

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА
ХВОСТОВОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО
КОМБИНАТА**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 834

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2016 г.

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА
ХВОСТОВОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО
КОМБИНАТА**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 834

Исполнитель:
студент(ка) группы КЧ-411СД ЭС _____ Е.П. Короткий

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 57 страницах , содержит 17 таблиц, 21 источник литературы, а также 2 приложения .

ЦЕХ ХВОСТОВОГО ХОЗЯЙСТВА ОАО «Качканарский ГОК Ванадий»,
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ,
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ , ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ , СИЛОВЫЕ
ТРАНСФОРМАТОРЫ.

Объектом исследования является пульпонасосная станция № 1.

Предметом исследования является оборудование пульпонасосной станции с расчётом экономической эффективности от внедрения нового оборудования.

Цель выпускной квалификационной работы- расчёт и выбор системы рационального электроснабжения пульпонасосной станции:

- выбор рационального напряжения;
- выбор числа и мощности силовых трансформаторов для трансформаторной подстанции;
- рассчитать токи короткого замыкания;
- расчёт питающих линий трансформаторной подстанции;
- выбрать электрооборудование на стороне первичного и вторичного напряжения;
- рассмотреть охрану труда и производственную безопасность при эксплуатации электрооборудования;
- рассмотреть охрану окружающей среды и экологию при складировании хвостов обогащения железной руды;

-рассчитать экономическую эффективность замены старого грунтового насоса на новый.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	13
1.1 Назначение пульпонасосной станции №1	13
1.2 Технологический процесс пульпонасосной станции №1	13
1.3 Характеристика электрических нагрузок пульпонасосной станции №1	15
1.4 Характеристика электрооборудования пульпонасосной станции №1	16
1.5 Распределение электрических нагрузок пульпонасосной станции №1	17
1.6 Охрана труда и производственная безопасность при эксплуатации электрооборудования пульпонасосной станции №1	18
1.7 Охрана окружающей среды и экология при складировании хвостов обогащения железной руды	20
2 РАСЧЁТ И ВЫБОР СИСТЕМЫ.....	23
2.1 Расчет электрических нагрузок пульпонасосной станции №1	23
2.2 Компенсация реактивной мощности.....	25
2.3 Выбор схемы электроснабжения пульпонасосной станции №1	27
2.4 Выбор рационального напряжения электроснабжения пульпонасосной станции №1	28
2.5 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов ПНС №1	33
2.6 Расчет токов короткого замыкания.....	35
2.7 Расчет и выбор питающих линий ПНС №1.....	36
2.8 Выбор электрооборудования на стороне первичного напряжения	38
2.9 Выбор электрооборудования на стороне вторичного напряжения .	39
2.10 Выбор шин на стороне вторичного напряжения	40
2.11 Максимально-токовая защита электродвигателя насоса	41
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	43
3.1 Расчет экономической эффективности замены грунтового насоса 2ГрТ-8000 на грунтовый насос Warman-650.....	43

3.2 Расчет численности работников	45
3.3 Расчет фонда оплаты труда.....	46
3.4 Расчет затрат на материалы и комплектующие	50
3.5 Расчет затрат на электроэнергию	51
3.6 Амортизация основных фондов	52
3.8 Расчет экономической эффективности от внедрения нового оборудования	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Системой электроснабжения (СЭС) называют совокупность устройств для производства, передачи и распределения электроэнергии. Системы электроснабжения промышленных предприятий создаются для обеспечения питания электроэнергией промышленных приемников, к которым относятся электродвигатели различных машин и механизмов, электрические печи, электролизные установки, аппараты и машины для электрической сварки, осветительные установки и др.

Задача электроснабжения промышленных предприятий возникла одновременно с широким внедрением электропривода в качестве движущей силы различных машин и механизмов и строительством электростанций. Первые электростанции сооружались в городах для освещения и питания электрического транспорта, а также при фабриках и заводах. Позднее появилась возможность сооружения электрических станций в местах залежей топлива (торфа, угля, нефти) или местах использования энергии воды независимо от мест нахождения потребителей электроэнергии — городов и промышленных предприятий. Передача электроэнергии на большие расстояния к центрам потребления стала осуществляться линиями электропередачи высокого напряжения.

По мере развития электропотребления усложняются и системы электроснабжения промышленных предприятий. В них включаются сети высоких напряжений, распределительные сети, а в ряде случаев и сети промышленных ТЭЦ. Возникает необходимость внедрять автоматизацию систем электроснабжения промышленных предприятий и производственных процессов, осуществлять в широких масштабах диспетчеризацию процессов производства с применением телесигнализации и телеуправления и вести активную работу по экономии электроэнергии.

Каждое производство существует постольку, поскольку его машины-орудия обеспечивают работу технологических механизмов, производящих промышленную продукцию. Все машины-орудия приводятся в настоящее время электродвигателями, для их нормальной работы применяют электроэнергию как самую гибкую и удобную форму энергии, обеспечивающей работу производственных механизмов.

При этом электроэнергия должна обладать соответствующим качеством. Основными показателями качества электроэнергии. Являются стабильность частоты и напряжения, синусоидальность напряжения и тока и симметрия напряжения. От качества электроэнергии зависит качество выпускаемой продукции, и ее количество.

Общая задача оптимизации систем промышленного электроснабжения включает рациональные решения по выбору сечений проводов и жил кабелей, способов компенсации реактивной мощности, автоматизации, диспетчеризации и др.

Оптимизация производственных процессов в сочетании с оптимизацией систем промышленного электроснабжения может и должна дать стране дополнительные средства за счет сокращения непроизводительных расходов.

Задачи оптимизации должны решаться с точки зрения системного подхода. При этом выбор рациональных режимов работы систем электроснабжения промышленного предприятия, необходимо производить, оценивая экономическую эффективность работы всего предприятия в целом. В ряде случаев при дефиците мощности в системе электроснабжения более выгодным оказывается понижение напряжения на 5 и 10 % по сравнению с номинальным. Указанная мера позволяет для многих производств без ущерба для технологического процесса уменьшить убытки по сравнению с убытками от принудительного отключения, что применяется в настоящее время.

Актуальность данной темы состоит в том, что в связи с увеличением объемов работ по добыче и обогащению железной руды, увеличиваются и объемы отходов производства (хвосты). Площадь хвостохранилища постоянно растет и требуется наращивание протяженности трубопроводов. Нагрузка по откачке пульпы на более дальние расстояния влечет за собой увеличение мощности электрооборудования, следовательно, и увеличение энергоснабжения пульпонасосной станции.

1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение пульпонасосной станции №1

Хвостовое хозяйство – это комплекс сооружений систем гидравлического транспорта хвостов, гидравлической укладки хвостов и оборота осветленной воды.

Хвостохранилище расположено в долине реки Выи и ее правобережного притока – реки Рогалевки. Хвостохранилище состоит из трех отсеков: Рогалевского, Промежуточного и Выйского (отсек оборотной воды), расположенных каскадом с перепадом высот по зеркалу воды 12 и 39 м соответственно.

Пульпонасосная станция №1 входит в состав гидротехнических сооружений и гидротранспорта цеха хвостового хозяйства.

Хвосты мокрой магнитной сепарации с обогатительной фабрики в виде пульпы передаются по трубопроводам на пульпонасосную станцию №1 цеха хвостового хозяйства. Далее перекачиваются через пульпонасосные станции второго и третьего подъема на хранение в шламоохранилище.

Для пульпонасосной станции применяются агрегаты, обеспечивающие высокую производительность работы, малое потребление оборотной воды и низкую энергоемкость.

Важнейшим условием достижения высокой эффективности гидромеханизации является правильная организация гидротранспортирования горных пород с высоким насыщением гидросмеси, безаварийной работы гидроустановок, что может быть обеспечено только при эксплуатации нового и современного оборудования.

1.2 Технологический процесс пульпонасосной станции №1

На обогатительной фабрике производится предварительное обогащение дробленой руды методом сухой магнитной сепарации (СМС) с

выделением в хвостах СМС породы в виде щебня разных классов и отсева. Предварительно обогащенная руда проходит две-три стадии измельчения в стержневых и шаровых мельницах и 4-5 стадий мокрой магнитной сепарации (ММС) с выделением железо-ванадиевого концентрата. Затем концентрат обезвоживается и отгружается конвейерами в цех шихтоподготовки. Хвосты ММС по трубопроводам в виде пульпы передаются на пульпонасосную станцию №1 цеха хвостового хозяйства.

Цех хвостового хозяйства состоит из трех пульпонасосных станций - первого, второго и третьего подъемов - укомплектованных грунтовыми центробежными насосами производительностью 4000 и 8000 м³ в час и двух насосных станций оборотной воды укомплектованных водяными центробежными насосами аналогичной производительностью. Хвосты мокрой магнитной сепарации с обогатительной фабрики, в виде пульпы с содержанием твердого около 10%, по пульповодам диаметром 1000-1200 мм, в 2-3 подъема перекачиваются в шламохранилище. Здесь производится складирование хвостов, а в прудах отстойниках происходит осветление воды, которая затем используется в качестве оборотной в процессе обогащения и в других технологических целях.

В состав сооружений системы гидравлической укладки хвостов входят:

- хвостохранилище, состоящее из двух отсеков;
- ограждающие дамбы I-II и III отсеков хвостохранилища;
- дренажный канал, расположенный по периметру хвостохранилища;
- шахтный водосброс I-II отсека хвостохранилища;
- сифонный водозабор III отсека хвостохранилища;
- водоводы осветленной воды;
- эксплуатационные автодороги;
- канал для отвода паводковых вод.

В состав сооружений системы гидравлического транспорта хвостов входят:

- самотечные жел.бет. лотки от ОФ-1 до ПНС-1 и от ОФ-2 до ПНС-2;

- пульпонасосные станции ПНС-1 и ПНС-2,
- закрытые аварийные емкости ПНС-1 и ПНС-2;
- открытая аварийная емкость ПНС-1;
- самотечные аварийные лотки;
- магистральные и распределительные пульповоды;
- насосная опорожнения напорных пульповодов.

Важнейшим условием достижения высокой эффективности гидромеханизации является правильная организация гидротранспортирования горных пород с высоким насыщением гидросмеси, безаварийной работы гидроустановок, что может быть обеспечено только при эксплуатации нового и современного оборудования.

1.3 Характеристика электрических нагрузок пульпонасосной станции №1

Электрическая нагрузка – величина, характеризующая потребление мощности отдельными приемниками или потребителями электроэнергии.

Электрические нагрузки являются исходными данными для решения сложного комплекса технических и экономических вопросов, возникающих при проектировании электроснабжения современного промышленного предприятия.

Определение электрических нагрузок составляет первый этап проектирования любой системы электроснабжения и производится с целью выбора и проверки токоведущих элементов и трансформаторов по нагреву и экономическим соображениям, расчета отклонений и колебаний напряжения, выбора компенсирующих установок, защитных устройств и т. д. от правильной оценки ожидаемых электрических нагрузок зависит рациональность выбора схемы и всех элементов системы электроснабжения (капитальные вложения, ежегодные эксплуатационные расходы, приведенные затраты, расход цветного металла и потери электроэнергии).

Пульпонасосная станция №1 оснащена следующим электрооборудованием:

- грунтовый насос мощностью 3200 кВт (6 кВ) - 2 ед.;
- грунтовый насос мощностью 1600 кВт (6 кВ) - 5 ед.;
- водяной насос мощностью 250 кВт (6 кВ) - 4 ед.;
- дренажный насос мощностью 125 кВт (0,4 кВ) - 5 ед.;
- вертикальный шламовый насос мощностью 30 кВт (0,4 кВ) - 2 ед.;
- аварийный насос мощностью 75 кВт (0,4 кВ) - 2 ед.;
- сварочный аппарат мощностью 32 кВт (0,4 кВ) - 4 ед.;
- вентилятор мощностью 2,2 кВт (0,4 кВ) - 2 ед.;
- двигатель задвижки мощностью 4,2 кВт (0,4 кВ) - 21 ед.;
- двигатель задвижки мощностью 7,5 кВт (0,4 кВ) - 12 ед.

1.4 Характеристика электрооборудования пульпонасосной станции №1

На пульпонасосной станции №1 применяются агрегаты, обеспечивающие высокую производительность работы, малое потребление оборотной воды и низкую энергоемкость.

Основным оборудованием пульпонасосной станции являются грунтовые насосы 2ГрТ-8000 и Warman-650. Водяной насос ЦНСГ132/38 применяется как оборудование для бесперебойной работы грунтового насоса.(таблица 1,2,3.)

Таблица 1 Техническая характеристика грунтового насоса 2ГрТ-8000

Показатели	Значения
Производительность, м ³ /ч	8000
Полный напор, м	71
Частота вращения рабочего колеса, об/мин	375
Мощность двигателя, кВт	3200
Габаритные размеры, мм	
-длина	3890
-ширина	3445

-высота	3340
Эксплуатационная масса, т	29,9

Таблица 2 Техническая характеристика грунтового насоса Warman-650

Показатели	Значения
Производительность, м ³ /ч	8000
Полный напор, м	82
Частота вращения рабочего колеса, об/мин	500
Мощность двигателя, кВт	1600
Габаритные размеры, мм	
-длина	3500
-ширина	3300
-высота	3200
Эксплуатационная масса, т	24,5

Таблица 3 Техническая характеристика водяного насоса ЦНСГ132/38

Показатели	Значения
Оптимальная подача, м ³ /ч	500
Напор одного рабочего колеса, м	132
Рабочая часть характеристики, м ³ /ч	38-64
Частота вращения двигателя, об/мин	3000
Мощность двигателя, кВт	30
Диаметр водовода, мм	250
Число ступеней насоса	2-10
Коэффициент полезного действия насоса	0,73

1.5 Распределение электрических нагрузок пульпонасосной станции №1

Согласно правилам устройства электроустановок приемники электроэнергии промышленных предприятий по требуемой степени бесперебойности электроснабжения подразделяются на три категории:

1-я категория – приемники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой опасность для жизни и здоровья людей или значительный ущерб, вызванный повреждением оборудования, длительным расстройством сложного технологического процесса или массовым браком продукции.

Из первой категории следует выделять особые группы приемников, внезапные перерывы электроснабжения которых угрожают жизни взрывами и разрушениями основного технологического оборудования, т.е. приемников, требующих особо повышенной бесперебойности питания, так как их бесперебойная работа необходима для безаварийного останова производства (но не для продолжения его). К особой группе можно отнести, например, приемники аварийной вентиляции, электродвигатели задвижек и запорной арматуры и т.п.

2-я категория – приемники, нарушение электроснабжения которых связано только с массовым недоотпуском продукции, простоем людей, механизмов и промышленного транспорта (прокатные станы, электрические дуговые печи, металлорежущие станки, штамповочные прессы и т.п.).

3-я категория – все остальные приемники, не подходящие под определение 1-й и 2-й категории (приемники вспомогательных цехов, неотчетственных складов, цехов несерийного производства т.п.).

Распределение электрических нагрузок пульпонасосной станции №1 осуществляется следующим образом: потребители 1-й категории - нет, потребители 2-й категории – грунтовые насосы, водяные насосы, двигатели задвижек, сварочный трансформатор, вентилятор.

1.6 Охрана труда и производственная безопасность при эксплуатации электрооборудования пульпонасосной станции №1

Безопасностью труда называется состояние условий труда, исключающих воздействие на работающих опасных и вредных факторов. Опасный— это такой фактор, воздействие которого приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья работающего, а вредный — воздействие которого приводит к заболеванию работающего или снижению его работоспособности.

Система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, называется техникой безопасности, а вредных — производственной санитарией. Обе они являются составными частями охраны труда.

Для предотвращения или уменьшения воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов работающих обеспечивают средствами защиты. Те из них, которые предназначены для защиты одного работающего, относятся к индивидуальным, а двух и более — к коллективным средствам защиты.

Хорошей основой безопасной деятельности работающих является обеспечение безопасности труда в их рабочей зоне — месте постоянного и временного их пребывания в процессе трудовой деятельности. Она должна располагаться так. Чтобы работающий находился на безопасном (наименее допустимом) расстоянии от работающего соседа и источника опасности. Пространство, в котором возможно воздействие на работающего опасного и (или) вредного производственного фактора, образует опасную зону. Нахождение работающих в ней не допускается.

Случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ называется несчастным случаем на производстве.

Для недопущения несчастных случаев необходимо, чтобы производственный процесс ремонта, в котором участвует работник, и используемое им оборудование наиболее полно соответствовать требованиям безопасности труда применительно к условиям, установленным технической документацией. Под ними понимаются требования, установленные законодательными актами, технической документацией, правилами и инструкциями, выполнение которых обеспечивает безопасность работающих.

Статистика показывает, что при использовании гидротранспорта пульпонасосной станции наблюдается самый низкий уровень травматизма по сравнению с другими видами транспорта, так как в гидротранспортных

установках кроме муфт, соединяющих электродвигатель с насосом или пульпонасосом, практически нет вращающихся или подвижных элементов.

В соответствии с правилами безопасности все вращающиеся элементы агрегатов должны быть закрыты кожухами, ремонтные работы должны производиться при остановленных установках. Во избежание поражения электрическим током металлические части и агрегаты должны быть заземлены.

1.7 Охрана окружающей среды и экология при складировании хвостов обогащения железной руды

Основными видами воздействия производственных объектов Качканарского горно-обогатительного комбината на окружающую среду являются: нарушение земной поверхности горными работами, выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, выбросы при ведении горных работ; сбросы сточных вод в водный бассейн; размещение на земной поверхности вскрышных пород и хвостов мокрой сепарации (ММС), вырубка лесов.

Качканарский ГОК параллельно наращиванию производственных мощностей ежегодно увеличивает отходы обогатительного производства, площадь земли нарушенной в результате размещения хвостохранилища, составляет более 1500 га. В хвостохранилищезаскладировано более миллиарда тонн отходов.

Хвостохранилище является весьма значимым источником загрязнения воды и атмосферы (пылевыведение). Существует проблема подавления пылевыведений и размыва складированной массы. С целью уменьшения указанных негативных явлений в технологии складирования хвостов предусматривается увлажнение дисперсной массы и ее уплотнение. Необходимо подчеркнуть, что при этом не удастся полностью предотвратить выделения с поверхности отвала в виде пыли или стоков. Это достигается при рекультивации поверхности отвала.

Рекультивация нарушенных и загрязненных в результате техногенной деятельности земель включает в себя ряд мероприятий:

- инвентаризация нарушенных и загрязненных земель;
- комплексное обследование нарушенных и загрязненных земель;
- разработка рекомендаций по почвоподготовке и биологической рекультивации (выбор растений);
- опытно-производственное опробование;
- анализ селективного поглощения растениями загрязнений и т. д.

В области контроля загрязнений проводится разработка и аттестация новых методов для определения в продуктах производства и объектах окружающей среды различных элементов: никеля, свинца, хрома (III), серебра, кобальта, железа (III), молибдена, ванадия и др.

В настоящее время разрабатывается проект строительства нового отсека хвостохранилища. Срок эксплуатации ныне существующего полигона заканчивается в 2017 году. Необходимость строительства нового отсека является основной задачей улучшения экологии хвостохранилища.

Проект строительства нового отсека разрабатывается на современных принципах и учитывает лучший мировой опыт в области складирования отходов обогащения. Если сейчас используется система естественных отсеков, в которые песок попадает с большим содержанием воды, то по новому проекту будет построен сгуститель. Это огромная бетонная чаша для отстаивания и сгущения пульпы, для отделения твердых примесей от жидких. Дно чаши будет покрыто специальным гидроизоляционным материалом. Это даст гарантию, что оборотная вода из сгустителя не сможет попасть в природные источники. В дальнейшем вода будет перекачиваться в оборотный цикл, а песок поступать в прудок-отстойник.

Строительство нового отсека планируется проводить с восточной стороны существующего хвостохранилища КГОКа. С остановкой ныне действующего хвостохранилища его восточный борт будет полностью

засажен зелеными насаждениями, что позволит значительно уменьшить пыление. А в будущем предусматриваются планы по изучению возможности переработки лежалых хвостов.

2 РАСЧЁТ И ВЫБОР СИСТЕМЫ

2.1 Расчет электрических нагрузок пульпонасосной станции №1

Общая мощность электроприемников :

$$\sum P_H = P_H * n, \quad (1)$$

где n – количество электроприемников;

$$\sum P_H^{BH} = 3200*2 + 1600*5 + 250*4 = 15400 \text{ кВт};$$

$$\sum P_H^{HH} = 125*5 + 30*2 + 75*2 + 32*4 + 2,2*2 + 4,2*21 + 7,5*12 = 1160 \text{ кВт} .$$

В общую мощность по вторичному напряжению входит осветительная нагрузка, которая рассчитывается методом удельной мощности:

$$P_{OCB} = F * q_{уд}, \quad (2)$$

где F – площадь пульпонасосной станции, m^2 ;

$q_{уд}$ – удельная мощность освещения, $кВт/ m^2$;

$$P_{OCB} = 1600 * 0,009 = 14 \text{ кВт}.$$

Общая мощность по вторичному напряжению с учетом освещения:

$$\sum P_H^{HH} = 1146 + 14 = 1160 \text{ кВт}.$$

Средний коэффициент использования электроприемников:

$$K_{Иср} = \sum P_C / \sum P_H, \quad (3)$$

где $\sum P_C$ – суммарная активная мощность электроприемников;

$$K_{Иср}^{BH} = 13760 / 15400 = 0,89;$$

$$K_{Иср}^{HH} = 930 / 1160 = 0,8.$$

Реактивная мощность электроприемников:

$$Q_c = P_C * \text{tg}\varphi, \quad (4)$$

где $\text{tg}\varphi$ – коэффициент мощности, определяемый по $\cos\varphi$ для данной группы электроприемников

$$Q_c^{BH} = 13760 * 0,75 = 10320 \text{ квар};$$

$$Q_c^{HH} = 930 * 0,84 = 780 \text{ квар}.$$

Эффективное число электроприемников:

$$n_{\text{Э}} = 2 \sum P_{\text{H}} / P_{\text{H1MAX}} \quad (5)$$

$$n_{\text{Э}}^{\text{BH}} = 2 * 15400 / 3200 = 9,6;$$

$$n_{\text{Э}}^{\text{HH}} = 2 * 1160 / 125 = 18.$$

Расчетная активная мощность электроприемников:

$$P_{\text{P}} = K_{\text{P}} * \sum P_{\text{C}};$$

$$(6)$$

где K_{P} – коэффициент расчетной нагрузки, $K_{\text{P}} = K_{\text{M}} = f(n_{\text{Э}}; K_{\text{Иср}})$ [5 табл. 3];

$$P_{\text{P}}^{\text{BH}} = 1,07 * 13760 = 14723 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{P}}^{\text{HH}} = 1,06 * 930 = 986 \text{ кВт}.$$

Расчетная реактивная мощность электроприемников:

$$Q_{\text{P}} = Q_{\text{C}} * 1,1 (K_{\text{P}} > 1, \Pi_{\text{Э}} < 10); \quad (7)$$

$$Q_{\text{P}} = Q_{\text{C}} (K_{\text{P}} > 1, \Pi_{\text{Э}} \geq 10); \quad (8)$$

$$Q_{\text{P}}^{\text{BH}} = 1,1 * 10320 = 11352 \text{ квар};$$

$$Q_{\text{P}}^{\text{HH}} = 780 \text{ квар}.$$

Потери активной мощности:

$$\Delta P_{\text{P}}^{\text{HH}} = 0,02 * S_{\text{T}}, \quad (9)$$

где S_{T} – мощность трансформатора, кВА

$$\Delta P_{\text{P}}^{\text{HH}} = 0,02 * 16000 = 320 \text{ кВт}.$$

Потери реактивной мощности:

$$\Delta Q_{\text{P}}^{\text{HH}} = 0,1 * S_{\text{T}}, \quad (10)$$

$$\Delta Q_{\text{P}}^{\text{HH}} = 0,1 * 16000 = 1600 \text{ квар}.$$

С учетом 2 % потерь:

$$P_{\text{P}}^{\text{HH}} = 986 + 320 = 1306 \text{ кВт}.$$

С учетом 10 % потерь:

$$Q_{\text{P}}^{\text{HH}} = 780 + 1600 = 2380 \text{ квар}.$$

Общая активная мощность:

$$P_{\text{P}} = P_{\text{P}}^{\text{BH}} + P_{\text{P}}^{\text{HH}}; \quad (11)$$

$$P_{\text{P}} = 14723 + 1306 = 16029 \text{ кВт}.$$

Общая реактивная мощность:

$$Q_{\text{P}} = Q_{\text{P}}^{\text{BH}} + Q_{\text{P}}^{\text{HH}}, \quad (12)$$

$$Q_P = 11352 + 2380 = 13732 \text{ квар.}$$

Полная расчетная мощность электроприемников с учетом компенсации реактивной мощности:

$$S_P = \sqrt{P_P^2 + Q_P^2}, \quad (13)$$

$$S_P = \sqrt{16029^2 + 9316^2} = 18523 \text{ кВА.}$$

2.2 Компенсация реактивной мощности

Реактивная мощность является одним из основных показателей, характеризующих режим работы электрической системы. Основными потребителями реактивной мощности являются электроприемники, обладающие индуктивностью.

Отношение активной мощности к полной мощности называется коэффициентом мощности:

$$\cos\varphi = P/S, \quad (14)$$

где P – активная мощность, кВт;

S – полная мощность, кВА

Величина коэффициента мощности оказывает значительное влияние на работу электростанций, энергосистем и является одним из важнейших технико-экономических показателей работы предприятия. Всюду, где это возможно, стараются уменьшить расход реактивной мощности, освобождая ЛЭП от протекания больших значений реактивного тока, ограничивая его циркуляцию пределами электрических сетей горных предприятий.

Согласно указаниям по повышению коэффициента мощности в установках потребителей электрической энергии мероприятия по повышению $\cos\varphi$ делятся на три группы:

- повышение $\cos\varphi$ естественным путем;
- повышение $\cos\varphi$ искусственным путем;

-повышение $\cos\varphi$ искусственным путем, допускаемое в виде исключения.

Повышение $\cos\varphi$ естественным путем предусматривает наведение порядка в технологическом процессе добычи полезного ископаемого. Это:

- замена малозагруженных асинхронных двигателей ($K_{ЭФ}<0,4$) и силовых трансформаторов ($K_{ЭФ}<0,3$) электродвигателями и трансформаторами меньшей мощности;
- замена асинхронных двигателей синхронными, где это возможно;
- установка ограничителей холостого хода;
- качественный ремонт электродвигателей.

Повышение коэффициента мощности искусственным путем связано с установкой статистических конденсаторов и синхронных компенсаторов. Предпочтение отдается статистическим конденсаторам.

Компенсация реактивной мощности определяется по формуле:

$$Q_{к.р}=\alpha*P_c*(\operatorname{tg}\varphi-\operatorname{tg}\varphi_k), \quad (15)$$

где α – коэффициент, учитывающий повышение $\cos\varphi$ естественным способом, $\alpha=0,9$

$\operatorname{tg}\varphi, \operatorname{tg}\varphi_k$ – коэффициенты реактивной мощности до и после компенсации.

Компенсацию реактивной мощности по опыту эксплуатации производят до получения значения $\cos\varphi_k=0,92\dots0,95$

Принимаем $\cos\varphi_k=0,92$, тогда $\operatorname{tg}\varphi_k=0,426$

$$Q_{к.р} = 0,9*14690*(0,76-0,426)=4416 \text{ квар}$$

Выбираем к установке 5 конденсаторных батарей типа УК-6/10Н-900.

Фактические значения $\operatorname{tg}\varphi$ и $\cos\varphi$ определяются после компенсации реактивной мощности:

$$\operatorname{tg}\varphi_\Phi=\operatorname{tg}\varphi - \frac{Q_{к.ст}}{\alpha * P_M}, \quad (16)$$

где $Q_{к.ст}$ – номинальная мощность выбранного конденсатора, квар

$$\operatorname{tg}\varphi_{\Phi}=0,75 - \frac{5 \cdot 900}{0,9 \cdot 14690}=0,34 \quad \cos\varphi_{\Phi}=0,$$

2.3 Выбор схемы электроснабжения пульпонасосной станции №1

Системы электроснабжения разделяют на систему внешнего электроснабжения (воздушные линии от подстанции энергосистемы до главной понизительной подстанции ГПП или распределительного пункта ЦРП) и систему внутреннего электроснабжения (распределительные линии от ГПП или ЦРП до цеховых трансформаторных подстанций).

Схемы внешнего или внутреннего электроснабжения выполняют с учетом особенностей режима работы потребителей, возможностей дальнейшего расширения производства, удобства обслуживания и т. д.

Электроснабжение промышленного объекта может осуществляться от собственной электростанции (например, ТЭЦ), от энергетической системы, а также от энергетической при наличии собственной электростанции, работающей с ней параллельно.

В зависимости от величины напряжения источника питания электроснабжение от энергетической системы выполняют по двум схемам при напряжении 6 – 10 – 20 кВ и при напряжении 35 – 220 кВ.

После определения электрической нагрузки и установления категории надежности потребителя намечают возможные варианты электроснабжения с питанием кабельными или воздушными линиями различных напряжений.

Для питания пульпонасосной станции №1 с расчетной нагрузкой $S_p=18523$ кВА принимаем глубокий ввод двумя воздушными линиями электропередачи. Система шин РУ вторичного напряжения 6 кВ одинарная, секционированная по числу силовых трансформаторов. Для уменьшения стоимости подстанций принимаем схему без выключателей на стороне

высшего напряжения (при напряжении 110 кВ). Резерв линий и трансформаторов неявный. В нормальном режиме линии и трансформаторы работают раздельно.

2.4 Выбор рационального напряжения электроснабжения пульпонасосной станции №1

Выбирается рациональное напряжение ввода на ГПП пульпонасосной станции №1.

Исходные данные: $S_p=18523 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; $L=5 \text{ км}$; $C_0=1,52 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}$;
 $K_3=0,1 \text{ кВт/квар}$; $T_{и}=5000 \text{ ч}$; $U_{вт}=6 \text{ кВ}$.

Пользуясь номограммами или таблицей намечаются два варианта по напряжению:

Вариант 1 – $U=35/6 \text{ кВ}$

Вариант 2 – $U=110/6 \text{ кВ}$

Определяются технико-экономические показатели для каждого варианта:

- расчетный ток при максимальной нагрузке:

$$I_{\text{расч}} = S_p / (\sqrt{3} * U_u), \quad (17)$$

Вариант 1. $I_{\text{расч}} = 18523 / (\sqrt{3} * 35) = 306 \text{ А}$

Вариант 2. $I_{\text{расч}} = 18523 / (\sqrt{3} * 110) = 97 \text{ А}$

- сечение проводов воздушной линии по экономической плотности тока:

$$S_{\text{эк}} = I_{\text{расч}} / (2 * i_{\text{эк}}), \quad (18)$$

где $i_{\text{эк}}$ - экономическая плотность тока, А/мм^2

при $T_{и}=5000 \text{ ч}$ $i_{\text{эк}}=1,1 \text{ А/мм}^2$ [3 стр.151]

Вариант 1. $S_{\text{эк}} = 306 / (2 * 1,1) = 139 \text{ мм}^2$

Принимаются две одноцепные линии с проводами АС-150 на унифицированных типовых железобетонных опорах; стоимость 1 км линии 500 тыс. руб.

Вариант 2. $S_{\text{ЭК}}=97/(2*1,1)=44 \text{ мм}^2$

Принимаются две одноцепные линии с проводами АС-70 на унифицированных типовых железобетонных опорах; стоимость 1 км линии 200 тыс. руб.

- выбираются для каждого варианта по два силовых трансформатора мощностью по 16 МВ*А, с регулированием под нагрузкой. Стоимость одного трансформатора для варианта напряжением 35/6 кВ – 8800 тыс. руб., трансформатора для варианта напряжением 110/6 кВ – 9000 тыс. руб.

- по току нагрузки в аварийном режиме выбирается для каждого варианта оборудование:

Вариант 1. Выключатели ВМД-35

Вариант 2. Отделители ОД-110М, короткозамыкатели КЗ-110М

- расчет капитальных затрат по вариантам сводится в таблицы 2.2 и 2.3

Таблица 2 Капитальные затраты по варианту 1

Наименование оборудования	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, тыс. руб.	
			единицы	всего
1. Силовой трансформатор ТНД-16000/110	шт	2	8800	17600
2. Выключатель ВМД-35	шт	3	80	240
3. ЛЭП АС-150	км	5	500	2500
Итого				20340

Таблица 3 Капитальные затраты по варианту 2

Наименование оборудования	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, тыс. руб.	
			единицы	всего
1. Силовой трансформатор ТНД-16000/110	шт	2	9000	18000
2. Отделитель ОД-110М	шт	4	20	80
3. Короткозамыкатель	шт	2	15	30

КЗ-110М				
4. ЛЭП АС-70	км	5	200	1000
Итого				19110

- эксплуатационные расходы:

Потери активной энергии в линиях:

$$\Delta W_{\text{л.год}} = n * \Delta P_{\text{и}} * L * K_{\text{з.л}}^2 * \tau, \quad (19)$$

где n – число линий;

$\Delta P_{\text{и}}$ – потери мощности на 1 км линии [6 табл. 26];

$K_{\text{з.л}}$ – коэффициент загрузки линии при максимальной нагрузке

$$K_{\text{з.л}} = I_{\text{max}} / I_{\text{доп}}, \quad (20)$$

где I_{max} – ток линии в рабочем режиме, А;

$I_{\text{доп}}$ – длительно-допускаемый ток на провод, А [6 табл. 29];

τ – время потерь, которое определяется в зависимости от $\cos\phi$ и годового использования максимума нагрузки в год, ч (стр.115[3])

Вариант 1. $\Delta W_{\text{л.год}} = 2 * 149 * 5 * 0,34^2 * 3900 = 671752$ кВт*ч;

$$K_{\text{з.л}} = 153 / 445 = 0,34.$$

Вариант 2. $\Delta W_{\text{л.год}} = 2 * 125 * 5 * 0,18^2 * 3900 = 157950$ кВт*ч;

$$K_{\text{з.л}} = 48,5 / 265 = 0,18.$$

Приведенные потери активной энергии в трансформаторах:

$$\Delta W_{\text{тр.год}} = n * (\Delta P_{\text{xx}} + K_{\text{э}} * I_{\text{xx}} * S_{\text{и}} / 100) * T + n * K_{\text{з.т}}^2 * (\Delta P_{\text{к.з}} + K_{\text{э}} * U_{\text{к}} * S_{\text{и}} / 100) * \tau, \quad (21)$$

где ΔP_{xx} , $\Delta P_{\text{к.з}}$, I_{xx} , $U_{\text{к}}$ – каталожные данные трансформатора [6 табл.29];

$K_{\text{э}}$ – экономический эквивалент реактивной мощности (коэффициент изменения потерь) ;

T – действительное время работы трансформатора в год;

$K_{\text{з.т}}$ – коэффициент загрузки трансформатора при максимальной нагрузке;

$$K_{\text{з.л}} = S_{\text{max}} / (n * S_{\text{и}}), \quad (22)$$

где n – количество работающих трансформаторов

$$K_{3,л}=18523/2*16000=0,58.$$

Таблица 4

Каталожные данные трансформаторов

Трансформатор, МВ*А	Потери, кВт		Ток холостого хода, $I_{х.х}$, %	Напряжение короткого замыкания, U_k , %
	холостого хода, $\Delta P_{х.х}$	короткого замыкания, $\Delta P_{к.з}$		
ТДН-16000/35	17,8	90	0,75	8
ТДН-16000/110	21	85	0,85	10,5

Вариант 1. $\Delta W_{тр.год}=2*(17,8+0,1*0,75*16000/100)*5000+$
 $+2*0,58^2*(90+0,1*8*16000/100)*3900=870015$ кВт*ч .

Вариант 2. $\Delta W_{тр.год}=2*(21+0,1*0,85*16000/100)*5000+$
 $+2*0,58^2*(85+0,1*10,5*16000/100)*3900=1009852$ кВт*ч .

Стоимость потерь активной энергии:

$$C_{п} = C_0 * (\Delta W_{л.год} + \Delta W_{тр.год}), \quad (23)$$

Вариант 1. $C_{п}=1,52*(671752+870015)=2343$ тыс. руб.

Вариант 2. $C_{п}=1,52*(157950+1009852)=1775$ тыс. руб.

Амортизационные отчисления:

$$C_a = P_{л} * K_{л}/100 + P_{тр} * K_{тр}/100 + P_{в} * K_{в}/100, \quad (24)$$

где $P_{л}$, $P_{тр}$, $P_{в}$ – амортизационные отчисления на линии, трансформаторы, выключатели, %

Вариант 1. $C_a=3,5*2500/100+6,3*17600/100+6,3*80/100=1202$ тыс. руб.

Вариант 2. $C_a=3,5*1000/100+6,3*18000/100+6,3*(20+15)/100=1171$ тыс.

руб.

Отчисления на обслуживание оборудования:

$$C_{\text{обсл}} = P_{\text{л}} * K_{\text{л}} / 100 + P_{\text{тр}} * K_{\text{тр}} / 100 + P_{\text{в}} * K_{\text{в}} / 100,$$

(25)

где $P_{\text{л}}, P_{\text{тр}}, P_{\text{в}}$ – отчисления на текущий ремонт и обслуживание, %

Вариант 1. $C_{\text{обсл}} = 2 * 2500 / 100 + 6,3 * 17600 / 100 + 6,3 * 80 / 100 = 1164$ тыс. руб.

Вариант 2. $C_{\text{обсл}} = 2 * 1000 / 100 + 6,3 * 18000 / 100 + 6,3 * (20 + 15) / 100 = 1156$ тыс. руб.

Общие эксплуатационные расходы:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{п}} + C_{\text{а}} + C_{\text{обсл}}$$

(26)

Вариант 1. $C_{\text{э}} = 2343 + 1202 + 1164 = 4709$ тыс. руб.,

Вариант 2. $C_{\text{э}} = 1775 + 1171 + 1156 = 4102$ тыс. руб.

ж) Общие затраты при нормативном коэффициенте эффективности капиталовложений равным 0,15:

$$Z = C_{\text{э}} + 0,15 * K,$$

(27)

Вариант 1. $Z = 4709 + 0,15 * 20340 = 7760$ тыс. руб.

Вариант 2. $Z = 4102 + 0,15 * 19110 = 6969$ тыс. руб.

Данные расчетов сводятся в таблицу 2.5

Таблица 5 Сводная таблица для сравнения вариантов напряжения

Вариант	Капитальные затраты K , тыс. руб.	Эксплуатационные расходы $C_{\text{э}}$, тыс. руб.	Стоимость потерь электроэнергии в год $C_{\text{п}}$, тыс. руб.	Общие затраты Z , тыс. руб.
35/6кВ	20340	4709	2343	7760
110/6кВ	19110	4102	1775	6969

Вывод: из таблицы видно, что показатели второго варианта ниже, чем показатели первого варианта, следовательно, рациональным напряжением ввода на ГПП пульпонасосной станции №1 будет ввод 110/6 кв

2.5 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов ПНС №1

Исходные данные: $S_{\max}=18523$ кВ*А; $T=5000$ ч; $\tau=3900$ ч; $K_3=0,1$ кВт/квар; $N_1=80\%$; $N_2=20\%$

Намечаются два возможных варианта мощности трансформаторов.

Вариант 1. Два трансформатора по 16000 кВ*А. В нормальном режиме трансформаторы будут работать с неполной нагрузкой.

Коэффициент загрузки в часы максимума:

$$K_{3,T}=18523/(2*16000)=0,58.$$

Допустимая перегрузка в послеаварийный период:

$1,4*16000=22400$ кВ*А $>$ $0,8*18523=14818$ кВ*А, что допустимо при 80% потребителей первой категории.

Вариант 2. Два трансформатора по 20000 кВ*А. В нормальном режиме трансформаторы будут работать с недогрузкой.

Коэффициент загрузки в часы максимума:

$$K_{3,T}=S_{\max}/(2*S_{и}), \quad (28)$$

$$K_{3,T}=18523/(2*20000)=0,46.$$

Допустимая перегрузка в послеаварийный период:

$1,4*20000=28000$ кВ*А $>$ 18523 кВ*А, что допустимо.

Каталожные данные трансформаторов заносятся в таблицу 2.6

Таблица 6 Каталожные данные трансформаторов

Трансформатор, МВ*А	Потери, кВт		Ток холостого хода, $I_{х.х}$, %	Напряжение короткого замыкания, U_k , %
	холостого хода, $\Delta P_{х.х}$	короткого замыкания, $\Delta P_{к.з}$		
ТДН-16000/110	21	85	0,85	10,5
ТДН-20000/110	62	153	4,5	11,6

- капитальные затраты:

$$K=n*C_{Тр}, \quad (29)$$

где n – количество трансформаторов;

$C_{тр}$ – стоимость одного трансформатора, тыс. руб.

Вариант 1. $K=2*9000=18000$ тыс. руб.

Вариант 2. $K=2*10000=20000$ тыс. руб.

- стоимость потерь электроэнергии в год:

$$C_n = C_0 * n * (\Delta P_{xx} + K_9 * I_{xx} * S_{II} / 100) * T + C_0 * n * K_{з.т}^2 * (\Delta P_{к.з} + K_9 * U_k * S_{II} / 100) * \tau, \quad (30)$$

Вариант 1. $C_n = 1,52 * 2 * (21 + 0,1 * 0,85 * 16000 / 100) * 5000 + 1,52 * 2 * 0,58^2 * (85 + 0,1 * 10,5 * 16000 / 100) * 3900 = 1535$ тыс. руб.

Вариант 2. $C_n = 1,52 * 2 * (62 + 0,1 * 4,5 * 20000 / 100) * 5000 + 1,52 * 2 * 0,46^2 * (153 + 0,1 * 11,6 * 20000 / 100) * 3900 = 3276$ руб.

- амортизационные отчисления на оборудование подстанций составляют 6,3%:

$$C_a = 0,063 * K, \quad (31)$$

Вариант 1. $C_a = 0,063 * 18000 = 1134$ тыс. руб.

Вариант 2. $C_a = 0,063 * 20000 = 1260$ тыс. руб.

- общие эксплуатационные расходы:

$$C_9 = C_n + C_a, \quad (32)$$

Вариант 1. $C_9 = 1535 + 1134 = 2669$ тыс. руб.

Вариант 2. $C_9 = 3276 + 1260 = 4536$ тыс. руб.

Данные расчетов сводятся в таблицу 7

Таблица 7 Сводная таблица для сравнения вариантов

Вариант	Капитальные затраты, К, тыс. руб	Эксплуатационные расходы, C_9 , тыс. руб
ТДН-16000/110	18000	2669
ТДН-20000/110	20000	4536

Вывод: из таблицы видно, что показатели первого варианта ниже, чем показатели второго, поэтому вариант с установкой двух трансформаторов по 16000 кВ*А является наиболее рациональным.

2.6 Расчет токов короткого замыкания

Для выбора оборудования и токоведущих частей ГПП определяются токи и мощности короткого замыкания.

Исходные данные: базисная мощность $S_{\text{б}}=100 \text{ МВ*А}$; мощность отключения $S_{\text{отк}}=2500 \text{ МВ*А}$; номинальные напряжения $U_{\text{б1}}=115 \text{ кВ}$ и $U_{\text{б2}}=6,3 \text{ кВ}$

Базисные токи:

$$I_{\text{б}} = S_{\text{б}} / (\sqrt{3} * U_{\text{б}}), \quad (33)$$

где $S_{\text{б}}$ – базисная мощность, МВ*А;

$U_{\text{б}}$ – базисное напряжение, кВ

$$I_{\text{б1}} = 100 / (\sqrt{3} * 115) = 0,5 \text{ кА},$$

$$I_{\text{б2}} = 100 / (\sqrt{3} * 6,3) = 9,2 \text{ кА}.$$

Относительные базисные сопротивления элементов схемы:

а) системы $X_{\text{б1}} = S_{\text{б}} / S_{\text{к}}, \quad (34)$

$$X_{\text{б1}} = 100 / 2500 = 0,083.$$

б) линии $X_{\text{б2}} = X_0 * L * S_{\text{б}} / U_{\text{б1}}^2, \quad (35)$

$$X_{\text{б2}} = 0,4 * 5 * 100 / 115^2 = 0,015.$$

в) трансформатора

$$X_{\text{б3}} = U_{\text{к}} * S_{\text{б}} / (100 * S_{\text{н.т}}), \quad (36)$$

$$X_{\text{б3}} = 10,5 * 100 / (100 * 15) = 0,7.$$

Результирующее сопротивление:

$$X_{\text{б рез.к1}} = X_{\text{б1}} + X_{\text{б2}}, \quad (37)$$

$$X_{\text{б рез.к1}} = 0,083 + 0,015 = 0,1,$$

$$X_{б \text{ рез.к2}} = X_{б \text{ рез. к1}} + X_{б3}. \quad (38)$$

$$X_{б \text{ рез.к2}} = 0,1 + 0,7 = 0,8.$$

Токи и мощность короткого замыкания:

$$I_{п} = I_{\infty} = I_{б} / X_{б \text{ рез. к}}; \quad (39)$$

$$i_y = 2,55 * I_{п}, \quad (40)$$

$$S_{кз} = \sqrt{3} * U_{б} * I_{п}.$$

(41)

а) для точки К₁ $I_{п} = I_{\infty} = 0,5 / 0,1 = 5 \text{ кА},$

$$i_y = 2,55 * 5 = 6,5 \text{ кА},$$

$$S_{кз} = \sqrt{3} * 115 * 5 = 995 \text{ кВ*А}.$$

б) для точки К₂ $I_{п} = I_{\infty} = 9,2 / 0,8 = 11,5 \text{ кА},$

$$i_y = 2,55 * 11,5 = 29,3 \text{ кА},$$

$$S_{кз} = \sqrt{3} * 6,3 * 11,5 = 125 \text{ кВ*А}.$$

Данные расчетов заносятся в таблицу 2.8

Таблица 8 Сводная таблица расчета токов короткого замыкания

Расчетная точка	X _б	I _п , кА	i _y , кА	S _{кз} , кВ*А
К ₁	0,1	5	6,5	995
К ₂	0,8	11,5	29,3	125

2.7 Расчет и выбор питающих линий ПНС №1

Расчет питающей линии 110 кВ

Исходные данные: S_{max} = 18523 кВ*А; U_н = 110 кВ; L = 5 км; U_{доп} = 5% U_н

Выбирается провод марки АС.

Ток линии в нормальном режиме при максимальной нагрузке:

$$I_{расч} = S_{max} / (2 * \sqrt{3} * U_{н}), \quad (42)$$

$$I_{расч} = 18523 / (2 * \sqrt{3} * 110) = 49 \text{ А}.$$

Экономически наивыгоднейшее сечение:

$$S_{\text{эк}} = I_{\text{расч}} / I_{\text{э}}, \quad (43)$$

$$S_{\text{эк}} = 49 / 1,1 = 44 \text{ мм}^2.$$

Выбирается провод АС-70. Условию нагрева длительным током провод АС-70 удовлетворяет, так как $I_{\text{доп}} = 265 \text{ А} > 2 * 49 = 98 \text{ А}$.

Условию максимальных потерь на корону провод АС-70 также удовлетворяет, так как при напряжении $U_{\text{н}} = 110 \text{ кВ}$ минимальное сечение проводов марки АС составляет 70 мм^2 .

Расчет питающей линии 6 кВ

Исходные данные: $S_{\text{р}} = 18523 \text{ кВА}$; $U_{\text{н}} = 6 \text{ кВ}$

- выбор сечений жил кабеля по нагреву расчетным током.

Расчетный ток:

$$I_{\text{р}} = S_{\text{р}} / (\sqrt{3} * U_{\text{н}}), \quad (44)$$

$$I_{\text{р}} = 18523 / (\sqrt{3} * 6) = 1785 \text{ А}.$$

Выбираются 7 трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами сечением по нагреву $S_{\text{н}} = 120 \text{ мм}^2$, допустимый ток $I_{\text{доп}} = 260 \text{ А}$ [6 табл. 33-2].

- выбор сечений жил кабеля по нагреву током короткого замыкания.

Ток установившегося короткого замыкания:

$$I_{\infty} = S_{\text{кз}} / (\sqrt{3} * U_{\text{н}}), \quad (45)$$

где $S_{\text{кз}}$ – мощность короткого замыкания, $\text{кВ} * \text{А}$

$$I_{\infty} = 125 / (\sqrt{3} * 6) = 12 \text{ А}.$$

Сечение жил кабеля по термической устойчивости:

$$S_{\text{тв}} = \alpha * I_{\infty} * \sqrt{t_{\text{п}}}, \quad (46)$$

где α – расчетный коэффициент, определяемый ограничением допустимой температуры нагрева жил кабеля [5 табл. 9-2];

$t_{\text{п}}$ – время действия защиты, сек

$$S_{\text{тв}} = 12 * 12 * \sqrt{0,6} = 111,5 \text{ мм}^2.$$

Выбираем кабель с алюминиевыми жилами с сечением $S_H=120 \text{ мм}^2$, допустимый ток которого $I_{\text{доп}}=260 \text{ А}$ [6 табл. 33-2].

Окончательно принимаются 7 трехжильных кабелей ААШВ-3х120 с алюминиевыми жилами сечением $S_H=120 \text{ мм}^2$, допустимый ток $I_{\text{доп}}=260 \text{ А}$.

2.8 Выбор электрооборудования на стороне первичного напряжения

Исходные данные: $I_{\text{расч}}=97 \text{ А}$; $X_6=0,1$; $I_H=5 \text{ кА}$; $i_y=6,5 \text{ кА}$; $S_{\text{кз}}=995 \text{ кВ}\cdot\text{А}$

Термическая устойчивость для отделителя:

$$I_{\infty}^2 \cdot t_{\text{п}}, \quad (47)$$

где $t_{\text{п}}$ – приведенное время, с

$$I_{\infty}^2 \cdot t_{\text{п}} = 5^2 \cdot 0,69 = 17,25 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

Термическая устойчивость для короткозамыкателя:

$$I_{\infty}^2 \cdot t_{\text{п}} = 5^2 \cdot 0,19 = 4,75 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Выбор оборудования выполняется в виде таблицы 2.9

Таблица 9 Сравнительная таблица расчетных и каталожных данных

Отделитель ОД-110М		Короткозамыкатель КЗ-110М		Разрядник РВС-110	
Расчетные данные	Каталожные (допустимые) данные	Расчетные данные	Каталожные (допустимые) данные	Расчетные данные	Каталожные (допустимые) данные
$U=110 \text{ кВ}$	$U_H=110 \text{ кВ}$	$U=110 \text{ кВ}$	$U_H=110 \text{ кВ}$	$U=110 \text{ кВ}$	$U=110 \text{ кВ}$
$I_{\text{расч}}=97 \text{ А}$	$I_H=630 \text{ А}$	$I_{\text{расч}}=97 \text{ А}$	-	$I_{\text{расч}}=97 \text{ А}$	$I_H=315 \text{ А}$
$i_y=6,5 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}}=80 \text{ кА}$	$i_y=6,5 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}}=40 \text{ кА}$	$i_y=6,5 \text{ кА}$	-
$I_{\infty}^2 \cdot t_{\text{п}}=17,25 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{1c}^2 \cdot 10=12^2 \cdot 10=1440 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\infty}^2 \cdot t_{\text{п}}=4,75 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{2c}^2 \cdot 2=18^2 \cdot 2=648 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	-	-

Вывод: расчетные параметры не превышают каталожных (допустимых) параметров, поэтому к установке принимаются отделитель типа ОД-110М и короткозамыкатель типа КЗ-110М и разрядник РВС-110 .

2.9 Выбор электрооборудования на стороне вторичного напряжения

Исходные данные: $I_{расч}=1785$ А; $X_б=0,8$; $I_{п}=11,5$ кА; $i_y=29,3$ кА; $S_{кз}=125$ кВ*А.

На стороне вторичного напряжения выбирается комплектное распределительное устройство типа К-ХІ, выключатели масляные МГГ-10-2000, разъединители РВК-10/2000 и трансформатор тока ТПШЛ [6 табл. 31-1].

Выбор оборудования выполняется в виде таблиц 10 и 11

Таблица 10 Технические данные комплектных распределительных устройств

Показатели	К- ХІ
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	2100
Отключаемая мощность, МВ*А	350
Динамическая устойчивость, кА	52
Термическая устойчивость, кА	14
Тип выключателя	МГГ-10-2000
Тип привода	ПЭ-2
Трансформатор тока	ТПШЛ
Сечение сборных шин, мм ²	А100х10
Система сборных шин	одинарная
Виды электрических присоединений	вводы и секционирование
Габариты, мм:	
- ширина	1500
- глубина	1600
- высота	3180

Таблица 11 Сравнительная таблица расчетных и каталожных данных

Выключатель масляный МГГ-10-2000		Разъединитель РВК- 10/2000		Трансформатор тока ТПШЛ	
Расчетные данные	Каталожные (допустимые) данные	Расчетные данные	Каталожные (допустимые) данные	Расчетные данные	Каталожные (допустимые) данные
U=6 кВ	U _н =10 кВ	U=6 кВ	U _н =10 кВ	U=6 кВ	U _н =10 кВ
I _{расч} =1687 А	I _н =2000 А	I _{расч} =1687 А	I _н =2000 А	I _{расч} =1687 А	I _н =2000 А
i _у =29,3 кА	I _{дин} =80 кА	i _у =29,3 кА	I _{дин} =35 кА	i _у =29,3 кА	I _{дин} =90 кА

2.10 Выбор шин на стороне вторичного напряжения

Исходные данные: S_р=18523 кВ*А; U_{вт}=6 кВ; i_у=29,3 кА; I_∞=11,5 кА

Расчетный ток при максимальной нагрузке в послеаварийном режиме:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} * U_{вт}), \quad (48)$$

$$I_p = 18523 / (\sqrt{3} * 6) = 1785 \text{ А.}$$

Выбираются алюминиевые шины марки АТ с размером полосы 100х10 мм, сечением 1000 мм² с I_{доп}=1820 А. Полоса установлена на ребро. Расстояние между опорными изоляторами (пролет) принимаем l=1000 мм, расстояние между фазами a=350 мм.

Проверка шин на динамическую устойчивость к действию токов короткого замыкания.

Усилие, действующее между фазами, при трехфазном коротком замыкании:

$$F = 1,76 * i_y^2 * l * 10^{-1} / a, \quad (49)$$

$$F = 1,76 * 29,3^2 * 1000 * 10^{-1} / 350 = 432 \text{ Н.}$$

Механическое напряжение в шинах:

$$\sigma_{\text{расч}} = F \cdot l / (10 \cdot W). \quad (50)$$

где W – момент сопротивления шин, см^3

$$W = 0,17 \cdot b^2 \cdot h. \quad (51)$$

$$W = 0,17 \cdot 1^2 \cdot 10 = 1,7 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{\text{расч}} = 432 \cdot 1 / (10 \cdot 1,7) = 25 \text{ МПа}.$$

Шины сечением 100x10 мм удовлетворяют динамической устойчивости, так как $\sigma_{\text{расч}} = 25 \text{ МПа} < [\sigma] = 65 \text{ МПа}$.

Проверка шин на термическую устойчивость при протекании по ним тока короткого замыкания:

$$A_k = A_n + (I_\infty / S)^2 \cdot t_{\text{п}} \quad ; \quad (52)$$

$$A_k = 0,5 \cdot 10^4 + (11500 / 1000)^2 \cdot 1 = 0,513 \cdot 10^4 \text{ с/мм}^2.$$

По этому определяется температура шин, до которой они нагреются при коротком замыкании: $t_k = 80^\circ$.

Выбранные шины удовлетворяют условию термической устойчивости так как $t_k = 80^\circ < t_{\text{доп}} = 200^\circ$.

2.11 Максимально-токовая защита электродвигателя насоса

Исходные данные: $P_{\text{ном}} = 3200 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,8$; $\eta = 0,96$; $U_{\text{вт}} = 6 \text{ кВ}$;
 $K_{\text{пуск}} = 5$; $I_{\text{к2}} = 11,5 \text{ кА}$

Принимается максимально-токовая защита от перегрузки и токовая отсечка для защиты двигателя от коротких замыканий.

Номинальный ток двигателя:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{вт}} \cdot \eta \cdot \cos\varphi), \quad (53)$$

$$I_{\text{ном}} = 3200 / (\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0,96 \cdot 0,8) = 401 \text{ А}.$$

Принимается трансформатор тока типа ТПЛ-10 с $I_1 = 600 \text{ А}$ и $I_2 = 5$

Коэффициент трансформации:

$$K_T=600/5=120.$$

Ток срабатывания отсечки:

$$I_{\text{ср.р}}=K_H * K_{\text{сх}} * K_{\text{пуск}} * I_{\text{ном}} / K_T, \quad (54)$$

где K_H – коэффициент надежности отстройки, учитывающий погрешности реле и трансформатора тока, $K_H=1,8$;

$K_{\text{сх}}$ – коэффициент схемы включения реле, $K_{\text{сх}}=\sqrt{3}$;

$$I_{\text{ср.р}}=1,8 * \sqrt{3} * 5 * 401 / 120 = 52 \text{ А.}$$

Коэффициент чувствительности отсечки:

$$K_{\text{ч.отс}}=I_K / (K_T * I_{\text{ср.р}}), \quad (55)$$

где I_K – ток КЗ в конце защищаемого участка, А

$$K_{\text{ч.отс}}=11,5 * 10^3 / (120 * 52) = 1,85 > 1,5.$$

Принимается для токовой отсечки и для защиты от перегрузки реле токовое типа РТ-40/50 с $I=50$ А, реле указательное типа РУ-21 с $I=0,16$ А, промежуточное реле типа РП-23 с $U=220$ В.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет экономической эффективности замены грунтового насоса 2ГрТ-8000 на грунтовой насос Warman-650

В рамках масштабной программы обновления насосного оборудования в цехе хвостового хозяйства обогатительной фабрики ЕВРАЗ КГОК запущены в эксплуатацию два новых насоса Warman-650 (Англия) мощностью 3200 кВт.

Оборудование сделано специально по заказу ЕВРАЗ КГОК и имеет особую конструкцию, повышенную износостойкость узлов.

Насосы высокопроизводительны и каждый обеспечивает перекачивание 8-10 м³ пульпы в час с содержанием песка около 10%. Новое оборудование позволит увеличить дальность перекачки пульпы и начать складирование отходов на самых отдаленных пикетах хвостохранилища. Насосы Warman-650 обладают более мощным напором, и значительно более высокой износостойкостью деталей проточной части, что полностью удовлетворяет требованиям. Также внедрение современных агрегатов даст возможность значительно экономить электроэнергию.

Стоимость одного насоса Warman-650 составляет 14 млн. рублей. По плану в 2012 году на ЕВРАЗ КГОК поступят 7 подобных агрегатов.

Замена насосов ведется на ЕВРАЗ КГОК с 2004 года. Программа модернизации предусматривает замену насосов российского производства на более мощные импортные.

В связи с модернизацией экономическая часть дипломного проекта предусматривает расчет экономической эффективности замены грунтового насоса 2ГРТ-8000 на грунтовый насос Warman-650.

Износостойкость узлов грунтового насоса Warman-650 уменьшает количество текущих ремонтов, а его более высокая производительность дает экономию электроэнергии.

Текущие ремонты электродвигателя грунтового насоса 2ГРТ-8000 проводятся через каждые 450 ч, а текущие ремонты грунтового насоса Warman-650 - через каждые 1800 ч, т. е. количество текущих ремонтов насоса Warman-650 в 4 раз меньше количества текущих ремонтов насоса 2ГРТ-8000. Экономический эффект по экономии на износостойкости заключается в том, что количество текущих ремонтов насоса Warman-650 в 4 раз меньше количества текущих ремонтов насоса 2ГрТ-8000.

Мощность грунтового насоса Warman-650 (производительность 8000 м³/ч) составляет 1600 кВт, а мощность грунтового насоса 2ГрТ-8000 составляет 3200 кВт (производительность 8000 м³/ч).

Экономический эффект по экономии электроэнергии заключается в том, что при одинаковой производительности грунтовый насос Warman-650 потребляет электроэнергии в 2 раза меньше, чем грунтовый насос 2ГрТ-8000.

Текущий ремонт электродвигателя грунтового насоса:

- отключение кабеля питания от электродвигателя и его заземление;
- разборка электродвигателя;
- замена щеток;
- замена подшипников;
- смазка подшипников;
- замена автомата;
- сборка электродвигателя;

- испытание электродвигателя на холостом ходу.

3.2 Расчет численности работников

Расчет сметы затрат на текущий ремонт электродвигателя грунтового насоса 2ГрТ-8000 начинается с расчета затрат на заработную плату.

Для расчета численности рабочих в качестве исходных данных принимается трудоемкость текущего ремонта электродвигателя грунтового насоса 2ГрТ-8000 (по данным предприятия $T_{\text{рем}}=16$ чел-ч, $t_{\text{рем}}=8,2$ ч).

Явочная численность рабочих:

$$N_{\text{яв}} = T_{\text{рем}}/t_{\text{рем}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{рем}}$ – трудоемкость ремонта, чел-ч;

$t_{\text{рем}}$ – продолжительность ремонта, ч

$$N_{\text{яв}}=16/8,2=1,9 \text{ чел.} \quad \text{Принимается 2 чел.}$$

Списочная численность рабочих:

$$N_{\text{сп}} = N_{\text{яв}} * k_{\text{сп.числ}}, \quad (2)$$

где $k_{\text{сп.числ}}$ – коэффициент списочной численности

$$N_{\text{сп}} = 1,9*1,15 = 2,1 \text{ чел} \quad \text{Принимается 2 чел.}$$

Для расчёта заработной платы необходимо рассчитать баланс рабочего времени. При этом нужно учитывать, что:

- ремонтный персонал работает по пятидневному графику работы;
- в одну смену по 8,2 часов;
- продолжительность рабочей недели 40 часов

Для выполнения работ по текущему ремонту электродвигателя грунтового насоса в состав бригады необходимо включить электрослесаря по ремонту оборудования 5-го разряда и электрослесаря по ремонту оборудования 6-го разряда. Текущий ремонт электродвигателя грунтового насоса будет произведен за одну смену.

Номинальный фонд рабочего времени определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{вр.ном.}} = D_{\text{к}} - D_{\text{вых.}} - D_{\text{праз.}} \quad (3)$$

где D_k – число рабочих дней по календарю,

$D_{\text{вых.}}$ – число выходных дней,

$D_{\text{праз.}}$ – количество праздничных дней.

$$\Phi_{\text{вр.ном.}} = 31 - 8 - 2 = 21 \text{ день}$$

Таким образом, в мае-месяце: рабочих дней – 21, выходных дней – 8 и праздничных дней - 2.

Таблица 1 Результаты расчета численности рабочих

Наименование профессии	Явочная численность, чел.					Списочная численность
	1 см.	2 см.	3 см.	4см.	Итого	
Электрослесарь по ремонту оборудования	2	-	-	-	2	2

3.3 Расчет фонда оплаты труда

Заработная плата - важнейший стимул повышения эффективности производства и роста уровня, производительности труда. Заработная плата включает в себя все денежные выплаты, производимые по: сдельным расценкам, тарифным ставкам, окладам, премиальным выплатам, единовременные вознаграждения за выслугу лет, а также все виды доплат надбавок, выплачиваемых работникам в соответствии с действующей в отрасли системой оплаты труда и премирования. Оплата ремонтного персонала ведется по повременно-премиальной системе.

Таблица 2 Фонд оплаты труда

Наименование Профессии	Явочный состав	Тарифный разряд	Фонд основной заработной платы, руб.							Фонд дополнительной заработной платы	Всего месячный ФОТ	
			Количество чел-часов	Тарифная ставка	З/п по тарифу	Доплаты			Итого			ФОТ с учетом районногокоэф.
						Премии	За эд. спец-ть	Раскомандировка				
Электрослесарь по ремонту оборудования	1	5	8,2	51,64	423,45	296,42	42,35	4,24	766,46	958,08	95,81	1053,89
Электрослесарь по ремонту оборудования	1	6	8,2	59,13	484,87	339,41	48,49	4,85	877,62	1097,03	109,7	1206,73
Всего	2		16,4	110,77	908,32	635,83	90,84	9,09	1644,08	2055,11	205,51	2260,62

По данным предприятия на текущий ремонт электродвигателя необходимо:

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда – 1 чел
- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда – 1 чел.

Количество человеко-часов определяется по формуле:

$$K_{\text{чел.час.}} = \Phi_{\text{граф}} * N_{\text{яв}}, \quad (4)$$

где $\Phi_{\text{граф}}$ – фонд рабочего времени на человека по графику, ч.

$$K_{\text{чел.час.}} = 8,2 * 2 = 16,4 \text{ чел-ч.}$$

По данным предприятия часовые тарифные ставки:

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда - 51,64 руб.;

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда - 59,13 руб.

Заработная плата по тарифу определяется по формуле:

$$Z_{\text{т}} = Ч_{\text{ст}} * K_{\text{чел.час.}} ; \quad (5)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$Z_{\text{т}} = 51,64 * 8,2 = 423,45 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$Z_{\text{т}} = 59,13 * 8,2 = 484,87 \text{ руб.}$$

Доплаты

Премия составляет 60% от заработной платы по тарифу; начисляется за своевременное, технологически правильное выполнение работы, за соблюдение трудовой дисциплины и техники безопасности и рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{п}} = Z_{\text{т}} * 0,6, \quad (6)$$

где $Z_{\text{т}}$ - заработная плата по тарифу, руб.

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$D_{\text{п}} = 423,45 * 0,6 = 296,42 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$D_{\text{п}} = 484,87 * 0,6 = 339,41 \text{ руб.}$$

Доплата за электроспециальность составляет 10% от заработной платы по тарифу и рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{эл}} = Z_{\text{т}} * 0,1, \quad (7)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$D_{\text{эл}} = 423,45 * 0,1 = 42,35 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$D_{\text{эл}} = 484,87 * 0,1 = 48,49 \text{ руб.}$$

Доплата за раскомандировку составляет 1% от заработной платы по тарифу и рассчитывается по формуле:

$$D_p = Z_t * 0,01, \quad (8)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$D_p = 423,45 * 0,01 = 4,24 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$D_p = 484,87 * 0,01 = 4,85 \text{ руб.}$$

Сумма всех доплат:

$$D_{\text{общ}} = D_{\text{П}} + D_{\text{ЭЛ}} + D_p \quad (9)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$D_{\text{общ}} = 296,42 + 42,35 + 4,24 = 343,01 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$D_{\text{общ}} = 339,41 + 48,49 + 4,85 = 392,75 \text{ руб.}$$

Общая заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{общ}} = Z_t + D_{\text{общ}} \quad (10)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$Z_{\text{общ}} = 423,45 + 343,01 = 766,46 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$Z_{\text{общ}} = 484,87 + 392,75 = 877,62 \text{ руб.}$$

Фонд оплаты труда с учетом районного коэффициента рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{р.к}} = Z_{\text{общ}} * 1,25 \quad (11)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$Z_{\text{р.к}} = 766,46 * 1,25 = 958,08 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$Z_{\text{р.к}} = 877,62 * 1,25 = 1097,03 \text{ руб.}$$

Фонд дополнительной заработной платы работников включает в себя: оплату очередных отпусков, оплату времени исполнения общественных и государственных обязанностей, доплату за стаж. Дополнительная заработная

плата принимается 10% от суммы заработной платы с учётом районного коэффициента и рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{р.к}} * 0,1 \quad (12)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$Z_{\text{доп}} = 958,08 * 0,1 = 95,81 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$Z_{\text{доп}} = 1097,03 * 0,1 = 109,7 \text{ руб.}$$

Фонд оплаты труда рассчитывается по формуле:

$$\text{ФОТ} = Z_{\text{р.к}} + Z_{\text{доп}} \quad (13)$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 5 разряда:

$$\text{ФОТ} = 958,08 + 95,81 = 1053,89 \text{ руб.}$$

- электрослесарь по ремонту оборудования 6 разряда:

$$\text{ФОТ} = 1097,03 + 109,7 = 1206,73 \text{ руб.}$$

Суммарные расходы на заработную плату:

$$ЗП_{\text{сум}} = 1053,89 + 1206,73 = 2260,62 \text{ руб.}$$

3.4 Расчет затрат на материалы и комплектующие

Нормы расхода на единицу продукции и цены материалов берутся по данным предприятия. Общий расход материалов рассчитывается исходя из объемов работ.

Таблица 3 Затраты на материалы и комплектующие

№ №	Наименование материалов	Расход		Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
		Единицы измерения	Кол.		
1	Подшипник ПК300x300	шт	2	8500	17000
2	Щетки ЭГ-14	шт	12	200	2400
3	Автомат А-3716	шт	1	900	900
4	Смазка Масло ТП-30	кг	0,5	40	20

5	Ветошь	кг	2	40	50
Итого:					20370

Определяется стоимость материалов и комплектующих, необходимых для текущего ремонта электродвигателя:

$$C = n * ц, \quad (14)$$

где n - количество изделий, шт;

$ц$ - цена изделия, руб.

Стоимость подшипников: $C_{п} = 6 * 650 = 3900$ руб

Стоимость щеток: $C_{щ} = 6 * 80 = 480$ руб

Стоимость автомата: $C_{а} = 1 * 900 = 900$ руб

Стоимость смазки Литол-24: $C_{см} = 0,5 * 40 = 20$ руб

Стоимость ветоши: $C_{в} = 2 * 25 = 50$ руб

Определяются затраты на все материалы и комплектующие:

$$C_{общ} = C_{б} + C_{щ} + C_{а} + C_{см} + C_{в} \quad (15)$$

$$C_{общ} = 3800 + 480 + 900 + 20 + 50 = 5350 \text{ руб}$$

3.5 Расчет затрат на электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию осуществляется на основе данных о нормах расхода электроэнергии по определенному виду оборудования и данных о стоимости 1 кВт*ч.

$$Z_{эл} = W_{эл.общ} * Ц, \quad (16)$$

где $W_{эл.общ}$ – общий расход электроэнергии, кВт;

$Ц$ – стоимость 1 кВт*ч

Общий расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W_{эл} = \sum P * T * k_{з.о} * k_o / (k_c * \eta), \quad (17)$$

где $\sum P$ – сумма установленных мощностей оборудования, кВт;

- T – фонд времени работы единицы оборудования, стан/ч;
 $k_{з.о}$ – коэффициент загрузки оборудования (0,7-0,8);
 k_o – коэффициент одновременной предельной нагрузки (0,7-0,75);
 k_c – коэффициент, учитывающий потери в сети, равен 0,96;
 η – коэффициент полезного действия двигателей (0,85-0,9)

Для испытаний электродвигателя грунтового насоса на холостом ходу после текущего ремонта требуется 0,5 часа, мощность – 3200 кВт.

Расход электроэнергии для обкатки электродвигателя:

$$W_{обк.ст} = 3200 * 0,5 * 0,7 * 0,7 / (0,96 * 0,85) = 961 \text{ кВт}$$

Для ремонта электродвигателя используется кран-балка. Время работы кран-балки – 1 час, мощность кран-балки грузоподъемностью $Q=5$ т – 8 кВт.

Расход электроэнергии для работы кран-балки:

$$W_{кр-б} = 8 * 1 * 0,7 * 0,7 / (0,96 * 0,85) = 4,8 \text{ кВт}$$

Общий расход электроэнергии:

$$W_{эл} = 961 + 4,8 = 965,8 \text{ кВт}$$

Стоимость 1 кВт*ч по установленным нормам составляет 1,52 рубля.

Затраты на электроэнергию:

$$Z_{эл} = 965,8 * 1,52 = 1468,02 \text{ руб.}$$

3.6 Амортизация основных фондов

Расчёт амортизационных отчислений производится по видам основных фондов задействованных в работе.

Таблица 4 Амортизация основных фондов

Наименование оборудования	Стоимость основных фондов, руб.	Норма амортизации, %	Сумма амортизац. отчислений, руб.
Здание	20000	1,2	0,65
Кран-балка	600000	5	80,65

Всего:	81,30
--------	-------

Нормы амортизации принимаются по положению "О единых нормах амортизации отчислений на полное восстановление ОФ" или по данным предприятия.

Амортизационные отчисления за год рассчитываются по формуле:

$$A = (\Phi_{\text{оф}} * N_a) / 100 \quad (18)$$

где $\Phi_{\text{оф}}$ – стоимость основных фондов, руб.;

N_a – норма амортизации основных фондов, %

Стоимость 1 м² площади здания равна 50 руб.

Площадь здания необходимого для ремонта - 400 м².

Стоимость 400 м² площади здания за год: 50*400=20000 руб

Стоимость амортизационных отчислений для здания за год:

$$A_{\text{г. зд}} = 20000 * 1,2 / 100 = 240 \text{ руб.}$$

Стоимость амортизационных отчислений для здания за месяц:

$$A_{\text{м. зд}} = 240 / 12 = 20 \text{ руб.}$$

Стоимость амортизационных отчислений для здания за время ремонта электродвигателя:

$$A_p = A_{\text{м. зд}} / \Phi_{\text{вр.ном.}} * n \quad (19)$$

где n - время ремонтных работ, дни

$$A_p = 20 / 31 * 1 = 0,65 \text{ руб.}$$

Величина амортизационных отчислений для кран-балки за год:

$$A_{\text{г. кр}} = 600000 * 5 / 100 = 30000 \text{ руб.}$$

Величина амортизационных отчислений для кран-балки за месяц:

$$A_{\text{м. кр}} = 30000 / 12 = 2500 \text{ руб.}$$

Величина амортизационных отчислений для кран-балки за время ремонта электродвигателя:

$$A_{\text{р. кр}} = 2500 / 31 * 1 = 80,65 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений:

$$A_{\text{сум}} = A_{\text{р.зд}} + A_{\text{р.кр}} \quad (20)$$

$$A_{\text{сум}} = 0,65 + 80,65 = 81,30 \text{ руб.}$$

3.7 Составление сметы затрат

Таблица 5 Смета затрат

№	Элементы затрат	Сумма, руб.
1	Материалы и комплектующие	20370,00
2	Основная и дополнительная зарплата	2260,62
3	Единый социальный налог	678,19
4	Электроэнергия	1468,02
5	Амортизация	81,30
6	Прочие затраты	745,74
	Всего	25603,87

Единый социальный налог принимается в соответствии с действующим законодательством (30%) и рассчитывается по формуле:

$$C_c = \text{ФОТ}_{\text{общ}} * 0,3, \quad (21)$$

где $\text{ФОТ}_{\text{общ}}$ - фонд оплаты труда на работы по текущему ремонту электродвигателя грунтового насоса, руб.

$$C_c = 2260,62 * 0,3 = 678,19 \text{ руб.}$$

Прочие затраты составляют 3% от всех предшествующих затрат и рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{общ}} * 0,03 \quad (22)$$

$$Z_{\text{пр}} = (20370,00 + 2260,62 + 678,19 + 1468,02 + 81,30) * 0,03 = 745,74 \text{ руб.}$$

Вывод: По результатам расчета стоимости затрат на проведение текущего ремонта электродвигателя грунтового насоса можно сделать вывод, что наибольшее количество затрат пришлось на материалы и комплектующие, т. е. ремонт является материалоемким. Поэтому экономия затрат на текущий ремонт должна быть направлена на поиск новых материалов, которые при малой материалоемкости обеспечивают необходимые характеристики работы электродвигателя грунтового насоса.

3.8 Расчет экономической эффективности от внедрения нового оборудования

Производится расчет экономической эффективности от замены грунтового насоса 2ГрТ-8000 на грунтовый насос Warman-650.

Расчет ведется по годовой стоимости производства текущих ремонтов.

Текущие ремонты электродвигателя грунтового насоса 2ГРТ-8000 проводятся через каждые 450 ч, текущие ремонты электродвигателя грунтового насоса Warman -650 - через каждые 1800 ч, т. е. количество текущих ремонтов электродвигателя насоса 2ГРТ-8000 в 4 раз больше количества текущих ремонтов насоса Warman-650. Годовой режим работы грунтового насоса составляет 2295 часов.

Количество текущих ремонтов в год грунтового насоса 2ГРТ-8000/71:

$$n_{\text{Б}}=2295/450=5,1$$

Годовая стоимость текущих ремонтов электродвигателя грунтового насоса 2ГрТ-8000:

$$X_{\text{Б}}=25603,87*5,1=130579,74 \text{ руб}$$

Количество текущих ремонтов в год грунтового насоса Warman -650:

$$n_{\text{Н}}=2295/1800=1,275$$

Годовая стоимость текущих ремонтов электродвигателя грунтового насоса Warman -650:

$$X_{\text{Н}}= X_{\text{Б}}/4$$

(23)

$$X_{\text{Н}}=130579,74/4=32644,93 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект от внедрения нового оборудования по стоимости текущих ремонтов составит:

$$\Delta \mathcal{E}_{\Gamma} = X_{\text{Н}} - X_{\text{Б}} \quad (24)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\Gamma} = 32644,93 - 130579,74 = -97934,81 \text{ руб}$$

Расчет ведется по годовой стоимости потребляемой электроэнергии при работе насосов.

Мощность грунтового насоса Warman-650 (производительность 8000 м³/ч) составляет 1600 кВт, а мощность грунтового насоса 2ГрТ-8000 составляет 3200 кВт (производительность 8000 м³/ч), т. е. при одинаковой производительности грунтовой насос Warman-650 потребляет электроэнергии в 2 раза меньше, чем грунтовой насос 2ГРТ-8000.

Годовой фонд времени работы грунтового насоса 2ГрТ-8000 составляет 7600 часов. Годовой фонд времени работы грунтового насоса Warman-650 составляет 7800 часов (за счет сокращения межремонтного цикла).

Стоимость 1 кВт*ч по установленным нормам составляет 1,52 рубля.

Годовая стоимость электроэнергии при работе грунтового насоса 2ГрТ-8000:

$$X_B^I = 7600 * 3200 * 1,52 = 36966400 \text{ руб}$$

Годовая стоимость электроэнергии при работе грунтового насоса Warman -650:

$$X_H^I = 7800 * 1600 * 1,52 = 18969600 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект от внедрения нового оборудования по стоимости электроэнергии составит:

$$\Delta \mathcal{E}_Г^I = X_H^I - X_B^I \quad (25)$$

$$\Delta \mathcal{E}_Г^I = 18969600 - 36966400 = -17996800 \text{ руб}$$

Суммарный экономический эффект:

$$\Sigma \mathcal{E}_Г^I = \Delta \mathcal{E}_Г^I + \Delta \mathcal{E}_Г^I \quad (26)$$

$$\Sigma \mathcal{E}_Г^I = 97934,81 + 17996800 = 18094734,81 \text{ руб}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте рассмотрен вопрос электроснабжения пульпонасосной станции №1.

В разработанном дипломном проекте были рассмотрены и описаны: назначение пульпонасосной станции №1, технологический процесс пульпонасосной станции №1, характеристики электрических нагрузок и электрооборудования, а также распределение электрических нагрузок. Рассмотрены вопросы охраны труда и производственной безопасности при эксплуатации электрооборудования пульпонасосной станции №1, а также охрана окружающей среды и экология при складировании хвостов обогащения железной руды.

Для решения вопроса электроснабжения пульпонасосной станции №1 произведены расчеты и сделан выбор схемы электроснабжения, расчет и выбор рационального напряжения, расчет и выбор числа и мощности силовых трансформаторов, расчет и выбор питающих линий и шин, сделан выбор оборудования на стороне первичного и вторичного напряжений, рассчитана максимально-токовая защита двигателя грунтового насоса.

В экономической части дипломного проекта произведен расчет экономической эффективности от внедрения нового оборудования, а именно, от замены грунтового насоса 2ГрТ-8000 на грунтовый насос Warman-650.

В графической части дипломного проекта выполнены следующие чертежи:

- 1) схема электроснабжения пульпонасосной станции №1;
- 2) схема гидротранспорта хвостов;
- 3) схема отходящих фидеров электродвигателей цеха обогащения.

По результатам работы над дипломным проектом, считается возможным применение предложенного способа электроснабжения пульпонасосной станции №1 в связи с увеличением объемов отходов производства (хвостов) и увеличением протяженности шламохранилища.

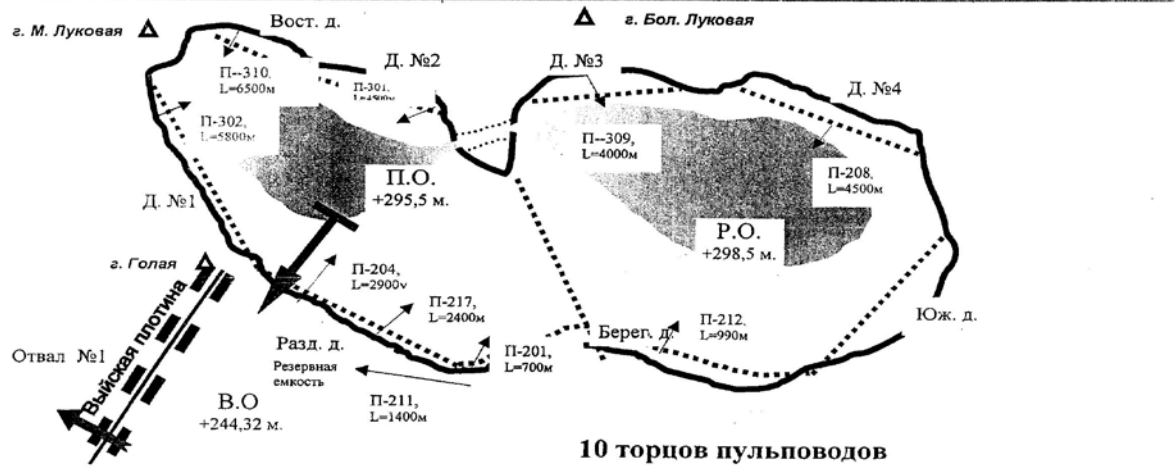
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Агошков М. И., Экономика промышленных предприятий – М.: Высшая школа, 1986 - 204 с.
- 2.Алиев И.И. Электротехнический справочник.-4-е изд., испр.- М.: ИП РадиоСофт, 2001. – 384с.
- 3.Данилов Н.И. Энергосбережение. - Екатеринбург: Энерго-Пресс, 1999. - 109 с.
- 4.Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов: - М.: Энергоатомиздат, 1989. -176 с.
- 5.Каганов И. Л. Курсовое и дипломное проектирование. – 3-е изд. - М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
- 6.Камнев В. Н., Чтение схем и чертежей электроустановок - М.: Высшая школа, 1986 - 144 с.
- 7.Кисаримов Р.А. Справочник электрика. - М.: ИП РадиоСофт, 2000.-320 с
- 8.Костин С. Н., Русанов В. Н., Синютин П. А. Организация внедрения автоматизированных систем учета электроэнергии промышленных потребителей АО "Челябэнерго". Промышленная энергетика № 6. – М: Агро, 1997. – 218 с.
- 9.Кузнецов К. Б., Васин В. К., Купаев В. И. Безопасность жизнедеятельности часть 2: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М: Маршрут, 2005. – 576с.
- 10.Кузнецова Г.С., Штин А.Н. Расчет трехфазных коротких замыканий в РУ трансформаторных подстанций: Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: УрГАПС, 1997. – 36 с.
- 11.Куценко Г.Ф.Охрана труда в электроэнергетике. – Минск.: Дизайн ПРО, 2005. – 492с.
- 12.Липкин Б. Ю., Электроснабжение промышленных предприятий и установок – М.: Высшая школа, 1981- 366 с.

- 13.РД 34.09.101-94. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. – М.: СПО ОРГРЭС, 1995.
- 14.Рекус Г.Г. Электрооборудование производств: Учебное пособие.-М.: Высшая школа, 2005. – 709с.
- 15.Романова К. Г., Нормирование труда и сметы. Справочник – М.: Финансы и статистика, 1988 - 168 с.
- 16.Справочник по проектированию электроснабжения/Под редакцией Ю.Г. Барыбина и др. – М:Энергоатомиздат, 1990. – 576с.
- 17.Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Том 2/ Под редакцией А.А. Федорова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 592с.
- 18.Технико-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах : Учеб. пособие / Авт.-сост. Е. И. Чучкалова,
- 19.Федоров А. А., Сербиновский Г. В., Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Книга первая. Проектно-расчетные сведения – М.: Энергия, 1978-519 с.
- 20.Федоров А. А., Сербиновский Г. В., Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Книга вторая. Проектно-расчетные сведения – М.: Энергия, 1978-528 с.
- 21.Шеховцов В. П., Расчет и проектирование схем электроснабжения – М.: Форум-Инфра-М, 2007 – 214 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Существующая схема гидротранспорта хвостов КГОКа (летняя)



10 торцов пульповодов

