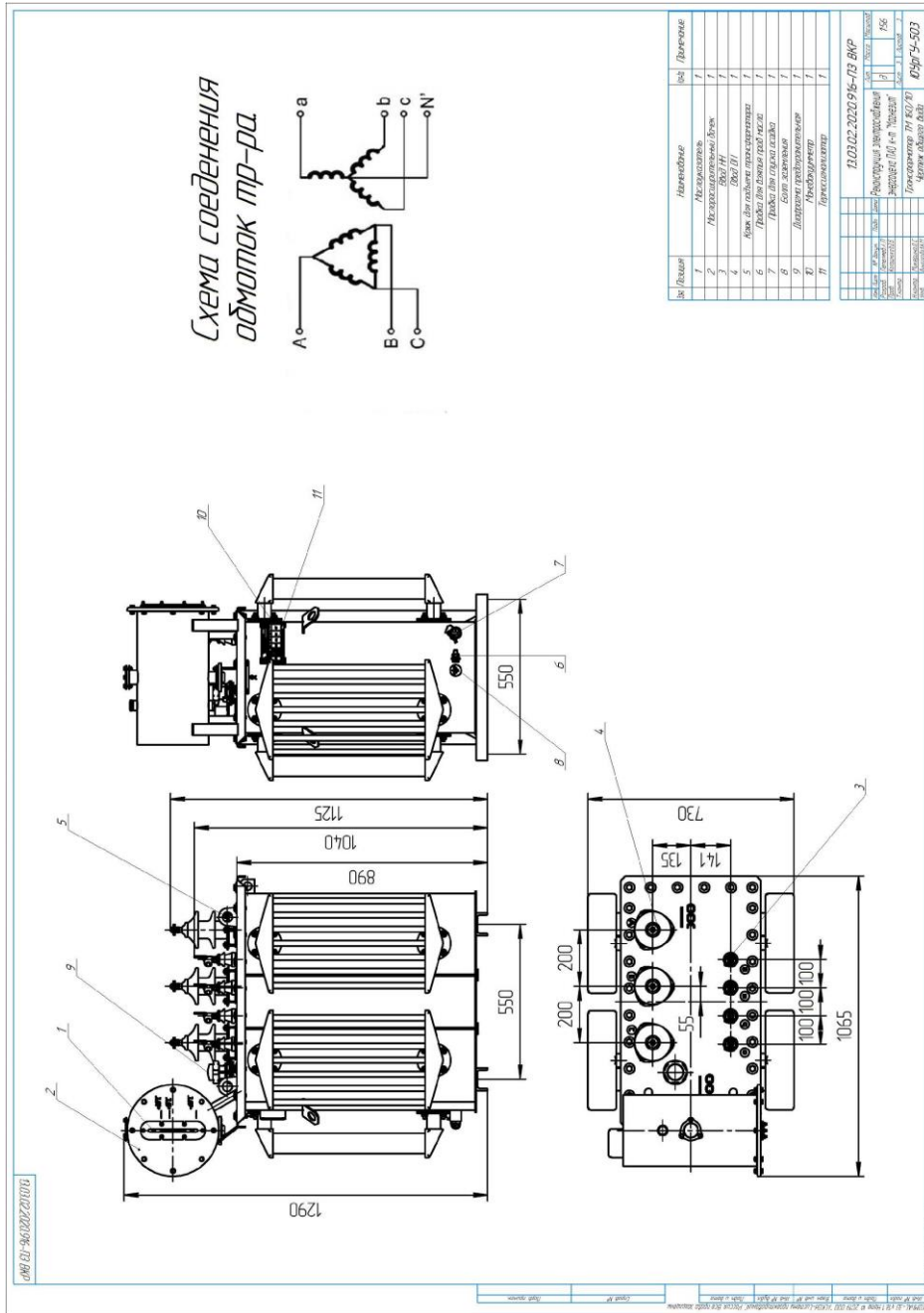
Проверено: / /

Утверждено: / /

Дата:



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.916. ПЗ ВКР

№ ПЗ-96/02/2020/916	<p>Вывод по выпускной квалификационной работе</p>	<p>Реконструкция компрессорной станции № 2 «Комбинат «Магнезит» проводилась в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок, правил эксплуатации электроустановок потребителей, а также в соответствии с нормативными документами по электроснабжению промышленных предприятий.</p> <p>В проекте на основании ведомости электроприёмников рассчитаны нагрузки по компрессорной станции №2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбраны два силовых трансформатора типа ТМ-160/10. 2. Распределение электроэнергию по потребителям осуществляется по кабельным линиям с алюминиевыми жилами типа АВВГ, проложенным по конструкциям в здании. 3. Произведён расчёт токов короткого замыкания; 4. Для распределения и передачи электроэнергии выбрано силовое оборудование и проверено на термическую и динамическую устойчивость к токам КЗ. 5. Произведён расчёт осветительной сети. 6. Рассчитано защитное заземление, прокладываемое по периметру здания компрессорной станции № 2. 7. С целью повышения безопасности труда рабочих и служащих разработаны основные мероприятия по обеспечению безопасности дежурности труда, охране окружающей среды и предупреждению аварий. 																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">Имя</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Фамилия</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">И.И.</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">О.О.</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Подпись</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Дата</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Имя	Фамилия	И.И.	О.О.	Подпись	Дата									<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">13.03.02.2020/916-ПЗ ВКР</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;"> Руководитель организации Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов Руководитель отдела </td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Руководитель организации А.С.Мухоморов </td> <td style="font-size: small;"> Руководитель отдела Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов </td> <td style="font-size: small;"> Руководитель отдела Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов </td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right; font-size: x-small;">Листов: 11</td> </tr> </table>		13.03.02.2020/916-ПЗ ВКР			Руководитель организации Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов Руководитель отдела	Руководитель организации А.С.Мухоморов	Руководитель отдела Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов	Руководитель отдела Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов	Листов: 11			
Имя	Фамилия	И.И.	О.О.	Подпись	Дата																							
	13.03.02.2020/916-ПЗ ВКР																											
Руководитель организации Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов Руководитель отдела	Руководитель организации А.С.Мухоморов	Руководитель отдела Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов	Руководитель отдела Руководитель ПУ в "Моща" А.С.Мухоморов																									
Листов: 11																												

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата