

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт –
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
институт

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Г.Н. Чистяков

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2020г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту

(фамилия, имя, отчество)

Группа ХЭн 16-01 (16-1) Направление (специальность) 13.03.02

«Электроэнергетика и электротехника»

код, наименование

Тема выпускной квалификационной работы Разработка системы внешнего электроснабжения ООО «УК Разрез Майрыхский»

Утверждена приказом по университету №323 от 05.06.2020 г.

Руководитель ВКР Дулесова Н.В., к.э.н. доцент кафедры Электроэнергетика»

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР: характеристика учреждения, потребление энергоресурсов, существующие данные по энергосберегающим мероприятиям за период 2015-2019 гг.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

Введение.

1. Теоретическая часть.

1.1 Методы и методики расчета электрических нагрузок промышленного объекта, выбора числа и мощности трансформаторов.

2. Аналитическая часть.

2.1. Характеристика предприятия

2.2 Характеристика подстанции «Майрыхская» 110/6кВ

2.3 Выбор кабелей, питающих КТП

2.4 Выбор выключателей напряжением 6 кВ схемы внешнего электроснабжения

2.5 Проверка оборудования по токам короткого замыкания

2.6 Анализ качества напряжения цеховой сети и расчет отклонения напряжения для характерных электроприемников

3. Практическая часть

3.1. Мероприятия по повышению надежности электроснабжения Разреза Майрыхский

Заключение

Перечень обязательных листов графической части:

Схема электрических соединений подстанции и Разреза «Майрыхский».

Однолинейная схема электроснабжения Разреза «Майрыхский».

Генеральный план Разреза «Майрыхский».

Руководитель ВКР

Н.В. Дулесова

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

А.Е. Трачук

инициалы, фамилия

«_____» _____ 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка системы внешнего электроснабжения ООО «УК Разрез Майрыхский» содержит 50 страниц текстового документа, 30 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений нет.

Объект исследований – ООО «УК Разрез Майрыхский»

Предмет исследований – схема электроснабжения, используемая при проведении горных работ

Научная новизна состоит в том, что схема внешнего электроснабжения впервые разрабатывается для промышленного объекта, который относится к уникальным.

Целью данной работы является разработка системы внешнего электроснабжения ООО «УК Разрез Майрыхский», которая будет обеспечивать электрической энергией надлежащего качества и соответствовать дальнейшему росту энергопотребления.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что существующая система электроснабжения ООО «УК Разрез Майрыхский» не соответствует нагрузкам объектов разреза. В экстремальных ситуациях приходится ограничивать работу трансформаторов, что ввиду отсутствия резервного электроснабжения может произойти полное подтопление горных пород.

ABSTRACT

The final qualification work on the topic "Development of an external power supply system for LLC MC Mayrykhsky open pit mine" contains 57 pages of a text document, 30 used sources, 3 sheets of graphic material, no attachments. The object of research - LLC "MC Mayrykhsky open pit" The subject of research is the power supply scheme used in mining operations The scientific novelty lies in the fact that an external power supply scheme is being developed for the first time for an industrial facility that is unique

The purpose of this work is to develop an external power supply system for LLC MC Mayrykhsky open pit mine, which will provide electrical energy of proper quality and correspond to the further growth of energy consumption.

The practical significance of the research is due to the fact that the existing power supply system of LLC MC Mayrykhsky open pit mine was not designed for the growing level of consumption. In extreme situations, it is necessary to limit the operation of transformers, which, due to the lack of backup power supply, may lead to complete flooding of rocks.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1.1 Методы и методики расчета электрических нагрузок промышленного объекта, выбор количества трансформаторов.....	9
1.2 Ведомость электрических нагрузок	15
2. Аналитическая часть.....	17
2.1 Характеристика предприятия.....	17
2.2 Характеристика подстанции Майрыхская 110/6 кВ.....	19
2.3 Разработка схемы электроснабжения с учетом требований внешнего электроснабжения	25
2.4 Выбор кабелей, питающих КТП.....	31
2.5 Выбор выключателей схемы внешнего электроснабжения.....	33
2.7 Проверка оборудования по токам короткого замыкания.....	37
2.8 Анализ качества напряжения цеховой сети	40
3 Практическая часть	44
3.1 Мероприятия по повышению надежности электроснабжения раздела «Майрыхский».....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47

ВВЕДЕНИЕ

Тема данного исследования актуальна, так как проведение горных работ требует больших затрат электроэнергии. Электроснабжение требуется для обеспечения комфортной жизнедеятельности шахтеров на разрезе, для проведения горных работ и работ по транспортировке вскрытой породы. Кроме того, ввиду повышенной опасности работы шахтеров, схема внешнего электроснабжения должна быть оптимальной не только с точки зрения обеспечения потребностей рабочих в электроснабжении, но и минимизировать вероятность возгорания, взрыва и других несчастных случаев в процессе выполнения работ.

Целью данного исследования является разработка системы внешнего электроснабжения для разреза Майрыхский.

Цель достигается решением следующих задач:

1. Дать описание имеющимся методам и методикам расчета нагрузки и выбора числа трансформаторов на промышленном объекте.
2. Разработать систему электроснабжения и обосновать выбор используемых в ходе разработки технических решений.
3. Дать рекомендации по совершенствованию работы предприятия.

Поставленная цель и выделенные задачи сформировали структуру данного исследования. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, десяти параграфов, заключения и списка использованных источников. Кроме того, имеются графические материалы, иллюстрирующие разработку.

Объектом исследования является УК разрез Майрыхский.

Предметом исследования является схема электроснабжения, используемая при проведении горных работ.

Научная новизна состоит в том, что схема внешнего электроснабжения впервые разрабатывается для промышленного объекта, который относится к уникальным.

1 Теоретическая часть

1.1 Методы и методики расчета электрических нагрузок промышленного объекта, выбор количества трансформаторов

Для единичных электроприемников в качестве расчетных нагрузок принимаются их номинальные активные и реактивные мощности. Расчетная нагрузка группы электроприемников всегда меньше установленной мощности и ее необходимо определять тем или иным методом. В зависимости от уровня (места) определения расчетных нагрузок и стадии проектирования СЭС применяются более точные или упрощенные методы.

Точные методы требуют большого объема исходной информации, характеризующей приемники и потребители электроэнергии, и применяются при разработке строительных проектов промышленных объектов. Упрощенные методы определения расчетной (ожидаемой) электрической нагрузки, базирующиеся на минимуме исходных данных, используются при ориентировочных расчетах, не требующих высокой точности. Основные методы определения расчетных электрических нагрузок, используемые при проектировании электроснабжения производственных предприятий, можно разделить на нижеуказанные группы [3].

Методы, определяющие расчетную электрическую активную нагрузку умножением установленной (номинальной) мощности электроприемников $P_{\text{НОМ}}$ на коэффициент k , значение которого меньше единицы:

$$P_p = P_{\text{НОМ}} \cdot k, \quad (1.1.1)$$

Методы, определяющие расчетную электрическую нагрузку умножением средней мощности электроприемников P_c на коэффициент k_2 ,

значение которого может быть меньше единицы, единица или больше единицы:

$$P_p = P_c \cdot k_2, \quad (1.1.2)$$

Статистический метод, в соответствии с которым расчетная электрическая активная нагрузка определяется по выражению:

$$P_p = P_c + P_a, \quad (1.1.3)$$

где P_a – принятая кратность меры рассеяния случайной величины;

a – среднее квадратическое отклонение электрической нагрузки от среднего значения.

При проектировании электрическая нагрузка силовых электроприемников на всех уровнях СЭС определяется с помощью коэффициента расчетной мощности. Приблизительно нагрузка может быть найдена также по коэффициенту спроса и установленной мощности, удельному расходу электроэнергии на единицу выпускаемой продукции, удельной нагрузке на единицу производственной площади [2-7,12-14].

Для выбора типа и количества трансформаторов необходимо знать действующие или проектируемые нагрузки. Существует несколько методик расчетов электрических нагрузок. Их применение зависит от отрасли народного хозяйства, задач проектирования, долгосрочности планирования, срока службы проектируемой установки и от других факторов. Так, в горной промышленности применяется метод коэффициента спроса и коэффициента максимума, метод удельной мощности и другие. В других отраслях применяют методы коэффициента использования, коэффициента максимума, коэффициента загрузки. Для предварительного и прогнозного проектирования используются приближенные методы, позволяющие с

достаточной точности определить основные показатели электроснабжения (например, метод удельной мощности). Одной из первых и основополагающих частей проекта электроснабжения объекта является определение ожидаемых электрических нагрузок на всех ступенях электрических сетей.

Именно нагрузки определяют необходимые технические характеристики элементов электрических сетей – сечения жил и марки проводников, мощности и типы трансформаторов, электрических аппаратов и другого электротехнического оборудования. Завышение ожидаемых нагрузок при проектировании по сравнению с реально возникающими приводит к перерасходу материалов проводников и средств, вложенных в избыточную мощность электрооборудования. Занижение – к излишним потерям мощности в сетях, перегреву, повышенному износу и сокращению срока службы электрооборудования. Правильное определение электрических нагрузок обеспечивает технически и экономически обоснованный выбор основного и вспомогательного оборудования, средств компенсации реактивной мощности, устройств регулирования напряжения, а также релейной защиты и автоматики электрических сетей. Для определения электрических нагрузок применяют упрощенные или более точные методы. При проектировании горных предприятий вначале производят предварительный расчет электрических нагрузок на основании данных о суммарной установленной мощности отдельных потребителей (подземных участков, стационарных установок, потребителей поверхности), а затем производят окончательный уточненный расчет с использованием конкретных данных о единичных приемниках отдельных технологических процессов производства и всего предприятия в целом. Нагрузки определяют от низших к высшим ступеням электроснабжения предприятия по отдельным расчетным узлам в сетях напряжением до 1 кВ и свыше 1 кВ.

Расчет мощности главных подстанций (ГПП) горных предприятий.

Расчетные электрические нагрузки определяют методом коэффициента спроса в такой последовательности: все намеченные к установке электроприемники объединяют в группы по технологическим процессам и по назначению; по необходимому уровню напряжения; определяют суммарные установленные мощности электроприемников, активные, реактивные и полные электрические нагрузки электроприемников, а также суммарные нагрузки по группам с одинаковым напряжением; производят расчет нагрузок подземных участков; определяют места расположения стационарных и передвижных подстанций и распределяют потребителей электрической энергии по подстанциям; разрабатывают технико-экономические мероприятия по компенсации реактивной мощности; производят выбор мощности и числа трансформаторов ГПП; определяют годовой и удельный расходы электроэнергии по горному предприятию. Для группы однородных по режиму работы электроприемников расчетную нагрузку (соответственно в кВт, квар, кВА) определяют из выражений:

– активная мощность:

$$P_p = P_{НОМ} \cdot K_c, \quad (1.1.4)$$

– реактивная мощность:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (1.1.5)$$

– полная мощность:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (1.1.6)$$

где K_C – коэффициент спроса характерной группы электроприемников, принимаемый по справочным материалам;

$tg\varphi$ – соответствует $\cos\varphi$, определяемому по справочникам;

φ – угол сдвига фаз.

На главных подстанциях рудников применяются силовые трансформаторы различных типов. Наименование и тип трансформатора можно определить с помощью букв и цифр, используемых при маркировке типов трансформаторов. Числа в маркировке означают: первое – полную мощность в кВА, второе – номинальное напряжение первичной обмотки в кВ.

Количество трансформаторов на ГПП зависит от категории по надежности электроснабжения и мощности подстанции.

Для 1 категории – не менее двух трансформаторов, оба в работе.

Коэффициент загрузки в нормальном режиме:

- $K_3 = 0,65-0,7$ – для потребителей 2 категории;
- 2 трансформатора $K_3 = 0,7$ – для потребителей 3 категории;
- достаточно одного трансформатора $K_3 = 0,9 – 0,95$.

При выборе трансформаторов производится проверка коэффициента перегрузки в аварийном режиме (один трансформатор не работает, другой должен обеспечить работу потребителей 1 и 2 категории): $K_{пер} = 1,4$.

Из существующих методов определения мощности силовых трансформаторов для подземных горных участков наибольшее распространение получил метод коэффициента спроса. Необходимую мощность трансформатора (кВА) определяют по формуле:

$$S_p = \frac{\sum P_y \cdot K_C}{\cos \varphi}, \quad (1.1.7)$$

где $\sum P_y$ – суммарная установленная мощность электродвигателей и других электроприемников, получающих питание от трансформатора, кВт;

K_C – коэффициент спроса, учитывающий загрузку электроприемников и неодновременность их работы.

Для очистных забоев, оборудованных комбайнами или стругами с индивидуальной крепью, и подготовительных участков с любой механизацией (при отсутствии блокировки очередности пуска электродвигателей) коэффициент спроса может быть определен по эмпирической зависимости:

$$K_C = 0.285 + \frac{(0.714 \cdot P_M)}{\sum P_y}, \quad (1.1.8)$$

Для очистных забоев, оборудованных механизированными комплексами с автоматической блокировкой очередности пуска их электродвигателей, определение производится по следующей формуле:

$$K_C = 0.4 + \frac{(0.6 \cdot P_M)}{\sum P_y}, \quad (1.1.9)$$

где P_M – номинальная мощность наиболее крупного электродвигателя (комбайна, конвейера, струга и т.п.), кВт [1].

При использовании многодвигательного привода подставляют суммарную мощность одновременно включаемых электродвигателей; $\cos \varphi$ – условный средневзвешенный коэффициент мощности, по очистным участкам шахт с пологими пластами и подготовленным участкам любых шахт принимается равным 0,6, а для очистных участков шахт с крутыми пластами – 0,7.

Многолетний опыт эксплуатации шахтных сухих трансформаторов показал, что при определении мощности трансформаторов по методу коэффициента спроса не учитываются прерывистый режим работы машин и механизмов и перегрузочная способность трансформаторов, а поэтому принимают трансформаторы завышенной мощности. Такое положение увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты по участку, шахте и в целом по горнодобывающей отрасли. Обследования электрических нагрузок силовых трансформаторов на целом ряде шахт показали, что с достаточной достоверностью можно определить расчетную мощность, полученную по формуле (2.4), разделить на коэффициент возможного использования трансформаторов на участке, равный 1,25 и по полученной уточненной мощности выбрать номинальную мощность трансформатора, т.е.

$$S_{\text{НОМ}} = S_{\text{ПУПП}} = \frac{S_p}{1,25}, \quad (1.1.10)$$

1.2 Ведомость электрических нагрузок

Представим ведомость электрических нагрузок и генеральный план разреза и произведем расчет суммарной мощности объекта. Результаты расчета сведем в табл. 1.2.1.

Таблица 1.2.1 – Ведомость электрических нагрузок разреза

№ п/п	Наименование потребителя	Кол-во, шт	Мощность ед., кВт	Мощность всего, кВт	Напряжение, U, кВ
1	Автовесовая	2	6	12	6
2	Перегрузочный пункт угла	1	10	10	6
3	Hazemag + ГИСЛ-82	1	74	74	6
4	ПСУ-500	1	4,7	4,7	6

Окончание таблицы 1.2.1.

5	Склад	1	15	15	6
6	АЗС	1	12	12	6
7	Модульная котельная	2	65	130	6
8	1Д1600-90	1	630	630	6
9	1Д1250-25	1	560	560	6
10	1Д1600-90Б	1	290	290	6
11	Весы	1	14	14	6
12	КПП	1	10	10	6
13	Скважина	1	750	750	6
Всего				2511,7	

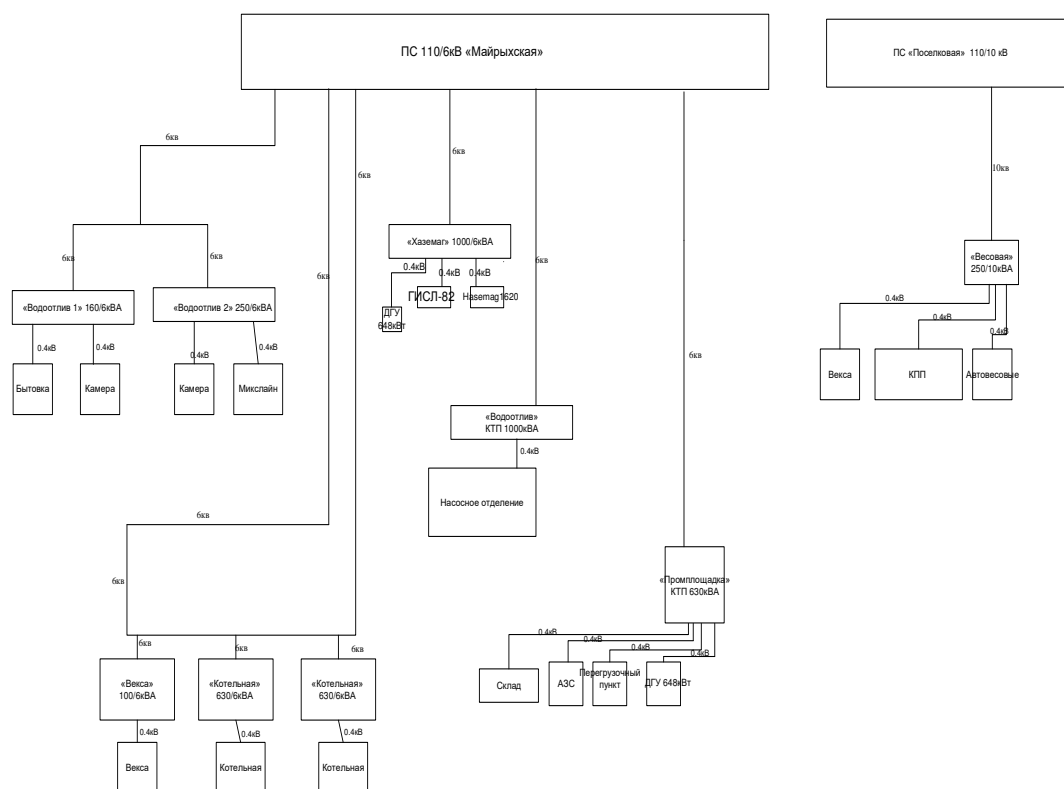


Рисунок 1– Генеральный план разреза

2 Аналитическая часть

2.1 Характеристика предприятия

УК «Разрез Майрыхский» является дочерней компанией «Коулстар». Свою работу предприятие начало в 2016 году и уже в этот период в год на разрезе добывалось около 450 тонн угля, из которых около 90% направлялось на экспорт [5].

Высококачественный уголь, добываемый в разделе Майрыхский, потребляют в Турции, Японии, Китае и многих других странах.

2018 год компания завершила со значениями добычи на уровне 6 млн тонн в год, но, по заявлению директора, в будущем цель предприятия – стать одним из самых крупных в регионе и одним из основных источников пополнения бюджета в Республике Хакассия. За годы работы разрез «Майрыхский» принес уже более 2,5 млрд. рублей в бюджеты разных уровней. Так, в 2018 году 1 млрд 200 миллионов налогов на прибыль.

На текущий момент компания имеет лицензию на добычу угля на двух участках: Майрыхский и Бейский западный. Одним из приоритетов предприятия является постоянное повышение эффективности и экологичности предприятия с использованием современной горной техники.

Одним из основных достижений участка стала уникальная технология сухого обогащения угля при помощи воздуха. Эта технология не предполагает использование воды, поэтому уголь содержит меньше влаги, а значит, получается более качественным и дорогим. На предприятии добывается уголь марки Д, который подходит для использования на:

- тепловых электростанциях;
- предприятиях ЖКХ;
- комбинатах черной и цветной металлургии;

– химических заводах как в России, так и в странах СНГ и ближнего зарубежья [6].

Качество угля повышается ещё и благодаря тому, что уголь перевозится исключительно в железнодорожных вагонах без грязи и пыли. В будущем совместно с компанией РЖД планируется построить специальную ветку для перевозки угля.

Компания уделяет много внимания и охране окружающей среды. Очистные сооружения – одни из самых мощных в мире, а электрооборудование выбирается таким образом, чтобы наносить минимальный вред окружающей среде.

Компания является достаточно крупным и престижным работодателем в регионе. На сегодняшний день штат компании составляет около 930 человек, большинство постоянно проживают в Республике Хакассия. Все сотрудники обеспечиваются не только достойной зарплатой и условиями труда, но и получают один из лучших социальных пакетов в республике. Так, они бесплатно проходят санитарно-курортное лечение и имеют возможность направить детей на отдых в пионерские лагеря.

К 2025 году разрез «Майрыхский» планирует существенно повысить свои мощности. В том числе планируется:

- построить железную дорогу мощностью 5 МВт;
- открыть обогатительную фабрику мощностью 5 МВт;
- использовать электрические экскаваторы мощностью 4 МВт;
- оборудовать карьерный водоотлив мощностью 3 МВт;
- строительство новой промплощадки мощностью 2 МВт.

Суммарная мощность 8 МВт будет использоваться, начиная с 2025 года, когда разрез выйдет на проектный уровень добычи 10 млн. тонн угля в год. До достижения этого уровня будет достаточно мощности в 12 МВт [7].

2.2 Характеристика подстанции Майрыхская 110/6 кВ

Подстанция Майрыхская имеет некоторые недостатки. В первую очередь, необходимо учитывать, что она введена в эксплуатацию в 1978 году и не имеет резерва по напряжению 35 кВ [8].

На сегодняшний день максимальный разрешенный объем потребления 1150 кВт, а необходимый объем энергии для обеспечения нужд разреза и сторонних потребителей находится на уровне 1361 кВт. Имеющиеся технические мощности не рассчитаны на возросший объем энергопотребления. Кроме того, по требованиям Ростехнадзора, электрооборудование раздела Майрыхский должно иметь категорию надежности электроснабжения II.

Существенной проблемой стала нехватка финансирования. В связи с этим работы по ремонту электроподстанции и ЛЭП линий высокого напряжения проводились в недостаточном объеме. А несвоевременное проведение ремонтных работ негативно сказывалось на работе в осенне – зимний период (ОЗП).

Исходя из имеющихся недостатков на предприятии планируется установка микропроцессорной системы защиты, благодаря которой обеспечивается надежность и непрерывность электроснабжения.

Благодаря инновационным технологиям появляется возможность отслеживать работу подстанции в дистанционном режиме и оперативно устранять возникающие в ходе работы неисправности. Электроподстанция работает по технологиям, которые обеспечивают максимальную защиту окружающей среды. Подстанции оборудованы вакуумные выключатели, поэтому в процессе работы не используется трансформаторное масло и элегаза. Кроме того, в процессе проектирования соблюдаются требования по защите от гибели птиц. Провода особым образом изолированы, а

конструкция выполнена таким образом, что птицы не имели физической возможности коснуться заземляющих элементов и токопроводящего устройства.

На ПС 110/6 кВ «Майрыхская» установлено следующее оборудование:

- ОРУ-110 кВ – производства фирмы АВВ (Швеция);
- силовые трансформаторы 110/6 кВ типа TNARE 16000/110 PN производства фирмы АВВ Elta Ltd (Польша);
- Дизель-генераторные установки 648кВт
- шкафы РУ-6 кВ типа MCset – фирмы "Schneider Electric" (Франция);
- сухие трансформаторы собственных нужд 6/0,4 кВ мощностью 250 кВА – фирмы "Schneider Electric" (Франция);
- панелей защиты, управления, автоматики трансформаторов 110/6 кВ – фирмы "Schneider Electric" (Франция);
- распределительных щитов постоянного тока 220 В и переменного тока 380/220В – фирмы "Schneider Electric" (Франция);
- аккумуляторной батареи, укомплектованной герметичными аккумуляторами, комплектно со стеллажом – фирмы "Oerlicon" (Швейцария);
- выпрямительного зарядно-подзарядного устройства фирмы "Benning" (Германия).

Все оборудование, за исключением оборудования 110 кВ и силовых трансформаторов 110/6 кВ, устанавливаемых на открытой площадке, размещается в новом здании с кабельным полуэтажом.

Для расширения пропускной способности трансформатора необходимо выполнить:

- переустройство существующих ВЛ 110 кВ, питающих действующую подстанцию, в связи с изменением схемы подключения к магистральным ВЛ, а также перезаводом их на новое ОРУ-110 кВ;
- сооружение гибких токопроводов 6 кВ между трансформаторами 110/6 кВ и зданием РУ-6 кВ;

– строительство кабельной эстакады с переукладкой на нее существующих сетей 6 кВ в районе нового здания;

– замена существующей ДЭС, морально устаревшей и физически изношенной, на новое оборудование типа V005005SWD мощностью 200 кВА;

– организация каналов связи и телемеханики по проводам ВЛ 110 кВ с использованием аппаратуры ET 8/2.

– организация рабочих мест на ПС Хакасэнерго-330 и МТЭЦ для обслуживания вновь устанавливаемой аппаратуры связи и телемеханики, с ее установкой на ПС Мозырь-330 и МТЭЦ по месту.

Установка оборудования ПС 110/6 кВ выполнена поблочно для каждого из трансформаторов 110/6 кВ с соответствующим переключением существующих кабелей 6 кВ, питающих потребителей ЛПДС.

Согласно ТУ РУП «Хакасэнерго» схема электрических соединений подстанции на напряжении 110 кВ принимается «Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии».

Силовые трансформаторы 110/6 кВ имеют неполную изоляцию нейтрали 110 кВ, поэтому для ее защиты используются ограничители перенапряжения на напряжение 110 кВ.

Для заземления нейтралей трансформаторов приняты однополюсные заземляющие разъединители.

Для ЗРУ 6 кВ принята схема «Одна одиночная, секционированная выключателем, система шин».

В нормальном режиме предусмотрена отдельная работа трансформаторов 110/6 кВ.

Силовые трансформаторы [9].

На подстанции устанавливаются два масляных трансформатора типа TNARE 16000/110 PN мощностью 16 МВА на напряжение $110 \pm 8 \times 1,25\% / 6$ кВ,

с автоматическим регулированием напряжения под нагрузкой на стороне высшего напряжения производства фирмы ABB Elta Ltd (Польша).

Для питания собственных нужд переменного тока 380/220 В предусматриваются сухие трансформаторы мощностью 250 кВА, напряжением $U_{\pm 2 \times 2,5\% / 0,4}$ кВ с переключением ответвлений обмотки ВН без возбуждения (ПБВ), устанавливаемые в помещении РУ-6 кВ.

Распределительное устройство 110 кВ.

На ОРУ-110 кВ предусмотрена установка оборудования фирмы ABB (Швеция):

Двух элегазовых выключателей типа LTB 145D1 со следующими параметрами:

- номинальное напряжение 145 кВ;
- номинальный ток – 2500 А;
- ток короткого замыкания – 31,5 кА;
- привод моторно-пружинный типа BLK 222.

Десяти разъединителей 110 кВ: типа SQF 123п 100+2E – с двумя заземляющими ножами (4 шт.) и типа SQF123n100+1E – с одним заземляющим ножом (6 шт.), имеющих следующие параметры:

- номинальный ток 1000 А;
- номинальное напряжение 123 кВ;
- ток короткого замыкания 40 кА;
- электропривод.

Шести трансформаторов тока типа IMBD 145 с коэффициентом трансформации 300-600/5/5/5/5 А.

Шести трансформаторов напряжения типа EMFC 134 с коэффициентом трансформации 110/1,73/0,1/1,73/0,1 кВ.

Шести ограничителей перенапряжения типа EXLIM P096-AM123.

Двух однополюсных заземлителей в нейтральных трансформатора с ограничителями перенапряжения типа EXLIM P072-AN123.

Ошиновка выполняется проводом АС-240/32 (ГОСТ 839-80Е).

Распределительное устройство 6 кВ.

Комплектуется из шкафов типа MCSet со следующими техническими характеристиками элегазовых выключателей LF2:

- номинальное напряжение – 6 кВ;
- ток термической устойчивости: 40 кА действующее значение 1 с;
100 кА – амплитудное значение;
- номинальный ток отключения – 40 кА;
- номинальный ток включения – 100 кА амплитудное значение;
- привод пружинный с электрическим заводом пружин.

Общее количество ячеек – 45 шт., в том числе:

- вводов с выключателями 3150 А – 2 шт.;
- секционного выключателя 3150 А – 1 шт.;
- секционных разъединителей – 3 шт.;
- шинных трансформаторов напряжения – 2 шт.;
- линейных присоединений с выключателями 630 А – 25 шт.;
- линейных присоединений с выключателями 1250 А – 12 шт.

Линейные присоединения распределяются следующим образом:

- синхронные электродвигатели мощностью 2500 кВт – 3 шт.;
- синхронные электродвигатели мощностью 2000 кВт – 1 шт.;
- синхронные электродвигатели мощностью 3150 кВт – 3 шт.
- асинхронные электродвигатели мощностью 5000 кВт – 3 шт.;
- асинхронные электродвигатели мощностью 6000 кВт – 4 шт.;
- асинхронные электродвигатели мощностью 800 кВт – 4 шт.;
- асинхронные электродвигатели мощностью 1000 кВт – 4 шт.;
- трансформаторы 6/0,4 кВ мощностью 250 кВА – 4 шт.;
- трансформаторы 6/0,4 кВ мощностью 320 кВА – 1 шт.;
- трансформаторы 6/0,4 кВ мощностью 400 кВА – 3 шт.;
- трансформаторы 6/0,4 кВ мощностью 630 кВА – 2 шт.;

- трансформаторы 6/0,4 кВ мощностью 1600 кВА – 3 шт.;
- резервные ячейки для подключения БСК – 2 шт.

Распределительный щит переменного тока 380/220 В.

Установлен щит в шкафном исполнении со степенью защиты IP20, имеющий следующие технические характеристики:

- ток термической устойчивости 10 кА, 1с;
- режим нейтрали TN-S (3 фазы/4 провода).

Укомплектован двумя вводными и одним секционным четырехполюсными выключателями типа NS T00 с механической взаимной блокировкой и устройством АВР на резервном вводе, а также двух и трехполюсными мини выключателями типов С60Н, NC 125 для присоединения потребителей.

Устанавливается в помещении ОПУ.

Распределительный щит постоянного тока 220 В.

Будет установлен щит в шкафном исполнении со степенью защиты IP20, имеющий следующие технические характеристики:

- ток термической устойчивости 10 кА, 1с;
- режим нейтрали IT (2 провода).

В помещении установлены три четырехполюсных выключателя типа NS 100Н (по два полюса последовательно), а также двухполюсными мини выключателями типа С32НДС для присоединения потребителей.

Устанавливается в помещении ОПУ.

Гибкие токопроводы 6 кВ.

Для подключения нового ЗРУ-6 кВ к силовым трансформаторам 110/6 кВ смонтированы два токопровода 6 кВ на железобетонных стойках.

Для обеспечения необходимой пропускной способности, которая равна номинальному току сборных шин РУ-6 кВ, токопроводы выполняются проводами типа АС 500/64 (ГОСТ 839-80Е), по 4 провода в фазе.

Изоляция проводов токопроводов выполнена с помощью опорных I изоляторов типа ОНШ-10-6УХЛ1.

Для подключения токопроводов к разрабатываемого в данной работе ЗРУ-6 кВ в стене здания предусмотрена установка трех проходных изоляторов типа ИПУ-10/3150-2,5 УХЛ1 на каждом вводе 6 кВ, при этом гибкая ошиновка на подходе к проходным изоляторам фиксируется на опорных изоляторах ОНШ-10-6УХЛ1, которые устанавливаются на кронштейнах, крепящихся к стене здания.

Присоединение токопроводов к трансформаторам 110/6 кВ осуществляется путем установки кронштейнов с опорными изоляторами того же типа [10].

На подстанциях с потребителями первой категории установлены дизель-генераторные установки, которые предназначены для работы в качестве резервных источников электроэнергии. Они способны автоматически запускать двигатель при авариях сетевого напряжения и останавливать его при восстановлении электроснабжения.

2.3 Разработка схемы электроснабжения с учетом требований внешнего электроснабжения

На рис. 2.3.1 представлено ОРУ-110 кВ и ЗРУ – 6 кВ ТП №44.

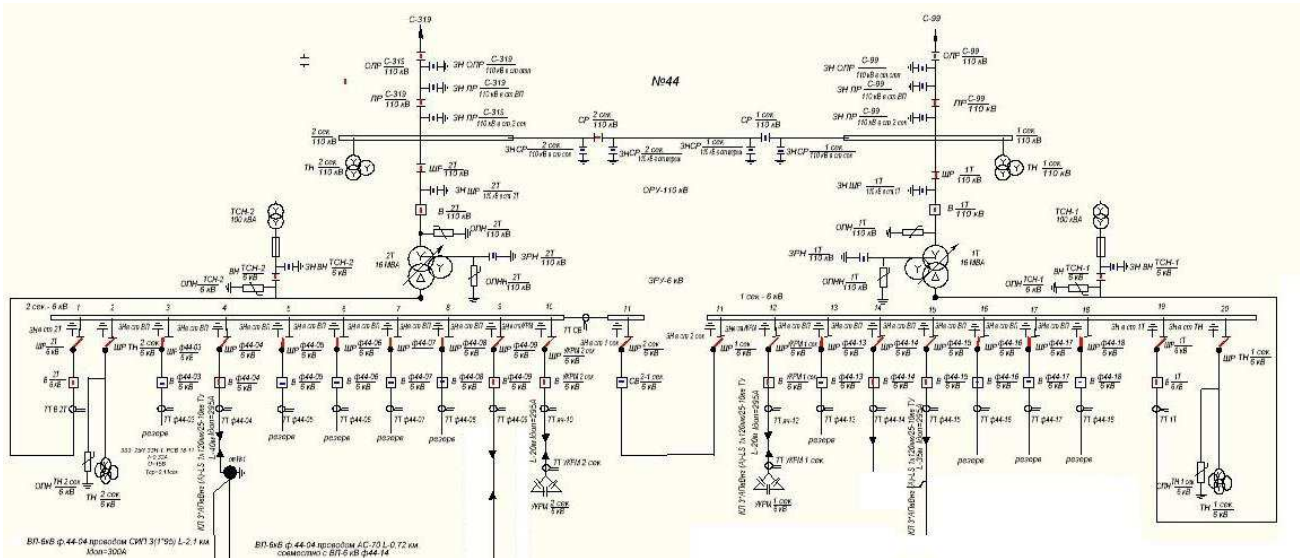


Рисунок 2.3.1 – ОРУ-110 кВ и ЗРУ – 6 кВ ТП №44

Фидер №4, ТП №44 показан на рис. 2.3.2.

- опоры 71, 80, 83;
- ТП44-04-02/160 кВА;
- РУ-0,4 кВ –СН ПЧ, камера, бытовка;
- РУ-0,4 кВ –камера, микслайн.

Фидер №9, ТП №44 показан на рис. 2.3.3.

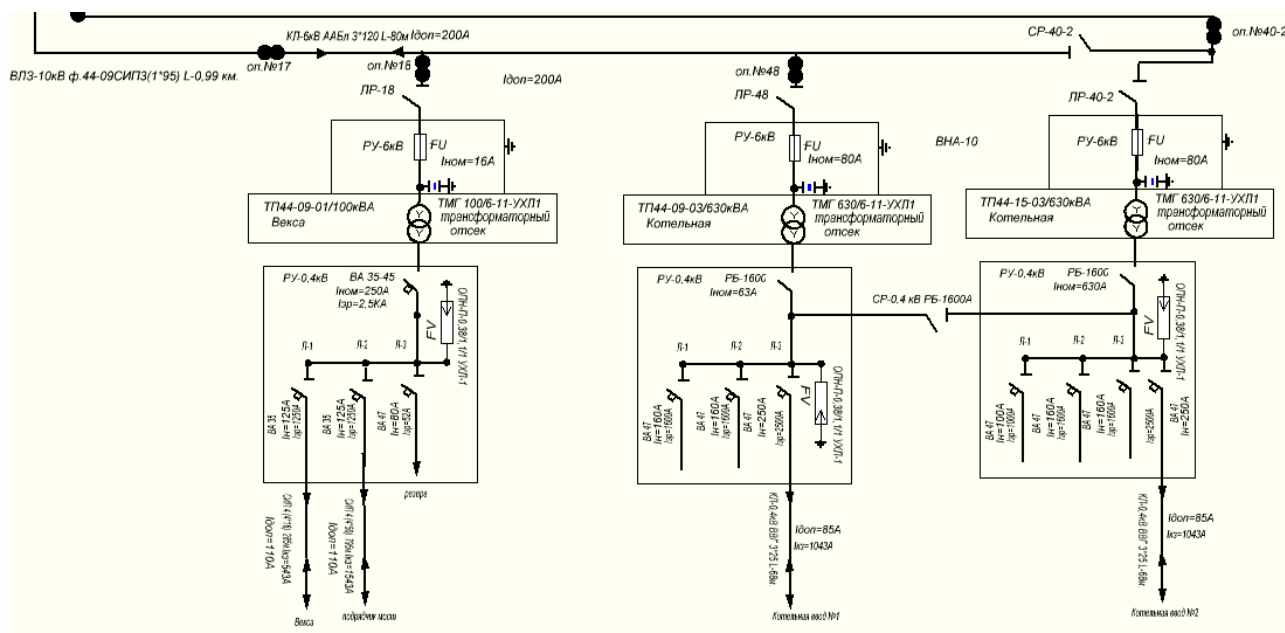


Рисунок 2.3.2 – Фидер №9, ТП №44

От ТП №44, фидером №9 запитана ВЛЗ-6 кВ проводом СИП 3 1x95.

ВЛЗ-6 кВ состоит из:

- опоры №17, 18 – РУ-6 кВ; ТП44-09-01/100 кВА; РУ-0,4 кВ – векса, подрядчик вост.;
- опора №48 – РУ-6 кВ; ТП44-09-03/630 кВА; РУ-0,4 кВ – котельная.

Ввод 1.

Фидер №14, ТП №44 показан на рис. 2.3.4.

– опоры №17-1, 17-3, 17-4, 17-23, 17-24, 17-27 – РУ – 6 кВ; ТП44-14-01/1000 кВА – водоотлив; РУ-0,4 кВ – резерв, освещение, насосный агрегат №1 1Д 1600-906.

Фидер №15, ТП №44 показан на рис. 2.3.3, 2.3.5.

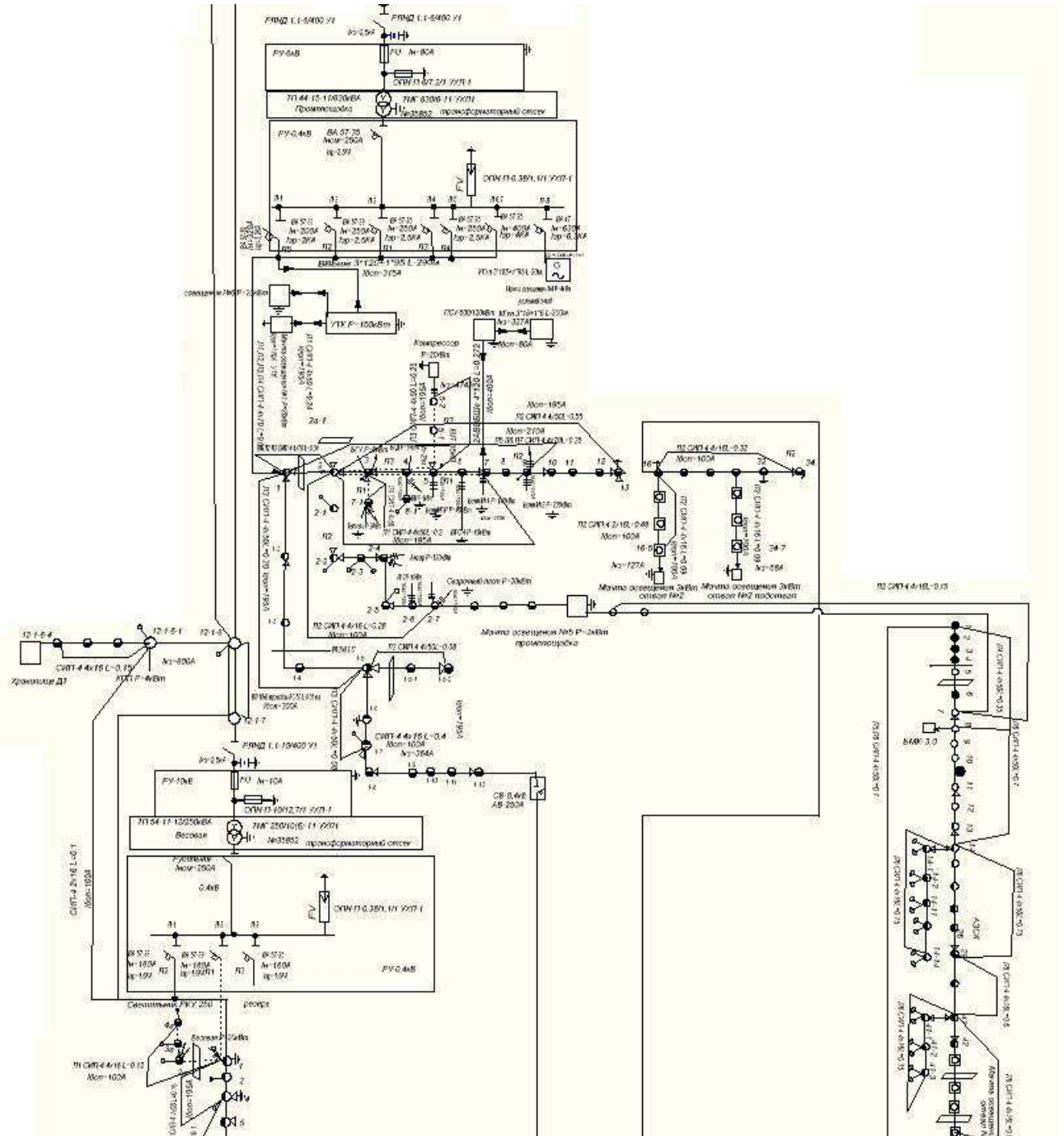


Рисунок 2.3.5 – Фидер №15, ТП №44

Фидер №15, ТП №44 состоит из:

– опоры №40-2 – РУ-6 кВ; ТП44-15-03/630 кВА; РУ-0,4 кВ – котельная. Ввод 2;

– РУ-6 кВ; ТП 44-15-11/630 – промплощадка; РУ-0,4 кВ – бытовки, баня ИТР, ВГСЧ, баня №1, баня №2. УТК, мачта освещения, угольный склад, сварочный пост.

2.4 Выбор кабелей, питающих КТП

В соответствии с «Указаниями по расчету электрических нагрузок» Тяжпромэлектропроекта [17], постоянные времени нагрева $T_0 \geq 30$ мин – для кабелей напряжением 6 кВ и выше, питающих трансформаторные подстанции и распределительные устройства [11]. Расчетная мощность для этих элементов определяется при $K_p = 1$. Следовательно,

$$P_p = K_p \cdot \sum K_{II} \cdot P_H = \sum K_{II} \cdot P_H, \quad (2.4.1)$$

Нагрузки для выбора кабелей представлены в табл. 2.4.1.

Произведем выбор питающих кабельных линий 6 кВ.

Условие выбора по току:

$$I_H \geq I_{раб}, \quad (2.4.2)$$

$$I_{раб} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot n}, \quad (2.4.3)$$

где n – число линий;

S_p – полная расчетная электрическая нагрузка на четвертом уровне электроснабжения, кВА;

$I_{\text{раб}}$ – расчетный ток линии, А;

U_n – номинальное напряжение линии, кВ.

Для питающей кабельной линии (от КТП «Котельная») по формуле (4.3) определяем рабочий ток:

$$I_{\text{раб}} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 1} = 60,6 \text{ А.}$$

Таблица 2.4.2– Распределение электроприемников по КТП разреза

Наименование КТП	Наименование электроприемников	Наименование трансформаторов
«Весовая»	Векса, КПП, Автовесовые	ТМГ 250/10
«Водоотлив»	Насосное отделение(1Д1600-90, 1Д1600-90Б)	ТМГ 1000/6
«Водоотлив 1»	Бытовка, камера	ТМГ 160/6
«Водоотлив 2»	Камера, микслайн	ТМГ 250/6
«Котельная1»	Модульная котельная	ТМГ 630/6
«Котельная2»	Модульная котельная	ТМГ 630/6
«Векса»	Векса	ТМГ 250/6
«Хаземаг»	ГИСЛ-82, Hasemag1620,	ТМГ 1000/6
«Промплощадка»	АЗС, Перегрузочный пункт,	ТМГ 630/6

Питание подстанций:

1. КТП «Промплощадка». Питание КТП «Промплощадка» осуществляется от 15 фидера используя ВЛ и КЛ :

1)КЛ 3*АПВ АнГ(А)-LS 1х120мк/25-6кВ, L=35м , Iдоп=295А

- 2) ВЛ 6кВ проводом СИПЗ(1*95) L-1,6км, Iдоп=300А
 - 3) ВЛ6кВ проводом АС-50 L-1.25км Iдоп=300А
2. КТП «Весовая». Питание КТП осуществляется от 11 фидера используя ВЛ:
- 1) ВЛ 6кВ проводом АС-50, L=0.35 км, Iдоп=300А
 - 2) ВЛ 6 кВ проводом АС-50 L=0.05 км, Iдоп=300А
3. КТП «Водоотлив» Питание КТП осуществляется от 14 фидера используя КЛ и ВЛ:
- 1) КЛ 3*АПВВнг(А)-LS1x120мк/25-6кВ, L=36м, Iдоп=295А
 - 2) ВЛ 6кВ проводом АС-70 L=1км, Iдоп=265А
4. КТП «Котельная» Питание КТП осуществляется от 9 фидера используя КЛ и ВЛ:
- 1) КЛ 10кВ 3*АПВВнг(А)-LS 1x120мк/25-6кВ L=37м, Iдоп=295А
 - 2) ВЛЗ 10кВ СИПЗ(1*95) L=0.99км
 - 3) ВЛЗ 10кВ СИПЗ(1*95) L=0.99км
 - 4) КЛ-6кВ ААБл 3*120 L=80м Iдоп=200А
5. КТП «Водоотлив Резерв» Питание осуществляется от 4 Фидера используя ВЛ и КЛ:
- 1) КЛ 3*АПВВнг(А)-LS 1x120мк/25-6кВ L=40м Iдоп=295А
 - 2) ВЛ-6кВ проводом СИП 3(1*95) L=2.1км , Iдоп=300А
6. КТП «Хаземаг» Питание осуществляется от 15 фидера используя ВЛ и КЛ:
- 1) КЛ 3*АПВВнг(А)-LS 1x120мк/25-6кВ, L=35м , Iдоп=295А
 - 2) ВЛ 6кВ проводом СИПЗ(1*95) L-1,6км, Iдоп=300А
 - 3) ВЛЗ-6кВ СИПЗ(1*70) L=0,6км

2.5 Выбор выключателей схемы внешнего электроснабжения

При выборе электрооборудования для внешнего электроснабжения, в том числе и выключателей, необходимо понимать, что большая часть оборудования идет в комплекте. Поэтому, после того, как были выбраны параметры электроснабжения, необходимо выбрать соответствующее оборудование и провести его тестирование на предмет возможности устойчивой работы в обычном и утяжелённом режиме [12,13,14].

Выбранные аппараты и проводники должны:

- длительно проводить рабочие токи нормального и утяжеленного режимов работы без чрезмерного повышения температуры;
- противостоять кратковременному электродинамическому и термическому действию токов КЗ;
- удовлетворять требованиям экономичности.

В соответствии с существующими нормами (6, 7, 13, 14, 29) электрооборудование выбирается и проверяется по параметрам.

В разрабатываемой системе электроснабжения промышленного предприятия нужно выбрать и проверить следующее электрооборудование:

- выключатели, разъединители, разъединитель-заземлитель, ограничитель перенапряжения, схемы внешнего электроснабжения;
- воздушную или кабельную линию схемы внешнего электроснабжения, соединяющую подстанцию энергосистемы и ГПП (ЦРП) промышленного предприятия;
- тип и ячейки распределительного устройства (РУ) на стороне низшего напряжения ГПП и ячейки РУ РП. Выключатели, трансформаторы тока и напряжения, устанавливаемые в этих ячейках [16];
- токоограничивающие реакторы и токопроводы напряжением 6 кВ, соединяющие силовые трансформаторы ГПП и РУ низшего напряжения ГПП или соединяющие ГПП и мощные РП. Опорные изоляторы;
- кабельные линии напряжением выше 1000 В и до 1000 В;

- цеховые трансформаторные подстанции (ТП). Коммутационные аппараты на стороне высшего и низшего напряжений этих ТП;
- коммутационные аппараты низковольтных распределительных пунктов (РПН).

Перед проверкой коммутационной и измерительной аппаратуры должно быть дано обоснование и сделан выбор комплектного оборудования системы электроснабжения промышленного предприятия (если такое оборудование есть).

При выборе электрооборудования, в том числе и выключателей, необходимо анализировать следующие параметры:

- номинальное напряжение;
- номинальный ток;
- ток утяжелённого режима;
- стойкость к токам короткого замыкания;
- отключающая способность.

Источником информации для выбора оборудования являются различные справочные каталоги. Если имеющейся информации оказывается недостаточно, можно использовать информацию из аналогичных разрезов и различных справочников.



Рисунок 2.6.1 – Элегазовый выключатель LF2

Общее описание:

- стационарная версия выключателя с пружинно-моторным приводом;
- сейсмостойкое и стандартное исполнение элегазового выключателя;
- три полюса размещены в изолированном герметичном корпусе, заполненном элегазом;

- номинальный ток от 630 до 5000 А;
- номинальный ток отключения от 25 до 50 кА;

Дополнительное оборудование:

- опорная рама, оснащенная роликами и крепежными скобами для стационарной установки;
- замок для блокировки выключателя в отключенном положении;
- 42-контактный разъём низкого напряжения типа Harting4
- вторая катушка отключения, катушка минимального напряжения, реле прямого действия Mitop;
- дополнительные блок-контакты.

2.7 Проверка оборудования по токам короткого замыкания

Элегазовый выключатель LF2 выбираются по следующим параметрам:

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{сети.ном}}, \quad (2.7.1)$$

$$I_{\text{ном}} > I_{\text{расч}}, \quad (2.7.2)$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчетный ток электроприемника, А;

$I_{\text{ном}}$ – номинальный ток выключателя, А;

$I_{\text{раб}}$ – рабочий ток выключателя, А.

Произведем выбор выключателя по вышеуказанным параметрам. На подстанции «Котельная»:

$$6 \geq 6 \text{ кВ};$$

$$630 > 60,6 \text{ А}.$$

Ток срабатывания защиты от перегрузки:

$$I_{\text{г}} > I_{\text{с.п.}} = 1,1 \cdot I_{\text{расч}},$$

(2.7.3)

где $I_{\text{с.п.}}$ – расчетный ток срабатывания защиты от перегрузки, А.

Произведем сравнение по вышеуказанным параметрам:

$$630 > 1,1 \cdot 60,6 = 66,66 \text{ А}.$$

$$31,5 > 2 \cdot 60,6 = 121,2 \text{ кА}.$$

По несимметричному току отключения:

$$I_{\Pi} \leq I_{\text{откл}}, \quad (2.7.5)$$

где

$$I_{\Pi} \cdot \tau \approx I_{\text{по}} = I_{\text{к}}^{(3)}, \quad (2.7.6)$$

$$7,6 > 31,5 \text{ кА.}$$

По апериодической составляющей расчетного тока:

$$(\sqrt{2} \cdot I_{\text{пр}} + i_{\alpha\tau}) \leq \sqrt{2} \cdot I_{\text{откл.ном.}} \cdot (1 + \frac{\beta_{\text{н}}}{100}), \quad (2.7.7)$$

$$\tau = t_{\text{рзmn}} + t_{\text{об}} = 0,01 + 0,01 = 0,02 \text{ с,}$$

где $t_{\text{об}}$ - собственное время отключения выключателя с приводом;

$t_{\text{рзmn}}$ - условное наименьшее время срабатывания релейной защиты.

Для выключателя LF2 $\beta_{\text{н}} = 30\%$ - содержание апериодической составляющей.

$$i_{\alpha\tau} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_{\text{н}} \cdot I_{\text{откл.ном.}}}{100}, \quad (2.7.8)$$

$$i_{\alpha\tau} = \frac{\sqrt{2} \cdot 30 \cdot 31,5}{100} = 13,36 \text{ кА.}$$

По предельному сквозному току к.з. на электродинамическую устойчивость:

$$I_{\text{по}} \leq I_{\text{прскв}}, \quad (2.7.9)$$

$$13,36 \text{ кА} \leq 120 \text{ кА}$$

По допустимому току термической устойчивости:

$$B_{\text{к}} \leq I_{\text{T}}^2 \cdot t_{\text{T}},$$

$$(2.7.10)$$

где I_{T} и t_{T} - ток и время термической устойчивости.

$$B_{\text{к}} = I_{\text{по}}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + T_{\text{а}}),$$

$$(2.7.11)$$

где $t_{\text{откл}} = 0,1$ с – время отключения линии;

$T_a = 0,01$ с – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока к.з.

$$B_K = 7.6^2 \cdot (0.1 + 0.01) = 5230 \text{кА}^2 / \text{с}$$

$$I_T^2 * t_T = 40^2 * 4 = 6400 \text{кА}^2 / \text{с}.$$

$$5230 \text{кА}^2 / \text{с} < 6400 \text{кА}^2 / \text{с}$$

Выключатель подходит по результатам проверки.

Проверка кабеля 6 кВ (проверяется один самый нагруженный по току кабель, т.к. все сечения одинаковые) [24,25,26].

Минимальное сечение проводника должно отвечать требованиям по термической стойкости:

$$F \geq F_{MN},$$

$$(2.7.12)$$

Минимальное сечение проводника, мм^2 :

$$F_{\text{MIN}} = \frac{\sqrt{B_K}}{C},$$

$$(2.7.13)$$

где B_K - импульс квадратичного тока к.з., $\text{кА}^2 / \text{с}$;

$C = 98 \text{А} \cdot \text{с}^2 / \text{мм}^2$ – тепловая функция при номинальных условиях [7].

Импульс квадратичного тока к.з., $\text{кА}^2 / \text{с}$:

$$B_K = I_{\text{кз}}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + T_a),$$

$$(2.7.14)$$

$$B_K = 7.6^2 \cdot (0.1 + 0.01) = 523000 \text{А}^2 / \text{с}$$

$$F_{\text{min}} = \frac{\sqrt{523000}}{98} = 7.4 \text{мм}^2$$

По длительному току:

$$I_{\text{РАБМАХ}} \leq I_{\text{НОМ}}; 260 \text{А} \leq 630 \text{А}$$

По предельному сквозному току к.з. на электродинамическую устойчивость:

$$i_y \leq i_{\text{ПРСКВ}};$$

$$13,36 \text{кА} < 120 \text{кА}$$

По допустимому току термической устойчивости:

$$B_K \leq I_T^2 \cdot t_T;$$

где I_T и t_T - ток и время термической устойчивости.

$$B_K = I_{\text{П0}}^2 \cdot (t_{\text{откл}} + T_a),$$

где $t_{\text{откл}} = 0,1$ с – время отключения линии;

$T_a = 0,01$ с – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока к.з.

$$B_K = 7,6^2 \cdot (0,1 + 0,01) = 6353,6 \text{кА}^2 / \text{с},$$

$$I_T^2 \cdot t_T = 40^2 \cdot 4 = 6400 \text{кА}^2 / \text{с},$$

$$6353,6 \text{кА}^2 / \text{с} < 6400 \text{кА}^2 / \text{с}.$$

Кабель подходит по результатам проверки [28,29,30].

2.8 Анализ качества напряжения цеховой сети

Расчеты для КТП и высоковольтных электроприемников сведем в таблицу 2.8.1.

Анализ качества напряжения проведем на ТП «Котельная»:

1) КЛ 3*АПВнг(А)-LS 1х120мм²/25-10кВ l=37м, I_{доп}=295А(Узел А)

2) ВЛ СИПЗ(1*95) L=0.99км, I_{доп}=300А(Узел Б)

3) ВЛ СИПЗ(1*95) L=0.99км, I_{доп}=300А (Узел В)

4)КЛ ААБл 3*120 L=80м Iдоп=295А(Узел С)

$$\Delta U = \sqrt{3}IL(R_0 \cos \lambda + x_0 \sin \lambda)$$

Таблица 2.8.1 – Определение отклонения напряжения в максимальном режиме работы

КТП «Котельная»		ТП-1
1		2
Режим макс		макс
напряжение на источнике.		6300
отклонение напряжения, %		5
Параметры КЛ 10 кВ	г, ом/км	0,258
	х, ом/км	0,081
	L, км	0,037
напряжение в узле А.		6296
отклонение напряжения, %		4,96
параметры ВЛ 10 кВ	г, ом/км	0,868
	х, ом/км	0,07
	L, км	0,99
напряжение в узле Б.		5960
отклонение напряжения, %		-0,6
параметры ВЛ 10 кВ	г, ом/км	0,868
	х, ом/км	0,07
	L, км	0,99
напряжение в узле В.		5624
отклонение напряжения, %		-4,26

Окончание таблицы 2.8.1.

параметры кабеля 6 кВ	r, ом/км	0,258
	x, ом/км	0,081
	L, км	0,80
напряжение в узле С.		5615
отклонение напряжения, %		-1,87
Параметры тр-а	$\Delta U\%$	3,22
Напряжение в узле Д, В		5605
Отклонение напряжения, %		-5,09
ПБВ трансформатора, %		+2,5
Отклонение напряжения с учетом ПБВ, %		-2,59

Таблица 2.8.2 – Определение отклонения напряжения в минимальном режиме работы

КТП «Котельная»		ТП-1
1		2
Режим мин/ПА		мин
напряжение в узле на источнике		6000
отклонение напряжения, %		0
параметры кабеля 10 кВ	r, ом/км	0,258
	x, ом/км	0,081
	L, км	0,037
напряжение в узле А.		5995
отклонение напряжения, %		-0,05
параметры ВЛ 10 кВ	r, ом/км	0,868
	x, ом/км	0,07
	L, км	0,99

Окончание таблицы 2.8.2.

напряжение в узле Б.		5659
отклонение напряжения, %		-3,41
параметры ВЛ 10 кВ	г, ом/км	0,868
	х, ом/км	0,07
	L, км	0,99
напряжение в узле В.		5323
отклонение напряжения, %		-4,8
параметры кабеля 6 кВ	г, ом/км	0,258
	х, ом/км	0,081
	L, км	0,80
напряжение в узле С.		9319
отклонение напряжения, %		-4,81
Нагрузка тр-а	$\Delta U\%$	2,25
Напряжение в узле Д, В		5094
Отклонение напряжения, %		-9,06
ПБВ трансформатора, %		+5
Отклонение напряжения с учетом ПБВ, %		-4,06

3 Практическая часть

3.1 Мероприятия по повышению надежности электроснабжения раздела «Майрыхский»

Одной из основных проблем подстанции Майрыхская является недостаточный уровень напряжения для работы насосов в номинальном режиме. На сегодняшний день напряжение электроподстанции потребителей составляет на уровне 170 В. Отклонение напряжения до такого уровня приведет к тому, что ресурс дорогостоящего оборудования не сможет работать на достаточно качественном уровне.

Чтобы избежать этого, сотрудникам станции придётся вводить ограничения на энергопотребление. В данном случае потребление будет ограничиваться на уровне примерно 70-8%. Это позволит работать только одному трансформатору, а подобное решение нежелательно, поскольку оно позволит работать только одному трансформатору.

3-4 часа работы в таком режиме приведет к затоплению карьера и образованию наледи в зимний период.

Вторая проблема – недостаточное и несвоевременное проведение работ по профилактике ЛЭП ввиду недостаточного финансирования разреза. В случае отключения электроэнергии данная ситуация может привести к полному затоплению разреза, поскольку основное питание подстанции выйдет из строя.

Чтобы избежать данной проблемы, необходимо приобрести и установить дизельно-генераторную электростанцию, которая будет выполнять резервную функцию.

Вторым направлением совершенствования технологии электроснабжения станет снижение себестоимости приобретаемой электроэнергии. Одной из составных частей тарифа на приобретение электрической энергии является снижение тарифа на её передачу. Для

решения этой задачи можно рекомендовать строительство подстанции с двумя трансформаторами.

Необходимость строительства новой подстанции обуславливается также и тем, что на сегодняшний день в разрезе есть три агрегата достаточно большой мощности, которые для ускорения подготовки добываемого угля к продаже должны работать одновременно. Плюс к тому, для оптимизации процесса добычи угля необходима возможность добывать воду с более глубокой скважины. Наконец, направлением совершенствования работы «Разрез Майрыхский» является необходимость снижения стоимости 1 квт энергии.

Проблемой стало и недостаточное финансирование филиала «Хакасэнерго». В связи с этим с 2015 года все работы были прекращены. Это привело к тому, что оборудование морально изнашивается. Работа морально изношенного оборудования

Все эти факторы обуславливают необходимость строительства новой подстанции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был рассмотрен алгоритм выбора внешней системы электроснабжения и рассчитана оптимальная мощность трансформаторов.

УК «Разерз Майрыхский является дочерней компанией ОАО «Коулстар». Предприятие является одним из крупнейших угледобывающих предприятий республики Хакассия. На предприятии добывается уголь марки Д высокого качества, который используется как на промышленных предприятиях, так и в сфере ЖКХ.

В связи с ростом добычи угля возникают проблемы, которые необходимо решить для повышения надежности электроснабжения. В первую очередь проблема касается морального устаревания ЛЭП, которые оказались не рассчитаны на растущий уровень потребления. В экстремальных ситуациях приходится ограничивать работу трансформаторов, что ввиду отсутствия резервного электроснабжения может произойти полное подтопление горных пород.

Причина строительства новой электростанции – наличие аппаратов, которые должны работать одновременно, чтобы ускорить производственный процесс добычи и погрузки.

Именно эти факторы доказывают, что строительство новой электростанции и модернизации существующего оборудования необходимо. Это позволит сделать электроснабжение более надежным и снизить стоимость приобретения электроэнергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев, В. А. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах / В.А. Андреев. - М.: Высшая школа, 2014. - 256 с.
2. Андреев, В. С. Системы электроснабжения загородного дома / В.С. Андреев, А.Б. Преображенский. - М.: Лада, 2011. - 264 с.
3. Волков, Сергей Петрович Техническая (Прикладная) Механика; Учебно-Методический Комплекс Дисциплины Для Студентов Специальностей 140204 - "Электрические Станции" 140205 - "Электроэнергетические Системы И Сети" 140211 - "Электроснабжение" 140203 - "Релейная Защита И Автоматизация / Волков Сергей Петрович. - Москва: Огни, 2009. - 363 с.
4. Гуревич, Ю.Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя / Ю.Е. Гуревич, К.В. Кабиков. - М.: Торус Пресс, 2015. - 408 с.
5. Дубинский, Г. Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением выше 1000В / Г.Н. Дубинский, Л.Г. Левин. - М.: Солон-Пресс, 2014. - 538 с.
6. Дубинский, Г. Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением до 1000 В / Г.Н. Дубинский, Л.Г. Левин. - М.: Солон-Пресс, 2011. - 400 с.
7. Дубинский, Г.Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением свыше 1000 вольт / Г.Н. Дубинский, Л.Г. Левин. - М.: Солон-Пресс, 2011. - 416 с.
8. Кашкаров, А. П. Автономное электроснабжение частного дома / А.П. Кашкаров. - М.: Феникс, 2015. - 144 с.
9. Кудрин, Б. И. Электроснабжение / Б.И. Кудрин. - М.: Academia, 2012. - 352 с.
10. Куско, А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии / А. Куско, М. Томпсон. - М.: Додэка XXI, 2011. - 336 с.

11. Лемин, Л. А. Эксплуатация судовых систем электроснабжения. Учебное пособие / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков, А.В. Григорьев. - М.: ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2014. - 184 с.
12. Миллер, Г. Р. Автоматизация в системах электроснабжения промышленных предприятий / Г.Р. Миллер. - М.: Государственное энергетическое издательство, 2012. - 176 с.
13. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий / Н.К. Полуянович. - М.: Лань, 2012. - 400 с.
14. Правила. Методики. Инструкции. Выпуск 18. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - М.: Энергосервис, 2016. - 308 с.
15. Рассел, Джесси Трёхфазная система электроснабжения / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 288 с.
16. Свириденко, Э. А. Основы электротехники и электроснабжения / Э.А. Свириденко, Ф.Г. Китунович. - М.: Техноперспектива, 2016. - 436 с.
17. Сибикин, Ю. Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов. Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - М.: Форум, Инфра-М, 2015. - 384 с.
18. Сибикин, Ю. Д. Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. Книга 1. Оборудование систем электроснабжения. Учебник / Ю.Д. Сибикин. - М.: ИП РадиоСофт, 2015. - 352 с.
19. Страусс, Кобус Системы автоматики и коммуникации в сетях электроснабжения / Кобус Страусс. - М.: Группа ИДТ, 2010. - 256 с.
20. Том 1. Справочник энергетика строительной организации: Электроснабжение организации / ред. В.Г. Сенчев. - Л.: Стройиздат; Издание 2-е, перераб. и доп., 2011. - 640 с.

21. Фролов, Ю. М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - М.: Лань, 2012. - 480 с.
22. Хорольский, В. Я. Надежность электроснабжения / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. - М.: Форум, Инфра-М, 2013. - 128 с.
23. Хорольский, В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. - М.: Дрофа, 2013. - 288 с.
24. Чеботаев, Н. И. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ / Н.И. Чеботаев. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2009. - 480 с.
25. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения / В.П. Шеховцов. - М.: Форум, Инфра-М, 2010. - 216 с.
26. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. Учебное пособие / В.П. Шеховцов. - М.: Форум, 2014. - 216 с.
27. Шеховцов, В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению / В.П. Шеховцов. - М.: Форум, Инфра-М, 2014. - 136 с.
28. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - М.: Энергия, 2012. - 387 с.
29. Электрооборудование летательных аппаратов. В 2 томах. Том 1. Системы электроснабжения летательных аппаратов. - М.: МЭИ, 2015. - 568 с.
30. Юндин, М. А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства / М.А. Юндин, А.М. Королев. - М.: Лань, 2011. - 320 с.

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Используемые в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 30 наименований.

Электронный экземпляр сдан на кафедру.

« » _____

(дата)

(подпись)

Трачук А.Е.

(ФИО)

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Г.Н. Чистяков
подпись инициалы, фамилия
«29» 07 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Разработка системы внешнего электроснабжения ООО «УК Разрез
Майрыхский»
тема

Руководитель Султанов 28.07.20 доцент, к.э.н.
подпись, дата должность, ученая степень

Н. В. Дулесова
инициалы, фамилия

Выпускник А.М. 28.07.2020
подпись, дата

А.Е. Трачук
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. 28.07.20
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2020