

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра машиностроения, автоматики и электроэнергетики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ В.Г.Некрутов
_____ 2017 г.

Модернизация трансформаторной подстанции цеха 32.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность
жизнедеятельности,
к.т.н., доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель работы
_____ Т.Н.Усиевич
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ИОДО-552
_____ Р.В.Неваленов
_____ 2017 г.

Нормоконтролер, доцент
_____ В.Д. Константинов
_____ 2017 г.

Челябинск 2017г.

Содержание.....	7.
Введение.....	8.
1. Обзор литературы и постановка задачи.....	10.
Выводы по разделу один.	
2.Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий.....	13.
Выводы по разделу два.	
3.Общий раздел.....	18.
3.1 Характеристики электроприемников трансформаторной подстанции.....	18.
3.2.Расчет электрических параметров сетей цеха 32.....	20.
3.3. Выбор типа, числа и мощности трансформатора.....	23.
3.4.Расчет и выбор питающей линии.....	25.
3.5. Токи короткого замыкания.....	28.
3.6. Термические и динамические воздействия токов короткого замыкания....	29.
3.7.Расчет токов короткого замыкания.....	32.
3.8. Выбор оборудования.....	38.
Выводы по разделу три.	
4. Специальная часть.....	43.
4.1. Маслениый выключатель.....	43.
4.1.1.Достоинства и недостатки выключателя.....	45.
4.1.2. Принцип работы выключателя.....	45.
4.2. Элегазовый выключатель.....	46.
4.2.1 Достоинства и недостатки выключателя.....	46.
4.2.2. Принцип работы выключателя.....	47.
Выводы по разделу четыре.	
5.Безопасность жизнедеятельности.....	49.
5.1.Обеспечение электробезопасности на трансформаторной подстанции.	49.
5.2. Защитное заземление.....	52.
5.2.1. Расчёт защитного заземления.....	54.
5.3. Мероприятия по уменьшению последствий ураганов и бурь.....	56.
Выводы по разделу пять	
6.Экономическая часть.....	61.
6.1 Смета затрат на модернизацию оборудования.....	61.
Выводы по разделу шесть.	
Заключение.....	65.
Библиографический список.....	66.

Введение

В условиях необходимости обеспечения роста объемов производств, как в промышленных, так и сельскохозяйственных сферах экономики страны, возникает ряд задач, непосредственно связанных с энергоснабжением потребителей. Одной из таких задач является качественное и бесперебойное снабжение электроэнергией. Ее решением может послужить проектирование новых линий электропередач и понижающих подстанций у потребителей.

Электрическая энергия является наиболее удобным и дешёвым видом энергии. Широкое распространение электрической энергии обусловлено относительной лёгкостью её получения, преобразование и возможностью её передачи на большие расстояния.

При проектировании систем электроснабжения и выбора силового оборудования рассматриваются и решаются вопросы определения электрических нагрузок, рационального выбора электрооборудования, всех систем электроснабжения, распределения электроэнергии. Электрические нагрузки промышленных предприятий являются основными величинами, определяющими выбор всех элементов системы электроснабжения. Исходя из мощности, категории электроприёмников и учитывая перспективы на дальнейшее расширение или сокращения оборудования, следует выбирать число и мощность силовых трансформаторов.

В условиях бурного развития электроники и новейших технологий (требующих если не непосредственного использования электроэнергии, то использования ее для систем контроля и управления технологическими процессами, средств обработки информации, развития систем телекоммуникаций) неизбежен рост потребления электроэнергии. В настоящее время электроэнергия нужна не только имеющимся крупным промышленным центрам и предприятиям практически любых отраслей, но и мелким фирмам, организациям, а так же увеличивается расход электроэнергии и у бытовых потребителей.

Главную схему подстанций разрабатывают по следующим требованиям:

- Надежное электроснабжение присоединенных к подстанции потребителей.
- Возможное резервирование отходящих линий в распределении высокого напряжения.
- Соответствие оборудования расчетным токам, как на стороне низкого напряжения, так и на стороне высокого напряжения.
- Соответствие требованиям противоаварийной автоматики.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		8

Основные решения по схемам подстанций принимаются с учетом обеспечения надежности и перспективы развития подстанций.

Важную роль в обеспечении надёжной работы и увеличении эффективности использования электрического и электромеханического оборудования играет его правильная эксплуатация, составными частями которой является, в частности, монтаж, техническое обслуживание и ремонты.

Важным резервом является также правильный выбор оборудования по мощности и уровню использования. Это позволяет сэкономить от 20 до 85 % электроэнергии.

Под технической эксплуатацией понимается комплекс мероприятий по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании его по назначению. При ожидании, хранении, транспортировании, то есть техническая эксплуатация оборудования начинается с момента его выхода с территории завода-изготовителя и заканчивается его сдачей в переработку на предприятия по утилизации промышленных отходов.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		9

1. Обзор литературы и постановка задач.

Проектирование электроэнергетических систем требует комплексного подхода к выбору и оптимизации схем электрических сетей, определяющих состав, структуру, внутренние и внешние связи, динамику развития, параметры и надежность работы системы в целом и ее отдельных элементов.

В учебном пособии «Справочник по проектированию электрических сетей» под редакцией Д.Л. Файбисовича 2009 года выпуска содержатся основные сведения по проектированию электрических сетей энергосистем, выбор параметров и схем сетей, данные по электрооборудованию, воздушным и кабельным линиям. В справочнике учтены произошедшие за последние годы изменения в организации проектирования, новые нормативные документы, последние научные и инженерные разработки.

В учебном пособии «Проектирование электрических станций и подстанций» авторами которой являются Р.В. Гайсаров, А.В. Коржов, Л.А. Лежнева, И.Т. Лисовская содержатся рекомендации по выбору оборудования, схем электрических соединений распределительных устройств 6...750 кВ электрических станций и подстанций.

В учебном пособии «Расчет токов короткого замыкания в электрических системах» авторами которой являются Ю.В. Коровин, Е.И. Пахомов, К.Е. Горшков 2011 года выпуска изложены практические методы расчета токов трехфазного и несимметричных коротких замыканий в электрических системах напряжением свыше 1000 В в соответствии с ГОСТ Р 52735-2007. Рассмотрены основы и порядок расчета в системе относительных единиц, метод симметричных составляющих, особенности параметров и формирования схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей, правило эквивалентности прямой последовательности.

Приведены примеры выполнения расчетов токов короткого замыкания. В приложениях представлены полезные для проведения расчетов справочные материалы.

В учебном пособии к курсовому и дипломному проектированию «Выбор электрической аппаратуры, токоведущих частей и изоляторов» авторами которой являются Гайсаров Р.В., Лисовская И.Т. 2002 года выпуска изложены основные сведения по проектированию главной электрической схемы подстанции, основные схемы электроустановки собственных нужд (С.Н.), методы определения потребителей С.Н. и расчёт их мощности, выбор источников питания С.Н, разработка схемы электроснабжения С.Н. (включая выбор электрических аппаратов), а также разработка конструкции

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		10

распределительного устройства, компоновка электротехнических устройств, защита от перенапряжений.

Возрастающая потребность современной техники и производственного оборудования быстрыми темпами развивается и автоматизируется. Причем объем промышленного производства в настоящее время зависит от объема потребляемой энергии.

С каждым годом потребляемые мощности электротехникой и электрооборудованием Усть-Катавского вагоностроительного завода требует постоянного и бесперебойного электроснабжение, что связано с заменой более устаревшего оборудования на более современные и энергоэкономичные потребители. В связи с более чувствительными электроприводами, системами автоматики, и с чувствительными стойками программного управления программных станков. Всё это требует высокого качества электроэнергии.

Таким образом, задачей данной выпускной квалификационной работы является модернизация трансформаторной подстанции цеха №32 с учетом перспективного развития новых нагрузок и улучшением качества электроэнергии. Поэтому необходимо провести расчет сети как в максимальном, так и в послеаварийном режимах. На основании данных расчетов (в виде карты режима) определить токовую загрузку всех линий, чтобы протекающие по ЛЭП токи не вызывали перегрев проводов. Оценить допустимые напряжения на подстанциях, которые согласно ГОСТу должны находиться в пределах $\pm 5\%$ от номинального.

Так как в рассматриваемом сетевом районе потребители в основном 1-й и 2-й категории надежности, то следует обеспечить их электроснабжение во всех возможных послеаварийных ситуациях.

Увеличение нагрузки влечет за собой и увеличения коэффициента загрузки трансформаторов на подстанции. Согласно ГОСТу аварийную перегрузку трансформаторов рекомендуется принимать равной 140%. Следовательно, необходимым условием является проверка трансформатора 32-го цеха У-КВЗ на загруженность при увеличении потребляемой электроэнергии, послеаварийный режим, и на защиту при коротких замыканиях. Чему и будет посвящена данная работа.

Выводы по разделу один

С изменением потребителей и увеличением потребляемой мощности предприятием встает вопрос о замене и модернизации оборудования питающей подстанции. Модернизируем оборудование которое позволяет повысить качество и надежность электроснабжения потребителей, а также улучшить условия труда обслуживающего персонала. Решение этих задач требует

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		11

использования большого объема информации, рассредоточенного в различных литературных источниках и нормативных документах. В ходе выполнения выпускной - квалификационной работы был произведен поиск и обзор литературы по проектированию электрических сетей, в результате чего выбран оптимальный источник литературы по данной работе.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		12

2. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий.

Каждое производства имеющее на своем участке или цехе какое либо электрическое оборудование сталкивается с проблемой защиты, и бесперебойным электроснабжением. Для защиты участка понадобятся надёжные автоматические выключатели. Которые обеспечат надёжную защиту от коротких замыканий, перегрузок сети, и обеспечат бесперебойное электроснабжения участка.

Автоматический выключатель — это контактный коммутационный аппарат, который предназначен для включения и отключения (т.е. для коммутации) электрической цепи, защиты кабелей, проводов и потребителей (электрических приборов) от токов перегрузки и от токов короткого замыкания.

Автоматический выключатель выполняет основные функции: Коммутацию цепи (позволяет включать и отключать конкретный участок электрической цепи) . Обеспечивает защиту от токов перегрузки, отключая защищаемую цепь, когда в ней протекает ток, превышающий допустимый (например, при подключении в линию мощного прибора или приборов) . Отключает от питающей сети защищаемую цепь, когда в ней возникают большие по значению токи короткого замыкания. Автоматические выключатели делятся по способу гашения электрической дуги.

Первые патенты на использование элегаза, как прерывающей среды, были зарегистрированы в 1938 году Виталием Гроссе (AEG) и независимо от него позже в США, в июне 1951 года, Лингалом, Броуном и Штормом (компания «Вестингауз»). Первое применение S56 для прерывания электрического тока датируется 1953 годом. Были разработаны высоковольтные переключатели нагрузки с напряжением от 15 до 161 кВ и с разрывной мощностью 600 Ампер. Первый высоковольтный автоматический выключатель тока, сконструированный компанией «Вестингауз» в 1956 году, мог прерывать ток силой в 5 кА под напряжением 115 кВ, но у него было 6 камер прерывания, расположенных на опоре поочерёдно. В 1957 году в элегазовых выключателях был представлен метод компрессии, где относительное перемещения поршня и цилиндра, соединённого с движущей частью, используется для создания давления достаточного для гашения дуги через форсунку, сделанную из изолирующего материала . При использовании этого метода давление в основном поднимается за счёт сжатия газа. Первый высоковольтный элегазовый выключатель с высокой способностью к отключению больших токов был разработан Вестингаузом в 1959 году. Бакочный выключатель мог прерывать ток силой 41.8 кА под напряжением 138 кВ (10,000 МВ·А) и 37.6 кА под напряжением 230 кВ (15,000 МВ·А).

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		13

Его эффективность была уже значительной, но три камеры на одну опору и источник высокого давления, необходимый для гашения (1.35 МПа), были ограничениями, которых следовало избежать в дальнейших разработках. Замечательные свойства элегаза привели к быстрому распространению этого метода. В 70е годы прошлого века он стал использоваться в разработке элегазовых выключателей с высокой прерывающей способностью. Область их применения была ограничена напряжением до 750 килвольт.

Получение в 1983 г первой дугогасительной камеры с одиночным разрывом при напряжении 220 кВ, а также от 400 кВ до 500 кВ и для 750 кВ, соответственно с 2, 3 и 4 камерами на полюс, привело к преобладанию элегазовых выключателей во всех сферах высокого напряжения. Тем не менее, говорить о вытеснении масляных трансформаторов элегазовыми преждевременно.

Главная проблема эксплуатации элегазовых трансформаторов в том, что не всегда можно отследить утечку элегаза. Некачественные стыки в корпусах выключателей приводят к утечкам газа SF6. Требуется непрерывное наблюдение за устройствами. Если утечка все же произошла, необходимо восстановить потери. Однако, как показывает практика, не всегда у эксплуатационной службы в наличии есть необходимое оборудование и газ для восполнения потерь. Элегаз в какой-то степени является удушающим газом. В случае утечки из корпуса выключателя, элегаз, будучи тяжелее воздуха, заполняет окружающее помещение, и может привести к удушению обслуживающего персонала. При этом он не ядовит. Элегаз, в котором произошло гашение дуги - ядовит, и следует стараться не вдыхать его.

Внутренние части элегазового выключателя требуют тщательной очистки во время профилактического обслуживания в чистом и сухом окружении. Необходимо удалять пыль тефлона и сульфиды. Для транспортировки элегаза, его передачи, или поддержки качества газа нужно специальное оборудование. Ухудшение качества SF6 влияет на работу и надежность элегазовых выключателей.

Нельзя сказать что они хуже масляных выключателей так как наряду с ними они имеют не менее существенные недостатки. Малый ресурс работы, особенно на производствах, связанных с частыми коммутациями, взрыво- и пожароопасность, невозможность осуществления быстродействующего АПВ; необходимость периодического контроля, доливки, относительно частой замены масла в дугогасительных бачках; относительно малая отключающая способность, небольшие допустимые отклонения по уровню при монтаже, необходимость достаточно мощных приводов включения и пр.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		14

Всё это привело к признанию масляных выключателей морально устаревшими и заменой их на более современные виды выключателей.

Подводя итог, можно сделать вывод, что наиболее эффективными, качественными, надежными и предпочтительными с точки зрения пожаробезопасности и экологии являются элегазовые высоковольтные выключатели. Ведущие производители коммутационных аппаратов данного типа с каждым годом все более совершенствуют продукцию, делая ее более надежной и эффективной. Поэтому в наше время масляные выключатели практически не выпускаются, скоро они уйдут в прошлое вместе с воздушными выключателями.

При строительстве новых объектов и техническом перевооружении старых, отдается предпочтение исключительно элегазовым высоковольтным выключателям. Только такие выключатели способны обеспечить высокую надежность электроснабжения потребителей и в полной мере обеспечить свои эксплуатационные характеристики, при этом они полностью соответствуют нормам безопасности обслуживания, пожаробезопасности и экологичности. Поэтому для проекта подстанции будут установлены элегазовые выключатели.

Производство элегазовых выключателей организовано в СССР на высоком уровне. С распадом СССР производство было снижено, но потребности России, Украины, Белоруссии, Казахстана и сейчас обеспечиваются отечественными элегазовыми выключателями. Попытки выйти на российский рынок иностранных компаний по производству автоматических выключателей не увенчались сто процентным успехом для России, так как отечественные аппараты ничем не уступают иностранным, а по цене остаются дешевле и доступней. К тому же за последние годы значительно обновилась номенклатура продукции.

Перспективы применения элегазовых выключателей. В настоящее время существует конкуренция между вакуумными и элегазовыми выключателями в диапазоне номинальных напряжений от 3,6 кВ до 36 кВ. Установить, какой из этих типов выключателей будет более распространен в будущем, на сегодняшний день невозможно. Сравнение масляных, элегазовых. В диапазоне напряжений от 66 кВ до 132 кВ в настоящее время масляные и элегазовые выключатели представлены минимально. В будущем элегазовые выключатели будут применяться в больших масштабах, из-за их лучших характеристик. В диапазоне напряжения от 220 кВ до 750 кВ, будущее за элегазовыми выключателями, в связи с их конкурентными преимуществами по стоимости. В элегазовых выключателях в диапазоне напряжения от 3.6 кВ до 36 кВ расширится применение дугогасительных камер, использующих принцип

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		15

вращающейся дуги. В то же время, в элегазовых выключателях индийского производства, работающих в диапазоне напряжения от 66 кВ до 400 кВ, применяется автопневматический принцип гашения дуги.

Говоря о последних тенденциях, нельзя не упомянуть разработки отечественных производителей это Завод электротехнического оборудования ЗАО «ЗЭТО» — современное, высокоэффективное, социально ориентированное предприятие, обладающее мощным научным и техническим потенциалом, стремящееся стать лидером по производству высоковольтного оборудования. Одна из наминклатур продукции завода это производство элегазовых выключателей. Он отвечает всем основным современным требованиям:

Надежное отключение токов, в т. ч. ТКЗ; Быстрота операций пригодность для циклов АПВ; Наличие коммутационного и механического ресурса, обеспечивающего эксплуатацию до тридцати лет без капитального ремонта максимальное уменьшение массогабаритных показателей; Взрыво- и пожаробезопасность.

Выключатели серии LF предназначены для коммутации номинальных токов и отключения токов коротких замыканий в распределительных электрических сетях и системах электроснабжения 6,10 кВ. Оборудование соответствует нормам МЭК 56 и ГОСТ 687. Настоящий стандарт распространяется на выключатели (включая их приводы), предназначенные для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частоты 50 Гц с номинальным напряжением от 6 до 750 кВ включительно, в том числе на выключатели, предназначенные на экспорт.

Стандарт не распространяется на выключатели специальных исполнений, предназначенные:

Для работы в опасных в отношении пожаров или взрыва помещения (например, в газовых шахтах); для частых коммутационных операций (например для электротермических установок); для передвижения электроустановок (например для электровозов, экскаваторов); А в остальном элезовые выключатели серии LF производства ЗАО «ЗЭТО»

Завод электротехнического оборудования, не в чём не уступает зарубежным аналогом. И соответствует всем актом элетробезопасности и надёжности электроснабжения.

Выводы по разделу два

Сегодня на рынке представлен широкий ассортимент импортного и отечественного оборудования, он позволяет более конструктивно подходить к

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		16

вопросу выбора автоматических выключателей для бесперебойного электроснабжения и защиты электрооборудования. Основной характеристикой автоматических элегазовых выключателей остаётся надёжность, бесперебойность и отличные энергоресурсы. На что и была произведена замена более устаревшей модели масляного выключателя.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		17

3.Общий раздел.

3.1 Характеристика электроприёмников трансформаторной подстанции.

Трансформаторная подстанция «Цеха №32.» является одной из ключевых подстанций цеха. От неё производится всё электроснабжения цеха. На трансформаторной подстанции установлены 2 масляных трансформатора ТМЗ-1000/10-А. Они соединены между собой линией, чтобы при аварийном режиме одного из трансформаторов переключить всю нагрузку на один трансформатор. Сама Трансформаторная подстанция установлена с основания вагоностроительного завода. Она получает запитку от 110 трансформаторной подстанции высокого напряжения. В цеху производятся токарные работы фрезерные операции, то есть производства трамвая происходит с первых деталей каркаса до последних отделочных работ перед выпуском с конвейера.

Экономическая энергия является наиболее удобным и дешевым видом энергии. Огромную роль в системах энергоснабжения играют электрические подстанции. Они являются важным звеном в системе электроснабжения. При проектировании подстанции стараются использовать типовые решения, схемы и элементы, что приводит к унификации оборудования подстанции и как следует к удешевлению обслуживания и проектировочной стоимости. Развитие промышленности и сельского хозяйства требует надежного и качественного электроснабжения. Этот фактор определяет необходимость развития энергосистемы.

У самой трансформаторной по станции основные электроприёмники относятся к 1-й и 2-й котигории. В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяют на следующие три категории: Электроприемники I категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников I категории выделяют особую группу электроприемников, бесперебойная работы которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники II категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недо- отпуску продукции,

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		18

массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей. Электроприемники III категории — все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий. Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Для электроснабжения особой группы электроприемников I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников I категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п.

Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить необходимой непрерывности технологического процесса или если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно быть осуществлено технологическое резервирование, например, путем установки взаимно резервирующих технологических агрегатов, специальных устройств безаварийного останова технологического процесса, действующих при нарушении электроснабжения. Электроснабжение электроприемников I категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление рабочего режима, при наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады. Допускается питание электроприемников II категории по одной ВЛ, в том

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		19

числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта этой линии за время не более 1 суток.

Кабельные вставки этой линии должны выполняться двумя кабелями, каждый из которых выбирается по наибольшему длительному току ВЛ. Допускается питание электроприемников II категории по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к одному общему аппарату. При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены повредившегося трансформатора за время не более 1 суток допускается питание электроприемников II категории от одного трансформатора.

Для электроприемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

3.2 Расчет электрических параметров сетей цеха.

Объектом модернизации является подстанция цеха № 32. По степени надежности и бесперебойности электроснабжения в соответствии с ПУЭ основные электроприемники относятся ко 2 категории. Для электроприемников 2 категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания оперативным персоналом.

Расчет электрических параметров необходим при выборе количества и мощностей трансформаторов на трансформаторных подстанциях, а также для токоведущих частей по нагреву и потери напряжения, для правильного выбора защитных устройств и компенсирующих устройств.

Исходные данные:

- электроприемники 2 категории.
- Работает в 2 смены.
- Смена по 8 часов.
- За год расход активной энергии составляет ($W_{год}$) –4212784 кВт.

Из исходных данных можно найти среднюю мощность, где $T_{ч.г} = 4016$ количество часов в год, по формуле:

$$P_{cp} = \frac{W_{год}}{T_{ч.г}}, \quad (1.1)$$

где $W_{год}$ – расход активной энергии за год

$T_{ч.г}$ – количество часов в год.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		20

Определяем среднюю активную мощность по формуле (1.1):

$$P_{cp} = \frac{4212784}{4016} = 1049 \text{ кВт.}$$

Коэффициент мощности $\cos \varphi$ берем из справочных данных, где $\cos \varphi = 0,65$, следовательно, $\text{tg } \varphi = 1,17$.

Зная $\text{tg } \varphi$ можно определить среднюю реактивную мощность за сутки Q_{cp} , по формуле:

$$Q_{cp} = P_{cp} \cdot \text{tg } \varphi, \quad (1.2)$$

где P_{cp} – средняя активная мощность за сутки

$\text{tg } \varphi$ – коэффициент, соответствующий значению заданного коэффициента мощности $\cos \varphi$.

По формуле (1.2) определяем среднюю реактивную мощность за сутки:

$$Q_{cp} = 1049 \cdot 1,17 = 1227 \text{ кВАр.}$$

Определяем полную расчетную мощность за сутки S_p , по формуле:

$$S_p = \sqrt{P_{cp}^2 + Q_{cp}^2}, \quad (1.3)$$

где P_{cp} – средняя активная мощность за сутки

Q_{cp} – средняя реактивная мощность за сутки

$$S_p = \sqrt{1049^2 + 1227^2} = 1614 \text{ кВА},$$

Проверяем полученную мощность. Должно выполняться условие:

$$\cos \varphi = \frac{P_{cp}}{S_p} \geq 0,95 \quad (1.4)$$

Условие не выполняется, так как $\cos \varphi = 0,65$. Если условие не выполняется, то считаем мощность по формуле:

$$S_p = \sqrt{P_{cp}^2 + Q_p^2}, \quad (1.5)$$

где Q_p – расчетная некомпенсированная реактивная мощность.

Расчетная некомпенсированная реактивная мощность определяется по формуле:

$$Q_p = Q_{cp} - Q_{ку}, \quad (1.6)$$

где $Q_{ку}$ – установленная мощность компенсирующих устройств, определяется по формуле:

$$Q_{ку} = P_{cp} \cdot (\text{tg } \varphi - \text{tg } \varphi_n), \quad (1.7)$$

где $\text{tg } \varphi_n$ – соответствует нормативному значению $\cos \varphi_n$, равному 0,95.

Рассчитываем по формуле (1.7) мощность компенсирующегося устройства:

$$Q_{ку} = 1049 \cdot (1,17 - 0,33) = 881 \text{ кВАр.}$$

Выбираем компенсирующее устройство типа УК–0.38–500Н, технические

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		21

данные указаны в таблице 1, мощностью 500 квар. Следовательно, $Q_{\text{кв}} = 2 \cdot 500 = 1000$ квар. Тогда некомпенсированная реактивная мощность на стороне низшего напряжения трансформаторов ТП составит из формулы (2.6),

$$Q_p = 1227 - 1000 = 227 \text{ кВАр.},$$

Потери активной мощности в компенсирующих устройствах $\Delta P_{\text{кв}}$, считаем по формуле:

$$\Delta P_{\text{кв}} = P_{\text{уд}} \cdot Q_{\text{кв}}, \quad (1.8)$$

где $P_{\text{уд}}$ - удельные потери активной мощности в статических конденсаторов, кВт/квар,

$Q_{\text{кв}}$ - мощность компенсирующего устройства.

Из формулы (1.8) получаем:

$$\Delta P_{\text{кв}} = 0,002 \cdot 1000 = 2 \text{ кВт},$$

Таким образом, величину $\Delta P_{\text{кв}}$ ввиду её малости в расчётах для упрощения можно не учитывать.

Определяем полную расчетную мощность с учетом компенсации по формуле (1.5)

$$S_p = \sqrt{1049^2 + 227^2} = 1073 \text{ кВА},$$

Проверяем условие по формуле (2.4)

$$\cos \varphi = \frac{1049}{1073} = 0,97 \geq 0,95$$

Условие выполняется, следовательно, к установке принимаются выбранные две конденсаторные установки типа УК-0.38-500Н.

Определяем полный расчетный ток по формуле:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (1.9)$$

где U_n - напряжение сети

Получаем из формулы (1.9):

$$I_p = \frac{1049}{1,73 \cdot 0,38} = 1450 \text{ А}.$$

Таблица 1- Выбор конденсаторной установки

Тип	Мощность, Квар	Регулирование Мощности	Аппараты Защиты и управления	Размер, мм

УК – 0,38 – 500Н	500	Одноступенчатое автоматическое по напряжению	ПН-2, КТ60000	700x650x1 860
---------------------	-----	--	------------------	------------------

3.3. Выбор типа, числа и мощности трансформатора.

Правильный выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях промышленных предприятий является одним из важных вопросов электроснабжения и построения рациональных сетей. В нормальных условиях трансформаторы должны обеспечивать питание всех потребителей предприятия при их номинальной нагрузке.

Число трансформаторов на подстанции определяется требованием надёжности электроснабжения. С таким подходом наилучшим является вариант с установкой двух трансформаторов, обеспечивающий бесперебойное электроснабжение потребителей цеха I II категорий.

Двухтрансформаторные подстанции применяются при значительном числе потребителей II категории, либо при наличии потребителей I категории. Кроме того, двухтрансформаторные подстанции целесообразны при неравномерном суточном и годовом графике нагрузки предприятия, при сезонном режиме работы при значительной разнице нагрузки в сменах. Тогда при снижении нагрузки один из трансформаторов отключается.

Выбор мощности трансформатора производится исходя из расчетной нагрузки объекта электроснабжения, числа часов использования максимума, темпа роста нагрузок, стоимость электроэнергии, допустимой перегрузки трансформаторов. Так как в цехе преобладают приемники 2-й категории, то целесообразно выбрать 2 трансформатора для установки на цеховую трансформаторную подстанцию.

Номинальную мощность трансформаторов определяют по формуле:

$$S_{\text{ном. т.}} = S_p \cdot \beta, \quad (2.1)$$

где β – коэффициент загрузки трансформатора, для приемников второй категории (0,7 – 0,8);

S_p – полная расчетная мощность.

Получаем из формулы (32.1);

$$S_{\text{ном. т.}} = 1073 \cdot 0,7 = 751 \text{ кВА.}$$

Принимаем к установке трансформатор с номинальной мощностью 1000 кВА.

Проверяем перегрузочную способность трансформатора в аварийном режиме по условию;

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		23

$k_{ав.п.} < 1,4$ – коэффициент аварийной перегрузки.

$$K_{ав.п.} = \frac{S_p}{S_{ном.т}}; \quad (2.2)$$

$$K_{ав.п.} = \frac{1073}{1000} = 0,1$$

где $S_{ном.т}$ – мощность трансформатора.

$$K_{ав.п.} = 0,1 < 1,4$$

Такая перегрузка трансформатора по условию допускается в течение 6 часов 5 суток. В соответствии требованиями с ПУЭ перегрузка трансформатора в послеаварийном режиме не должна превышать 40%, что выполняется для выбранного типа трансформатора.

Найдем коэффициент загрузки одного трансформатора в нормальном режиме по формуле:

$$\beta = \frac{S_n}{S_p}; \quad (2.3)$$

$$\beta = \frac{1000}{1073} = 0,93$$

Таким образом, принимаем к установке на цеховую трансформаторную подстанцию 2 трансформатора мощностью 1000 кВА марки ТМЗ-1000/10-А, которая соответствует всем требованиям ПУЭ технические параметры которые представлены в таблице 2 и общий вид трансформатора показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – ТМЗ-1000/10-А

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		24

Таблица 2- технические характеристики трансформатора.

Марка	В	Н	U _к %	ΔP _к	ΔP _{х.х} кВт	I _{х.х} %	R _{тр} Ом	X _{тр} Ом	ΔQ _{х.х} кВар
ТМЗ-1000	10	0,4	5,5	12,24	1,9	1,7	6,70	15,6	9,2

Таблица 3- Габариты трансформатора

Высота, мм	Длина, мм	Потери х.х., Вт	Схема и группа соединения	Ширина, мм	Масса, кг	Цена
2234	1827	620	Y/Yн-0	1120	3614	290000.00 руб.

Потери активной и реактивной мощности в понизительном трансформаторе 250 кВА находим по формулам:

$$\Delta P_m = \Delta P_{xx} + \Delta P_k \cdot \left(\frac{S_p}{S_n} \right)^2; \quad (2.4)$$

$$\Delta Q_m = \frac{I_{xx}}{100} \cdot S_n + \frac{U_{к.з}}{100} \cdot S_n. \quad (2.5)$$

Из формул (2.4), (2.5) получаем:

$$\Delta P_m = 1,9 + 12,24 \cdot \left(\frac{1073}{1000} \right)^2 = 15 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_o = \frac{1,7}{100} \cdot 1000 + \frac{5,5}{100} \cdot 1000 = 72 \text{ квар.}$$

3.4. Расчет и выбор питающей линии.

Внутризаводское электроснабжение промышленных предприятий и установок осуществляется в основном с помощью электрических сетей напряжением 6, 10, 35, 110, 220 кВ. Основными вопросами при построении рациональных и экономических систем электроснабжения промышленного предприятия являются вопросы выбора схем электроснабжения, а соответственно и выбор напряжений питающих и распределительных сетей. В питающих и распределительных сетях средних предприятий принимается напряжение 6 -10 кВ. Выбор величины напряжения распределительных сетей предприятия зависит от величины нагрузок на

					ИОУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		25

напряжение 6 и 10 кВ. Критерием выбора являются технико-экономические показатели, в первую очередь приведены затраты, которые рассчитываются как для сети, так и для понижающих подстанций.

Экономические показатели питающих линий в значительной мере зависят от правильности выбора сечений проводов. Для определения сечения проводов рекомендуют экономическую плотность тока $j_{эк}$. Так как линии работают в неявном резерве, расчет ведется по току номинального режима.

Для питания проектируемой трансформаторной подстанции выбираем питающий кабель марки КПГС. Кабель с алюминиевыми токопроводящими жилами с бумажной изоляцией и пропитанный вязким составом, в алюминиевой оболочке, с защитным покровом, предназначенный для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках в электросетях на напряжение до 10 кВ.

Определяем ток линии в нормальном режиме при максимальной нагрузке:

$$I_{норм} = \frac{S_p}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (3.1)$$

По формуле (3.1) определяем:

$$I_{норм} = \frac{1073}{2 \cdot 1,73 \cdot 10} = 31A.$$

Определяем ток линий в максимальном режиме при максимальной нагрузке:

$$I_{max} = \frac{S_n}{(n-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (3.2)$$

По формуле (3.2) получаем:

$$I_{max} = \frac{1190}{1,73 \cdot 10} = 62A.$$

Определяем экономически выгодное сечение проводов и линий:

$$F = \frac{I_{норм}}{j_{эк}}, \quad (3.3)$$

где $j_{эк}$ – экономические плотности тока.

По формуле (3.3) определяем:

$$F = \frac{31}{1} = 31 \approx 50 \text{ мм}^2,$$

Значение допустимых длительных токовых нагрузок составляем для нормальных условий прокладки проводников, из ПУЭ выбираем поправочный коэффициент на токи для кабелей в зависимости от температуры земли и температуры воздуха, температура воздуха +20°C, температура земли +15°C и при условии, что в траншее уложены два кабеля.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		26

По рекомендации выбираем кабель сечением $S=50 \text{ мм}^2$ и допустимый ток $I_d = 75 \text{ А}$.

Выбираем кабель по условию нагрева по формуле:

$$I'_d = k_{n1} k_{n2} I_d, \quad (3.4)$$

где k_{n1} - коэффициент температуры почвы;

k_{n2} - коэффициент числа кабелей;

I_d - длительно допустимый ток.

$$I_d = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 75 = 64,1 \text{ А}.$$

Проверяем условие где:

$$I_d \geq I_{\max}. \quad (3.5)$$

Кабель по длительному нагреву проходит, данный кабель приведен в таблице 3.

Таблица 3-Выбор марки провода

Марка	Сечение	X_0 , Ом/км	r_0 , Ом/км
КПГС	3 x 50 мм ²	0,113	1,94

Проверка проводов на термическую устойчивость:

Условия проверки:

$$q_{\min} \leq q, \quad (3.6)$$

где q_{\min} - минимальное сечение по термической стойкости;

q - выбранное сечение.

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C_T}, \quad (3.7)$$

где C_T - коэффициент зависящий от допустимой температуры при коротком замыкании

и материала проводимости. Рекомендуется значение C_T алюминиевого провода 85;

B_k - тепловой импульс тока короткого замыкания (А²с).

Тепловой импульс полученный из формулы (4.8) составляет $B_k = 0,85 \text{ кА}^2\text{с}$.

По формуле (3.7) рассчитываем

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C_T} = \frac{\sqrt{0,85 \cdot 10^6}}{85} = 10,8 \text{ мм}^2.$$

Провод КПГС подходит по термической устойчивости из формулы (3.6):

$$10,8 \leq 16$$

3.5. Токи короткого замыкания.

Короткое замыкание (КЗ) — электрическое соединение двух точек электрической цепи с различными значениями потенциала, не предусмотренное конструкцией устройства и нарушающее его нормальную работу. Короткое замыкание может возникать в результате нарушения изоляции токоведущих элементов или механического соприкосновения неизолированных элементов. Также, коротким замыканием называют состояние, когда сопротивление нагрузки меньше внутреннего сопротивления источника питания.

Как видно из самого названия процесса, при КЗ путь тока укорачивается, т. е. он идет, минуя сопротивление нагрузки, поэтому он может увеличиться до недопустимых величин, если напряжение не отключится под действием защиты.

Но напряжение может не отключиться и при наличии защиты, если КЗ случилось в удаленной точке, и из-за большого сопротивления до места КЗ ток недостаточен для срабатывания защиты. Но этот ток может быть достаточным для загорания проводов, что может привести к пожару.

Отсюда возникает необходимость расчета тока короткого замыкания — ТКЗ. Величина ТКЗ может меняться, если к сети электроснабжения присоединяются другие электроприемники в более удаленных местах. В таких случаях снова производится расчет ТКЗ в месте установки новых электроприемников.

ТКЗ производит также электродинамическое действие на аппараты и проводники, когда их детали могут деформироваться под действием механических сил, возникающих при больших токах.

Термическое действие ТКЗ заключается в перегреве аппаратов и проводов. Поэтому при выборе аппаратов их нужно проверять по условиям КЗ, с тем чтобы они выдержали ТКЗ в месте их установки.

Как известно, наряду с сетями с глухозаземленной нейтралью существуют сети с изолированной нейтралью.

Рассмотрим характерные отличия этих сетей при КЗ.

На практике в большинстве случаев происходят однофазные короткие замыкания. В сетях с изолированной нейтралью при соединении одной фазы с землей режим не является коротким замыканием и бесперебойность электроснабжения не нарушается, но он должен быть отключен, так как соответствует аварийному состоянию. При замыкании одной фазы на землю в данной сети напряжения на двух других фазах повышаются в 1,73 раза, а напряжение на нулевой точке становится равным фазному напряжению относительно земли.

В сетях с глухозаземленной нейтралью при соединении провода с землей сгорает предохранитель или срабатывает автоматический выключатель, при этом

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		28

электроснабжение нарушается, а при сгорании предохранителя могут повредиться обмотки двигателей при работе на двух фазах.

3.6. Термические и динамические воздействия токов короткого замыкания.

Термическое действие тока короткого замыкания - заключается в нагреве как токоведущих частей, так и контактов работающего аппарата. В отличие от условий нагрева, имеющих место при длительном протекании рабочего тока, когда часть тепла, выделяемого в токоведущих частях аппарата, передается в окружающее пространство, в данном случае вследствие кратковременности прохождения тока короткого замыкания (не более нескольких секунд) все выделяемое тепло практически расходуется на нагрев токоведущих частей. Термическое действие тока короткого замыкания или соответствующего испытательного тока определяется его эффективным значением и временем прохождения тока, а динамическое действие - в основном величиной ударного тока. При испытании на устойчивость к действию токов короткого замыкания производят 10 включений испытательного тока подряд с интервалами между включениями по 5 мин. Это вызывается термическим действием токов короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при их заниженной контактной поверхности.

Для суждения о способности того или иного аппарата выдерживать термическое действие тока короткого замыкания (термическая устойчивость аппарата) необходимо, очевидно, знать не только величину этого тока, но и время его прохождения или, иначе говоря, знать общее количество выделенного тепла, которое пропорционально произведению квадрата тока на время его прохождения. Это время, в свою очередь, зависит от уставки времени защитных реле, подающих команду на отключение участков цепи, на которых возникло короткое замыкание; оно может колебаться в пределах от десятых долей секунды до нескольких секунд. К контактам разъединителя предъявляется требование, чтобы они в результате термического действия ТКЗ не выходили из строя, а оставались работоспособными. Что касается других элементов токоведущей системы, то чрезмерный нагрев может вызвать уменьшение их механической прочности, окисление и пр. Стандартом (ГОСТ 689-55) установлены предельные температуры для токоведущих частей разъединителей при кратковременном нагреве их ТКЗ, а именно, для неизолированных (голых) или соприкасающихся с керамической изоляцией: а) из меди и ее сплавов - 300 С; б) из алюминия - 200 С; в) из стали - 400 С.

Наиболее частые повреждения переключателей - оплавление или полное выгорание контактных поверхностей, вызываемое термическим действием токов

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		29

короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при неполном их соприкосновении между собой.

Под термической стойкостью аппарата понимают его способность выдерживать без повреждений и перегрева свыше норм термическое действие токов короткого замыкания определенной длительности. Под термической устойчивостью аппарата понимают его способность выдерживать без повреждений и перегрева свыше норм термическое действие токов короткого замыкания определенной длительности.

Термической стойкостью электрического аппарата называется способность аппарата выдерживать без повреждений, препятствующих дальнейшей нормальной работе, термическое действие токов короткого замыкания, протекающих в течение определенного промежутка времени. Таким образом, к контактам выключателя предъявляется требование, выражающееся в том, чтобы они в результате термического действия тока короткого замыкания не выходили из строя, а оставались работоспособными. Сварные соединения алюминиевых шин обеспечивают высокую надежность, не требуют практически никакого обслуживания при эксплуатации, устойчивы к динамическим и термическим действиям токов короткого замыкания и вибрационным нагрузкам.

Сварные соединения алюминиевых шин обеспечивают высокую надежность, не требуя практически никакого обслуживания в процессе эксплуатации, устойчивы к динамическим и термическим действиям токов короткого замыкания и вибрационным нагрузкам. Кроме того, сварные соединения шин по сравнению с болтовыми значительно повышают производительность труда при монтаже шин, имеют меньшую стоимость, позволяют избежать применения дефицитных метизов, обеспечивают экономию электроэнергии за счет исключения тепловых потерь в переходном контакте, дают экономию материала шин. Поэтому сварка шин при монтаже электротехнических установок применяется без ограничений, за исключением тех мест, где по условиям монтажа или эксплуатации требуются разъемные соединения.

Сварные соединения алюминиевых шин обеспечивают высокую надежность, не требуют практически никакого обслуживания в процессе эксплуатации, устойчивы к динамическим и термическим действиям токов короткого замыкания и вибрационным нагрузкам. Кроме того, сварные соединения шин по сравнению с болтовыми значительно повышают производительность труда при монтаже шин, имеют меньшую стоимость, позволяют избежать применения дефицитных метизов, обеспечивают экономию электрической энергии за счет исключения тепловых потерь в переходном контакте, дают экономию материала шин.

Поэтому сварка шин при монтаже электротехнических установок применяется без ограничений, за исключением тех мест, где по условиям монтажа или эксплуатации требуются разъемные соединения. С целью повышения надежности эксплуатации в ряде случаев, в том числе на подсоединении

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		30

ошиновки к контактными выводам аппаратов, применяют сварные соединения, предпочитая в случае надобности разрезку и последующую сварку ошиновки вместо менее надежного болтового подсоединения.

Сварные соединения алюминиевых шин обеспечивают высокую надежность, не требуя практически никакого обслуживания в процессе эксплуатации, устойчивы к динамическим и термическим действиям токов короткого замыкания и вибрационным нагрузкам. Кроме того, сварные соединения шин по сравнению с болтовыми значительно повышают производительность труда при монтаже шин, имеют меньшую стоимость, позволяют избежать применения дефицитных метизов, обеспечивают экономию электроэнергии за счет исключения тепловых потерь в переходном контакте, дают экономию материала шин. Поэтому сварка шин при монтаже электротехнических установок применяется без ограничений, за исключением тех мест, где по условиям монтажа или эксплуатации требуются разъемные соединения.

В эксплуатации упругость контактов и пружин, а также затяжка последних могут изменяться вследствие механических сотрясений при включениях и отключениях и электродинамических и термических действий токов короткого замыкания. В результате этого увеличивается переходное сопротивление и температура контактов. Поэтому надо тщательно следить, чтобы контакты плотно и с достаточной силой прилегали друг к другу, для чего их периодически осматривают и в случае необходимости регулируют и подтягивают пружины. Основными требованиями, предъявляемыми к электрическим контактам, являются: надежность, механическая прочность, нагрев не выше допустимого предела, устойчивость к электродинамическим и термическим действиям токов короткого замыкания.

Одним из основных условий здесь является то, что номинальные токи силовых коммутационных и защитных аппаратов должны быть больше токов нагрузки потребителей электроэнергии, подключенных к каждому из них, а термическая и электродинамическая стойкость выше параметров динамического и термического действия токов короткого замыкания в данной расчетной точке системы электроснабжения. Объем аппаратуры, размещаемой в каждой панели существующей номенклатуры РУНН, обуславливается функциональным назначением щита и способом ее размещения в нем. Это вызывается термическим действием токов короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при их заниженной контактной поверхности. Это вызывается термическим действием токов короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при неполном их соприкосновении между собой. Выбор сечения проводок и

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

кабелей в сетях напряжением 3, 6 и 10 кв производят по экономической плотности тока и потере напряжения. Кабели ответственного назначения проверяют также на устойчивость к термическому действию токов короткого замыкания.

Это соответствует фиктивному времени в 0,75 сек. Следовательно, полагая, что собственное время выключателя мощности и реле, как и в первом примере, не будет превосходить 0,25 сек, убеждаемся, что максимальная выдержка времени защиты линии, для того чтобы кабель оставался устойчивым термическому действию тока короткого замыкания, не должна превышать 0,5 сек.

Фланец представляет собой чугунную обойму и предназначен для крепления фарфорового вывода (изолятора) на крышке трансформатора, фарфоровый изолятор армируется во фланце армированной замазкой, фланец закрепляется на крышке трансформатора болтами. Между фланцами и крышкой плотно укладывается резиновая прокладка, на которую следует обратить внимание при ремонте. Это вызывается термическим действием токов короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при их заниженной контактной поверхности.

3.7. Расчет токов короткого замыкания.

Расчеты токов КЗ при проектировании ПС необходим для выбора электрических аппаратов, токоведущих частей, заземляющих устройств, разрядников и т.д.

В электрических установках могут возникнуть различные виды коротких замыканий, сопровождающихся резким увеличением тока.

Поэтому электрооборудование, устанавливаемое в системах электроснабжения, должно быть устойчивым к токам короткого замыкания и выбираться с учётом величин этих токов.

Для расчета тока короткого замыкания нарисуем расчетную схему, показанную на рисунке 2 и схему замещения рисунок 3.

Составление расчётной схемы. Расчётную схему составляют в однолинейном изображении; в неё вводят все источники, участвующие в питании места КЗ, и все элементы системы электроснабжения (трансформаторы, линии, реакторы), расположенные между ними и местом КЗ. Синхронные компенсаторы, синхронные и асинхронные двигатели учитывают как источники питания. На расчётной схеме указывают основные параметры элементов (мощности, напряжения КЗ трансформаторов, длины и сечения линий, сопротивления источников и т.д.) и намечают точки КЗ.

Составление схемы замещения. По расчётной схеме составляют схему

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		32

замещения, где все её элементы заменяют сопротивлениями, приведёнными к базисным условиям. Затем преобразуют и упрощают схемы замещения в направлении от источника до точки КЗ. Упрощают схему путём замены параллельно, последовательно или смешанно включённых сопротивлений одним эквивалентным преобразованием треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду или наоборот.

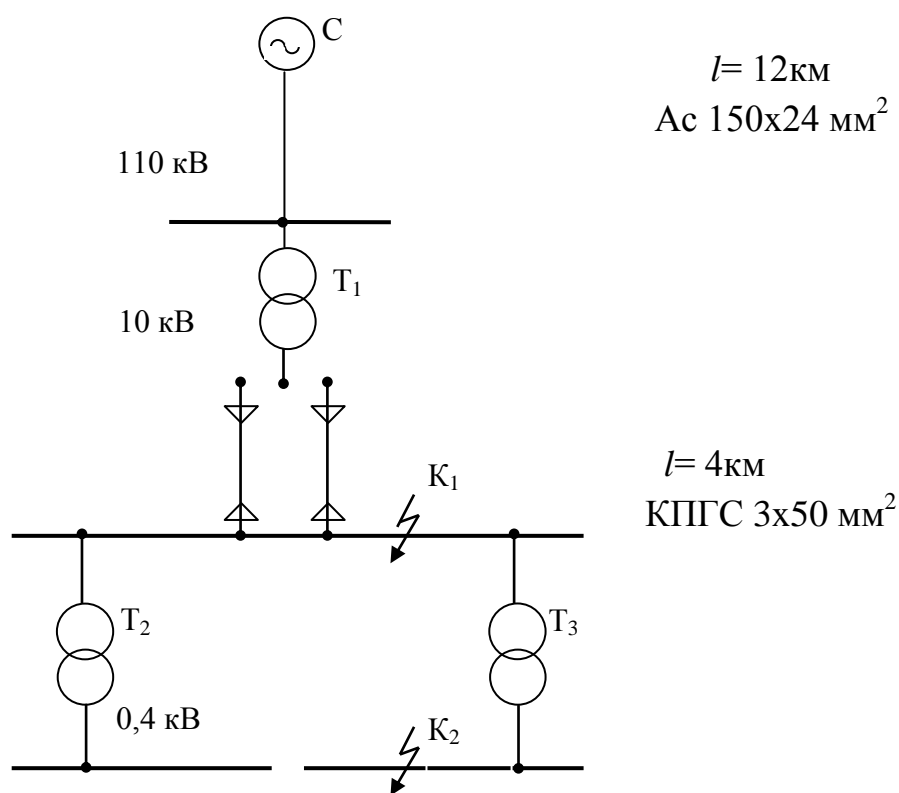


Рисунок 2- Расчетная схема

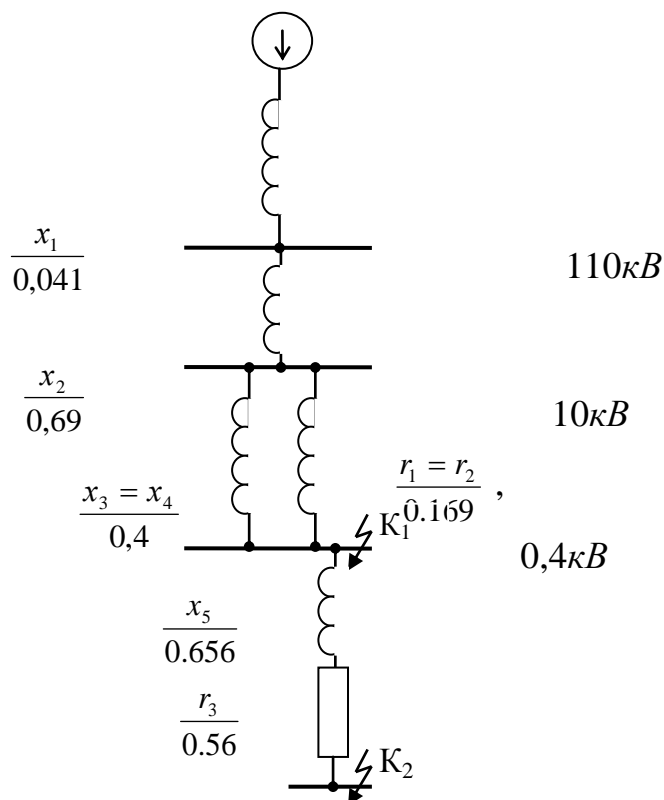


Рисунок 3 – Схема замещения.

Исходные данные расчетной схемы:

- Индуктивное сопротивление системы $X_c = 0,187$ ом.
- Линия 110 кВ; $l = 12$ км; $X_1 = 0,448$ Ом/км.
- Линия 10 кВ; $l = 1$ км; $X_3 = X_4 = 0,113$ Ом/км; $r_1 = r_2 = 0,169$ Ом/км.
- Трансформатор типа ТДН-16000/100/10 (T_1): $S_{ном} = 16000$ кВА; $U_{кз} = 10,04$ %.

Найдем полное индуктивное сопротивление линии по формуле:

$$x = x_0 \cdot l \cdot \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}, \quad (4.1)$$

где $U_{кз}$ – напряжение КЗ трансформатора, %;

U_6 – базовое напряжение;

l – длина линии, км;

x_0 – индуктивное сопротивление линии (исходные данные) Ом/км.

Рассчитаем индуктивное сопротивление линии 110 кВ по формуле (4.1):

$$x_1 = 0,448 \cdot 12 \cdot \frac{10^2}{115^2} = 0,041.$$

Рассчитаем индуктивное сопротивление линии 10 кВ по формуле (4.1):

$$X_3 = X_4 = 0,113 \cdot 4 \cdot \frac{10^2}{10,5^2} = 0,4 \text{ Ом.}$$

Для линии 10 кВ найдем активное сопротивление по формуле:

$$r_1 = r_2 = r_0 \cdot l \cdot \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}, \quad (4.2)$$

где $U_{кз}$ – напряжение КЗ трансформатора, %;

U_6 – базовое напряжение;

r_0 – активное сопротивление линии Ом/км;

l – длина линии, км.

Рассчитаем активное сопротивление линии 10 кВ по формуле (4.2):

$$r_1 = r_2 = 0,169 \cdot 1 \cdot \frac{10^2}{10,5^2} = 0,153 \text{ Ом.}$$

Найдем индуктивное сопротивление трансформатора (T_1) x_2 , Ом, по формуле:

$$x = \frac{U_{кз} \cdot U_6^2}{S_6 \cdot S_{ном}}, \quad (4.3)$$

где U_6 – базовое напряжение;

$U_{кз}$ – напряжение КЗ трансформатора, %;

$S_{ном}$ – номинальная мощность трансформатора, МВА;

S_6 – для удобства расчета выбираем 100 или 1000 мВА.

Из формулы (4.3):

$$x_2 = \frac{10,04 \cdot 10,5^2}{100 \cdot 16} = 0,69 \text{ Ом.}$$

Находим индуктивное результирующее сопротивление до точки K_1 по формуле:

$$X_{рез1} = X_c + X_1 + X_2 + \frac{X_3 \cdot X_4}{X_3 + X_4}, \quad (4.4)$$

а также и активное результирующее сопротивление до точки K_1 по формуле:

$$r_{рез1} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}, \quad (4.5)$$

По формуле (4.4) рассчитываем:

$$x_{рез1} = 0,187 + 0,041 + 0,69 + \frac{0,4 \cdot 0,4}{0,4 + 0,4} = 1,118 \text{ Ом.}$$

Из формулы (4.5) получаем:

$$r_{рез1} = \frac{0,153 \cdot 0,153}{0,153 + 0,153} = 0,077 \text{ Ом.}$$

Ток короткого замыкания в точке K_1 находим из формулы:

$$I_{к.з.} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \sqrt{x_{рез3}^2 + r_{рез}^2}}. \quad (4.6)$$

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		35

Получаем ток короткого замыкания в точке К₁ из формулы (4.6):

$$I_{к.з1} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,118^2 + 0,077^2}} = 5,41 \text{ кА.}$$

Определяем ударный ток в точке К₁ по формуле:

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{к.з}, \quad (4.7)$$

где k_y – ударный коэффициент, берется из табличных данных.

Из формулы (4.7) получаем:

$$i_{y\partial1} = \sqrt{2} \cdot 1,85 \cdot 5,41 = 14,15 \text{ кА.}$$

По одному кабелю проходит половина тока КЗ, поэтому тепловой импульс тока КЗ в точке К₁, определяем по формуле:

$$B_{кз1} = \left(\frac{I_{кз1}}{2} \right)^2 \cdot (t_{отк} + T_a), \quad (4.8)$$

где $t_{отк}$ – время протекания тока короткого замыкания по проводам;

T_a – постоянная затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания равная 0,01 (с).

$$t_{отк} = t_{зм} + t_{кз} + t_{зл} + t_{от\partial} = 1,32, \quad (4.9)$$

так как это время действия разъединителя,

где $t_{зт}$ – время действия защиты трансформатора;

$t_{кз}$ – время включения короткозамыкателя;

$t_{зл}$ – время действия быстродействующей защиты;

$t_{от\partial}$ – время срабатывания отделителя, стоящего в начале линии.

По формуле (4.8) определяем:

$$B_{кз1} = \left(\frac{5,41}{2} \right)^2 \cdot (1,32 + 0,01) = 9,731 \text{ кА}^2 \cdot \text{с.}$$

Рассчитаем максимальный и номинальный ток в точке К₁ по формулам:

$$I_{ном} = \frac{(0,65 \div 0,7) \cdot S_{ном.т}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}; \quad (4.10)$$

$$I_{мак} = \frac{(1,3 \div 1,4) \cdot S_{ном.т}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (4.11)$$

где $S_{ном.т}$ – мощность трансформатора;

$U_{ном}$ – напряжение сети.

По формулам (4.10), (4.11) получаем:

$$I_{ном1} = \frac{(0,65 \div 0,7) \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 40,5 \text{ А};$$

$$I_{мак1} = \frac{(1,3 \div 1,4) \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 80,9 \text{ А.}$$

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		36

Для расчета тока короткого замыкания в точке К₂ находим индуктивное результирующее сопротивление по формуле:

$$X_{рез2} = X_{рез1} + X_5, \quad (4.12)$$

где X₅ – индуктивное сопротивление трансформатора, приведенное в таблице 2.

Находим активное результирующее сопротивление до точки К₂ по формуле:

$$r_{рез2} = r_{рез1} + r_3, \quad (4.13)$$

где r₃ – активное сопротивление трансформатора, приведенное в таблице 2.

Рассчитываем по формуле (4.12):

$$X_{рез2} = 1,118 + 0,656 = 1,774 \text{ Ом.}$$

Получаем из формулы (4.13):

$$r_{рез2} = 0,077 + 0,56 = 0,637 \text{ Ом.}$$

Ток короткого замыкания в точке К₂ находим по формуле (4.6):

$$I_{к.з2} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \sqrt{1,774^2 + 0,637^2}} = 3,229 \text{ кА.}$$

Находим ударный ток в точке К₂ по формуле (4.7):

$$i_{уд2} = \sqrt{2} \cdot 1,37 \cdot 3,229 = 6,256 \text{ кА.}$$

Рассчитаем номинальный и максимальный ток в точке К₂ по формулам (4.10), (4.11):

$$I_{ном2} = \frac{(0,65 \div 0,7) \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1066 \text{ А;}$$

$$I_{мак2} = \frac{(1,3 \div 1,4) \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2121 \text{ А.}$$

Данные расчетов заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет токов короткого замыкания.

№ п/п	U _н , кВ	I _{мак} , А	I _{ном} , А	T _а	K _{уд}	I _{кз} , кА	i _{уд} , кА
К ₁	10	80,9	40,5	0,01	1,85	5,41	14,15
К ₂	0.4	2121	1066	0,01	1,37	3,229	6,256

3.8. Выбор оборудования.

Электрические аппараты в системе электроснабжения должны надежно работать как в нормальном длительном режиме, так и в условиях аварийного кратковременного режима. К аппаратам предъявляется ряд общих требований надежной работы: соответствие номинальному напряжению и роду установки; отсутствие опасных перегревов при длительной работе в нормальном режиме, термическая и динамическая устойчивость при коротких замыканиях, а так же такие требования как простота и компактность конструкций, удобство и безопасность эксплуатации, малая стоимость.

Выключатель является основным аппаратом в электрических установках, он служит для отключения и включения в цепи в любых режимах: длительная нагрузка, перегрузка, короткое замыкание, холостой ход, несинхронная работа. Наиболее тяжелой и ответственной операцией является отключение токов КЗ и включение на существующее короткое замыкание.

Выбираем выключатель серии LF-1, так как он соответствует всем требованиям взрыво- и пожаробезопасен; с хорошим быстродействием и пригодностью для работы в любом цикле АПВ; возможность осуществления синхронного размыкания контактов непосредственно перед переходом тока через нуль; высокая отключающая способность при особо тяжёлых условиях отключения (отключение не удалённых коротких замыканий и др.); надёжное отключение ёмкостных токов холостых линий; малый износ дугогасительных контактов; лёгкий доступ к дугогасителям и простота их ревизии; относительно малый вес (с баковыми масляными выключателями); возможность создания серии с унификацией крупных узлов; пригодность для наружной и внутренней установки.

Технические характеристики которого приведены в таблице 5.

Таблица 5 – технические характеристики выключателя LF-1

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение, кВ	6; 10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2; 12
Номинальный ток главных цепей, А	630
Номинальный ток отключения выключателя, кА	40
Номинальный ток электродинамической стойкости, кА	81
Габаритные размеры, мм	493
Ширина	
Глубина	390

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		38

Высота	590
Масса, кг	106

Расчетные данные приводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Выбор элегазового выключателя LF-1

№	Наименование величин	Расчетные данные	Каталожные данные	Условие выбора
1	2	3	4	5
1	Номинальное напряжение	10кВ	10кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$
2	Номинальный ток	40,5А.	630А	$I_{max} \leq I_{ном}$
3	Номинальный ток отключ.	1,6кА	40кА	$I_t \leq I_{ном}$
4	Динамическая стойкость	4,1кА	81кА	$i_{уд} \leq I_{дин}$

Выбираемый выключатель серии LF-1 подходит.

Рассмотрим выключатель на стороне 0,4кВ марки АВ2М-15Н.

В основном автовыключатели АВ2М-15Н используют в комплектных трансформаторных подстанциях (КТП) и комплектных распределительных устройствах (КРУ).

Выключатели АВ2М-15Н, в сравнении с устаревшими АВМ, имеют ряд положительных моментов:

- регулировка номинального тока в рабочем режиме (от 0,4 до номинального с шагом 10%);
- регулировка в рабочем режиме установок тока КЗ (от 2 до 12 крат);
- сокращение времени горения электродуги (в 2...4 раза) при выключении токов короткого замыкания;
- повышенная гарантия выключения токов короткого замыкания;
- увеличенный ресурс износостойкости;
- усовершенствованы изоляционные свойства;
- обеспечена значительная безопасность работников как в обычном режиме, так и при отключении тока, особенно при коротких замыканиях.

Данные приводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Выбор выключателя АВ2М -15Н

№	Наименование величин	Расчетные данные	Каталожные данные	Условие выбора
1	Номинальное напряжение	0,4кВ	0,4кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$
2	Номинальный ток	1450А	1500А	$I_{max} \leq I_{ном}$
3	Номинальный ток	11,8кА	42кА	$I_t \leq I_{ном}$

	отключ.			
4	Динамическая стойкость	22,8кА	51кА	$i_{уд} \leq I_{дин}$

Рассмотренный выключатель марки АВ2М -15Н подходит.

Разъединитель – это контактный коммутационный аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока или с незначительным током, который для обеспечения безопасности имеет между контактами в отключенном положении изоляционный промежуток.

Выбираем шинный разъединитель марки ВР32-35А71240.

Расчетные данные заносим в таблицу 8.

Таблица 8 - Выбор разъединитель ВР32-35А71240

№	Наименование величин	Расчетные данные	Каталожные данные	Условие выбора
1	Номинальное напряжение	10кВ	10кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$
2	Номинальный ток	40,5А	100А	$I_{max} \leq I_{ном}$
3	Номинальный ток отключ.	1,6кА	-	$I_t \leq I_{ном}$
4	Динамическая стойкость	4,1кА	51кА	$i_{уд} \leq I_{дин}$

Разъединитель марки ВР32-35А71240 по расчетным данным подходит.

Рассмотрим разъединитель на стороне 0,4 кВ марки РЕ-19-43.

Разъединитель серии РЕ19 применяется для комплектации вводно-распределительных устройств жилых, общественных и промышленных зданий, распределительных шкафов, ТП, шкафов и ящиков управления.

Данные приводим в таблицу 9.

Таблица 9 Выбор разъединитель РЕ-19-43

№	Наименование величин	Расчетные данные	Каталожные данные	Условие выбора
1	Номинальное напряжение	0,4кВ	0,4кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$
2	Номинальный ток	1450А	1600А	$I_{max} \leq I_{ном}$
3	Номинальный ток	11,8кА	42кА	$I_t \leq I_{ном}$

	отключ.			
4	Динамическая стойкость	22,8кА	52кА	$i_{уд} \leq I_{дин}$

Трансформатор тока предназначен в установках напряжением до 1000 В – для снижения величин измеряемого или контролируемого тока до величины, допускающей подключение последовательных катушек измерительных приборов или аппаратов защиты.

Трансформаторы тока (далее — ТТ) широко используются для измерения электрического тока и в устройствах релейной защиты электроэнергетических систем, в связи с чем на них накладываются высокие требования по точности.

Трансформаторы тока обеспечивают безопасность измерений, изолируя измерительные цепи от первичной цепи с высоким напряжением, часто составляющим сотни киловольт.

К ТТ предъявляются высокие требования по точности. Как правило, ТТ выполняют с двумя и более группами вторичных обмоток: одна используется для подключения устройств защиты, другая, более точная — для подключения средств учёта и измерения (например, электрических счётчиков).

Выбираем приборы, на низкую сторону, которые выбраны из справочных

данных и занесены в таблицу 10.

Таблица 10 Выбор приборов.

Прибор	Тип	$S_{\text{прибора}} [В \cdot А]$
Амперметр	Э-377	0.1
Ваттметр	Д-305	0.5
Амперметр	Э-377	0.1
Амперметр	Э-377	0,1
Счетчик электронный трех фазный	A1T-L(T+)	5

Найдем активное сопротивление приборов по формуле:

$$r_{\text{при}} = \frac{\sum S_{\text{приб}}}{I_n^2}, \quad (5.1)$$

где I_n – вторичный ток прибора;

$S_{\text{пр}}$ – мощность, потребляемая приборами.

По формуле (5.1) находим активное сопротивление приборов:

$$r_{при} = \frac{0,1+0,5+0,1+0,1+5}{5^2} = 0,23 \text{ Ом.}$$

Данные выбора трансформатора тока на сторону низкого напряжения заносим в таблицу 11.

Таблица 11 Выбор трансформатора

Параметры	Условие выбора	Расчетное значение	Номинальное значение
$U_{ном}, \text{ кВ}$	$U_H \geq U_p$	0,4	0,6
$I_{ном}, \text{ А}$	$I_H \geq I_p$	1066	1500
Электродинамическая стойкость, кА	$K_{эд}/2 \cdot I_{ном} \geq i_{уд}$	22,8	-
Вторичная нагрузка	$Z_{ном}$	-	1,5

Выбираем трансформатор тока типа Т-066, встроенный в КСО 386МП.

Предохранителем называется аппарат, предназначенный для автоматического однократного отключения электрической цепи при к. з. или перегрузке. Предохранитель выбираем по току отключения:

$$I_{к.з.} \leq I_{откл}, \quad (5.2)$$

где $I_{откл}$ – предельный симметричный ток отключения патрона предохранителя;

$I_{к.з.}$ – ток короткого замыкания.

Из формулы (5.2) выбираем предохранитель на высокую сторону тип ПР2-60 с номинальным током отключения 40 А.

Также по формуле (5.2) выбираем предохранитель на низкую сторону тип ПР2-1000 с номинальным током отключения 260 А.

Выводы по разделу три.

В данном разделе были произведены расчёты электрических параметров цеха, по которым в дальнейшем были рассчитаны все имеющиеся электрооборудования которое нуждается в замене, которое недостаточно эффективно выполняли свои имеющиеся функции. По получившимся характеристикам было подобрано более новое современное надёжное бесперебойное электрооборудование.

4. Специальная часть.

Автоматически выключатели, не обладая недостатками предохранителей, обеспечивают быструю и надёжную защиту проводов и кабелей сетей как от токов короткого замыкания, так и от токов перегрузки. Кроме этого, они используются и для управления при нечастых включениях и отключениях. Таким образом, автоматические выключатели совмещают в себе одновременно функции защиты и управления.

Для выполнения защитных функций автоматы снабжаются либо только тепловыми, либо только электромагнитными расцепителями, либо комбинированными расцепителями. Тепловые расцепители осуществляют защиту от токов перегрузки, а электромагнитные – от токов короткого замыкания.

Действие тепловых расцепителей автоматов основана на использовании нагрева биметаллической пластины, которая изготовлена из сплавов двух металлов с различными коэффициентами теплового расширения. В расцепителе при токе, превышающем тот, на который они выбраны, одна из пластин при нагреве удлиняется больше и вследствие большего его удлинения воздействует на отключающий пружинный механизм.

Электромагнитные расцепители представляют собой электромагнит, который воздействует на отключающий пружинный механизм, если ток в катушке превышает определённое, заранее установленное значение, то электромагнитный расцепитель отключает линию мгновенно. Настройку расцепителя на заданный ток срабатывания называют уставкой тока. Уставку тока на мгновенное срабатывание называют отсечкой. Электромагнитные расцепители не реагируют на токи перегрузки, если они меньше уставки срабатывания.

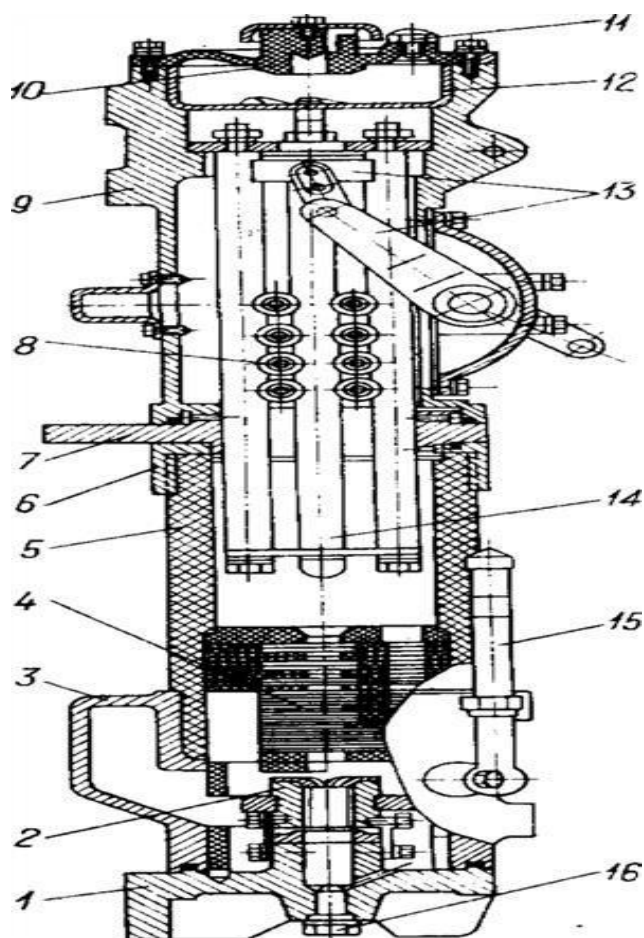
4.1. Масляный выключатель

Масляный выключатель — коммутационный аппарат, предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах, при ручном или автоматическом управлении. Дугогашение в таком выключателе происходит в масле.

В маломасляных выключателях в качестве изоляции токоведущих частей друг от друга и дугогасительных устройств от земли применяются различные твердые изоляционные материалы (керамика и т.п.). Масло служит только для выделения газа. Каждый разрыв цепи снабжается отдельной камерой с дугогасительным устройством, обычно выполненным с поперечным дутьем.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		43

В отключенном положении подвижный контакт находится выше уровня масла для повышения электрической прочности разрыва, т.к. малый объем масла из-за загрязненности продуктами разложения теряет свои диэлектрические свойства. Для удержания паров масла при гашении дуги от уноса вместе с продуктами разложения в конструкции предусмотрены маслоотделители. При больших номинальных токах применяются две пары контактов (рабочие и дугогасительные). Рабочие контакты находятся снаружи выключателя, а дугогасительные внутри. При помощи регулирования длины дугогасительных контактов обеспечивается отключение сначала рабочих контактов (без появления дуги), а затем - дугогасительных.



Общий вид масляного выключателя *ВМПЭ-10*.

- 5 – Влагостойкий изоляционный цилиндр.
- 3,6 – Армированные металлические фланцы.
- 9 – Укрепляющий алюминиевый корпус.
- 13 - Приводной механизм.
- 14 - Подвижный контакт.
- 8 - Роликовое токосъемное устройство.
- 12 - Масло уловитель.
- 10 – Крышка корпуса.

- 11 - Масло наливная крышка с отверстием для выходов газов.
- 1 – Крышка для нижнего флянца.
- 2 – Неподвижный розеточный контакт.
- 4 – Дугогасительная камера.
- 16 - Маслоспусковая пробка
- 15 – Уровневый маслоуказатель.

4.1.1. Достоинства и недостатки выключателя.

Достоинства выключателя.

Их основные достоинства – относительно невысокая цена, универсальность многих узлов. Такие выключатели отличаются простотой конструкции, часто их проще монтировать при реконструкции, когда не планируется замена ячеек. Некоторые модели можно устанавливать как в открытых, так и закрытых распределительных устройствах.

Недостатки выключателей

К недостаткам малообъемных масляных выключателей можно отнести их пожаро- и взрывоопасность. Ограниченная способность к быстрдействию и частоте осуществления АПВ. Эксплуатация таких выключателей обходится дороже: замена и периодическая доливка масла, износ дугогасящих контактов, текущие ремонты. При работе МВ на низких температурах могут возникнуть трудности с подогревом масла. Отключающая способность масляных выключателей может оказаться недостаточной.

4.1.2. Принцип работы масляных выключателей.

В сетях 6-10 кВ городских предприятий возникает необходимость отключения и включения токов нормальной нагрузки. Такая операция разъединителями не производится, так как они не имеют устройств для гашения возникающей дуги. Для этих целей выключатели.

К выключателям большого напряжения предъявляются следующие требования:

- 1) надёжное отключение любых токов.
- 2) Быстрота действия.
- 3) пригодность для быстродействующего автоматического повторного выключения.
- 4) возможность пофазного отключения.

Первыми выключателями в цепях высокого напряжения были масляные выключатели. В них возникает дуга между контактами которая разлагает и

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		45

испаряет масло. Образуется газовый пузырь с давлением внутри 0,7 МПа. Отключающая способность таких выключателей мала.

После гашения дуги продукты разложения масла выходят из камеры, охлаждаются и через специальные газоотводы выходят наружу. Камера заполняется маслом, и выключатель готов к следующему циклу. Наиболее распространены выключатели марки *ВМПЭ-10*.

4.2. Элегазовый выключатель.

Элегазовый выключатель – коммутационный аппарат, широко применяемый в электроустановках класса напряжения 6-220 кВ. В роли изолирующей и дугогасительной среды выключателя выступает элегаз (электрический газ). Последний являет собой безвредный, химически не активный, не горючий газ, который обладает высокой электрической прочностью и теплопроводимостью.

К достоинствам элегаза можно отнести также то, что он не требует ухода (как например трансформаторное масло), не стареет, не оказывает пагубного влияния на конструктивные части аппарата (при нормальной эксплуатации) и плюс ко всему является сравнительно недорогим.

Дугогасительное устройство выключателя элегазового типа отличается простотой конструкции и небольшим размером. Гашение дуги производится при небольшом количестве разрывов и достаточно быстро. Ниже рассмотрим конструктивные особенности и принцип гашения дуги в выключателе.

Каждый из трех полюсов рассматриваемого коммутационного аппарата – герметичный резервуар из металла, заполненный сжатым под давлением 0,6 МПа элегазом. В полюсе выключателя размещено автопневматическое устройство для гашения дуги. При включенном положении неподвижный контакт 5 плотно соединен с ламелями подвижного контакта 3. При отключении выключателя цилиндр 4, подвижный контакт 3 и сопло из фторопласта 4 опускаются вниз, сжимая при этом элегаз в камере 6. Находящийся под давлением электрический газ движется в сопло, где гасит электрическую дугу, возникающую при расхождении подвижного и неподвижного контактов (см. изображение).

4.2.1. Достоинства и недостатки выключателя.

Учитывая вышесказанное, среди достоинств выключателей элегазового типа можно отметить следующее:

возможность установки в электроустановках как закрытого, так и открытого исполнения практически всех классов напряжения;

простота и надежность конструкции;

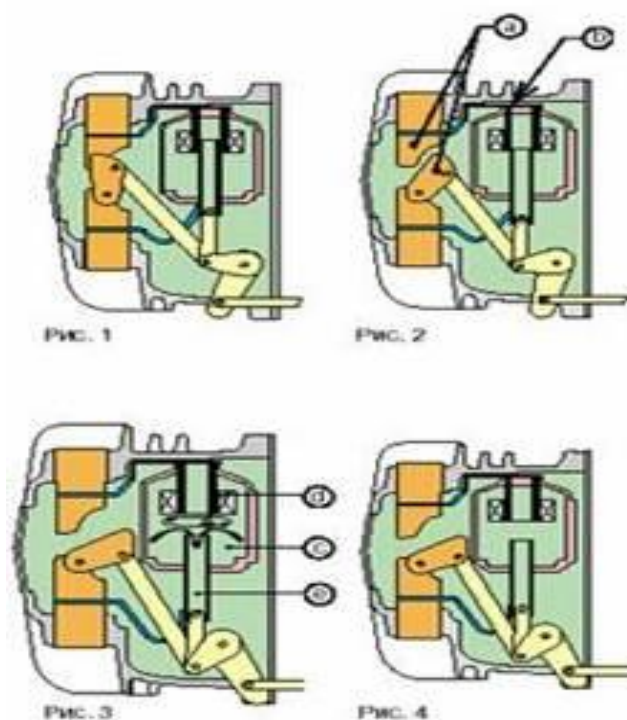
					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		46

большой коммутационный ресурс контактной системы;
неплохая отключающая способность;
высокая скорость срабатывания;
взрыво- и пожаробезопасность;
небольшие габаритные размеры и масса (в несколько раз меньше масляного выключателя).

Как и любое устройство, выключатель имеет и недостатки:
высокие требования к качеству элегаза;
применение специальной аппаратуры для периодического обслуживания коммутационного аппарата;
образование в процессе эксплуатации вредных для организма человека веществ – фторидов.

Несмотря на некоторые недостатки, элегазовый выключатель является достойной заменой масляных и воздушных коммутационных аппаратов.

4.2.2. Принцип работы выключателя.



Выключателе LF применены принцип вращения дуги в элегазовой среде и метод автокомпрессии. Это обеспечивает сокращение мощности привода выключателя, снижение износа дугогасительных контактов и, таким образом, повышает механический и электрический ресурсы.

Принцип работы выключателя во включенном положении. Основные контакты разомкнуты. При размыкании основных контактов ток проходит через дугогасительные контакты. При расхождении дугогасительных контактов в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

дугогасительной камере происходит загорание дуги. Воздействие магнитного поля, создаваемого катушкой, вызывает закручивание дуги и ее охлаждение.

Избыточное давление в расширительном объеме, обусловленное повышением температуры, вызывает охлаждение дуги потоком элегаза, направленным из зоны с высоким давлением в зону с более низким давлением, что приводит к удлинению дуги и ее затягиванию в полость цилиндрического дугогасительного контакта. При прохождении тока через нуль дуга гарантированно гаснет.

Выводы по разделу четыре.

В данном разделе были сравнены масляный и элегазовый выключатель, где были рассмотрены все их технические характеристики, надёжность, безопасность, быстродействие, эффективность, и принцип действия. Где в конце рассмотрения и сравнения был точно выделен элегазовый выключатель который опережает устаревший, не надёжный не эффективный масляный выключатель. Который в дальнейшем и был объектом замены на трансформаторной подстанции.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		48

5. Безопасность жизнедеятельности.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) — наука, изучающая опасности и способы защиты от них. Является составной частью системы государственных, социальных и оборонных мероприятий, проводимых в целях защиты населения и хозяйства страны от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, средств поражения противника. Основная цель БЖД как науки — защита человека в техносфере от негативных опасностей (воздействий) антропогенного и естественного происхождения и достижения комфортных или безопасных условий жизнедеятельности.

Воздействие антропогенных опасностей нарушает нормальную жизнедеятельность людей, вызывает аварии, приводящие к чрезвычайным ситуациям (ЧС) и катастрофам, в том числе экологическим. В настоящее время сформирована тревожная тенденция нарастания губительного воздействия опасных природных явлений и процессов. При всей специфике ситуаций в конкретных странах и регионах они обусловлены ростом народонаселения, концентрацией его и материальных богатств на сравнительно ограниченных территориях, а также изменением характера генезиса природных катастроф. Вторгаясь в природу и создавая все более мощные инженерные комплексы, человечество формирует новую, чрезвычайно сложную систему, включающую техносферу, закономерности развития которой пока неизвестны.

Это приводит к увеличению неопределенности информации о функционировании техносферы, энтропийности протекающих в ней процессов, к риску возникновения технологических катастроф — крупномасштабных аварий в промышленности, энергетике, на транспорте, загрязнению биосферы высокотоксичными и радиоактивными отходами производства, угрожающими здоровью миллионов людей.

5.1. Обеспечение электробезопасности на трансформаторной подстанции.

К работам на трансформаторных подстанциях и в распределительных пунктах предъявляются повышенные требования в безопасности труда. Еще до назначения на самостоятельную работу электромонтеру необходимо пройти обучение безопасным методам труда, вводный инструктаж по безопасности труда, первичный инструктаж на рабочем месте, первичную проверку знаний ПТБ, ПТЭ, правил пожарной безопасности и инструкций в объеме необходимом для данной профессии, дублирование в течении нескольких смен под руководством опытного наставника. И только после прохождения всех ступеней подготовки электромонтер может приступить к самостоятельной работе.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		49

В процессе работы электромонтер по обслуживанию трансформаторных подстанций и распределительных пунктов обязан проходить очередные инструктажи (не позже 1 раза в месяц), специальную подготовку (не позже 1 раза в месяц), контрольную противоаварийную тренировку (не позже 1 раза в 3 месяца), контрольную противопожарную тренировку (не позже 1 раза в пол года), периодическую проверку знаний ПТБ, ПТЭ, правил пожарной безопасности и инструкций (1 раз в год), а также медицинский осмотр - 1 раз в 2 года.

Большое значение придается экипировке. Это специальная одежда и обувь, защитная шлем, противогаз, защитная маска или очки, а в случае необходимости - предохранительный монтерский пояс. Обязательный разговор об инструментах. Они должны быть исправны и находиться на своих местах.

Инструмент с изолирующими рукоятками в процессе эксплуатации подвергается не однократным электрическим испытаниям. Защитные средства должны быть проверены и иметь штамп с указанием срока годности. Электромонтеру необходимо знать, что от надёжности приборов и инструментов, спецодежды и приспособлений зависит его жизнь. Мастерская участка - это постоянное рабочее место электромонтера. Здесь нужно соблюдать порядок, всему должно быть свое место. Перед началом работы необходимо убрать лишние предметы, отрегулировать местное освещение так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, но, при этом, свет не слепил глаза.

Основная работа, которая проводится на трансформаторной подстанции КТП - это планово-предупредительные ремонты, периодические и внеочередные осмотры. Большинство работ по профилактическому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов осуществляется с отключением электрооборудования.

Эти работы требуют тщательно подготовки рабочего места, при которой должны быть выполнены организационные и технические мероприятия, направленные на безопасное выполнение работ. Для этого мастер оформляет наряд с назначением ответственных лиц за безопасное выполнение работ. В зависимости от группы по электробезопасности, опыта, опыта электроустановки и сложности схемы электромонтер может быть назначен в качестве допускающего, производителя работ или члена бригады.

Допускающий или производитель работ получив от мастера наряд или устное распоряжение знаками бригаду с содержанием работы, в зависимости от которой подбираются необходимые спецодежда, защитные средства, инструменты, приспособления и материалы. Подготовив все необходимое бригада

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		50

отправляется к месту проведения работ.

По прибытию на место бригада получает разрешение на подготовку рабочего места и на допуск от дежурного. Ни в коем случае нельзя давать такое разрешение заранее. Разрешение на подготовку рабочего места и на допуск оформляется в наряде. Подготовку рабочего места производит допускающий совместно с производителем работ.

Для подготовки рабочего места при работе требующей снятия напряжения необходимо произвести указанные в наряде переключения в электроустановке. В электроустановках с каждой стороны откуда может быть подано напряжение на рабочее место должен быть видимы разрыв, образуемый отсоединением шин и проводов, отключением коммутационных аппаратов, снятием предохранителей. Все отключения здесь выполняют в диэлектрических перчатках.

Снимать и устанавливать предохранители следует при снятом напряжении, но если обстоятельства не позволяют сделать это, то необходимо воспользоваться изолирующими клещами, штангой с применением перчаток и защитных очков. После того, как коммутационная аппаратура отключена необходимо принять меры, препятствующие ее самопроизвольному включению, т. е. выключатели нагрузки, ручные приводы в отключенном состоянии запираются на замок.

Итак, напряжение снято и можно приступать к работе? Нет. Необходимо проверить исправность указателя напряжения с помощью специальных приборов или токоведущих частей заведомо находящихся под напряжением, а затем с помощью него еще раз убедиться в отсутствии напряжения.

В электроустановках напряжением более 1000 В использовать указатель напряжения необходимо в диэлектрических перчатках. В электроустановках свыше 1000 В проверять отсутствие напряжения разрешается одному работнику из дежурного или оперативно-дежурного персонала с 4 группой по электробезопасности, а в электроустановках до 1000 В с 3 группой. Здесь для проверки отсутствия напряжения можно использовать двухполюсный указатель фазного и линейного напряжения.

Электроустановка заземляется путем включения заземляющих ножей или установкой переносных заземлений. Их сначала присоединяют к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, устанавливают на токоведущие части.

В электроустановках свыше 1000 В заземления устанавливаются двумя работниками - одним с 4 группой по электробезопасности из числа оперативного персонала, другим с 3 группой по электробезопасности. Применение диэлектрических перчаток и изолирующей штанги обязательно!

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		51

Зажимы переносных заземлений следует закреплять при помощи штанги или непосредственно руками в диэлектрических перчатках.

На подготовленных рабочих местах вывешиваются плакаты "Работать здесь". Оставшиеся под напряжением токоведущие части ограждаются и вывешиваются плакаты "Стой. Напряжение". Итак, подготовка рабочего места окончена. Первичный допуск бригады по нарядам и распоряжениям должен проводиться непосредственно здесь же на рабочем месте. При этом допускающий обязан проверить соответствие состава бригады указанному в наряде по именным удостоверениям, доказать бригаде отсутствие напряжения, показом заземлений или проверкой отсутствием напряжения и последующим прикосновением рукой к токоведущим частям если заземления не видны с рабочего места, провести целевой инструктаж производителю работ, наблюдающему и членам бригады, предусматривающий указания по безопасному выполнению конкретной работы.

Производитель работ со своей стороны также должен провести целевой инструктаж членам бригады. Без проведения целевого инструктажа и регистрации его в наряде при первичном допуске допуск к работе запрещается. Допуск оформляется допускающим и производителем работ в наряде с указанием даты и времени. После допуска надзор за соблюдением бригадой требований безопасности возлагается на производителя работ. Он должен вести контроль за бригадой, находится, по возможности, на участке рабочего места, где ведется наиболее опасная работа.

5.2. Защитное заземление.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при замыкании на корпус.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по назначению к потенциалу заземленного оборудования. Область применения защитного заземления – трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000В с изолированной нейтралью и выше 1000В с любым режимом нейтрали. Заземляющим

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

устройством называется совокупность заземлителя – металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем. Различают два типа заземляющих устройств: выносное и контурное.

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки.

Данный тип заземляющего устройства применяют лишь при малых значениях тока замыкания на землю и, в частности, в установках напряжением до 1000В, где потенциал заземлителя не превышает допустимого напряжения прикосновения. Преимуществом такого типа заземляющего устройства является возможность выбора места размещения электродов с наименьшим сопротивлением грунта.

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на которой находится заземляемое оборудование, или распределяют по всей площадке по возможности равномерно.

Безопасность при контурном заземлителе обеспечивается выравниванием потенциала на защищаемой территории путем соответствующего размещения одиночных заземлителей. Внутри помещений выравнивание потенциала происходит естественным путем через металлические конструкции, трубопроводу, кабели и подобные им проводящие предметы, связанные с разветвленной сетью заземления. Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей. При этом в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражения током, а также в наружных установках заземление является обязательным при номинальном напряжении электроустановки выше 42В переменного и выше 110В постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности – при напряжении 380В и выше переменного и 440В и выше постоянного тока. Лишь во взрывоопасных помещениях заземление выполняется независимо от назначения установки.

Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные – находящиеся в земле металлические предметы для иных целей.

Для искусственных заземлителей применяют вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 3...5см и стальные уголки размером от 40*60 до 60*60мм и длиной 2,5...м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

В качестве естественных заземлителей можно использовать: проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии. Естественные заземлители обладают, как правило, малым сопротивлением растеканию тока, и поэтому использование их для целей заземления дает большую экономию. Недостатками естественных заземлителей является доступность их неэлектротехническому персоналу и возможность нарушения непрерывности соединения протяженных заземлителей.

5.2.1. Расчёт защитного заземления.

Исходные данные:

Характеристика установки.

Напряжение - 380 В.

Мощность – 1049 кВт (мощность всех станков на участке).

Режим нейтрали – с заземлённой нейтралью.

Вид грунта – глина.

Выбираем искусственный заземлитель – вертикальная труба

$d=30\text{мм}$; $l=2\text{ м}$; $l_{\text{МЗ}}=2\text{ м}$; $h=0,5\text{м}$.

Соединительная полоса:

$b_n=40\text{мм}$; $h=0,5\text{м}$.

Выбираем допустимое сопротивление заземляющего устройства [10]

$$\rho_{\Gamma} = 15 \text{ Ом}.$$

Определим расчётное удельное сопротивление грунта учитывая коэффициент климатической зоны Южного Урала $\psi = 1.5$ для вертикальных и $\psi = 3.5$ горизонтальных заземлителей:

$$\rho = \rho_{\Gamma} \cdot \psi;$$

$$\rho = 15 \cdot 1,5 = 22,5 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho = 15 \cdot 3,5 = 52,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Выбираем тип заземляющего устройства.

Выносное заземляющее устройство.

Определяем сопротивление одного искусственного заземлителя

$$R_{30} = \frac{\rho_1}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \cdot \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right) = 9,4 \text{ Ом}.$$

Определим необходимое число вертикальных искусственных заземлителей методом подбора

$$n_1 = \frac{R_{30}}{\eta_B \cdot R_{3д}} = \frac{9,4}{1 \cdot 10} = 0,94,$$

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		54

где $\eta_B = 1$ - коэф. использования вертикальных заземлителей.

Находим по [9] значение коэффициента использования вертикальных заземлителей по ближайшему значению n_1

Принимаем $n=2$.

$$\frac{I_{МЗ}}{I} = \frac{2}{2} = 1 \quad \eta_B = 0,85$$
$$n_2 = \frac{R_{30}}{\eta_B \cdot R_{3Д}} = \frac{9,4}{0,85 \cdot 10} = 1,1$$
$$\eta_2 - \eta_1 = 1,1 - 0,94 = 0,16 < 1$$

Определяем длину соединительной полосы для выносного заземляющего устройства:

$$l_n = I_{МЗ}(n-1);$$
$$l_n = 2(2-1) = 2 \text{ м.}$$

Определим сопротивление соединительной полосы:

$$R_{ПО} = \frac{\rho_2}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2l_n^2}{b_n t}, \text{ Ом};$$
$$R_{ПО} = \frac{52,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 2^2}{0,04 \cdot 1,5} = 20,4 \text{ Ом.}$$

Определим коэффициент использования вертикальных электродов (η_B) и соединительной полосы ($\eta_{П}$), в зависимости от числа заземлителей и отношения расстояния между заземлителями к их длине.

$$(\eta_B) = 0,85.$$
$$(\eta_{П}) = 0,85.$$

Определим расчётное сопротивление искусственных заземлителей.

$$R_{ИЗР} = \frac{R_{30} \cdot R_{ПО}}{R_{30} \cdot \eta_{П} + n \cdot R_{ПО} \cdot \eta_B}, \text{ Ом.}$$
$$R_{ИЗР} = \frac{9,4 \cdot 20,4}{9,4 \cdot 0,85 + 2 \cdot 20,4 \cdot 0,85} = 4,5 \text{ Ом.}$$
$$R_{ИЗР} \leq R_{3Д}.$$
$$4,5 \leq 10.$$

Строим схему заземляющего устройства.

На рисунке 5.2 приведена схема заземляющего устройства.

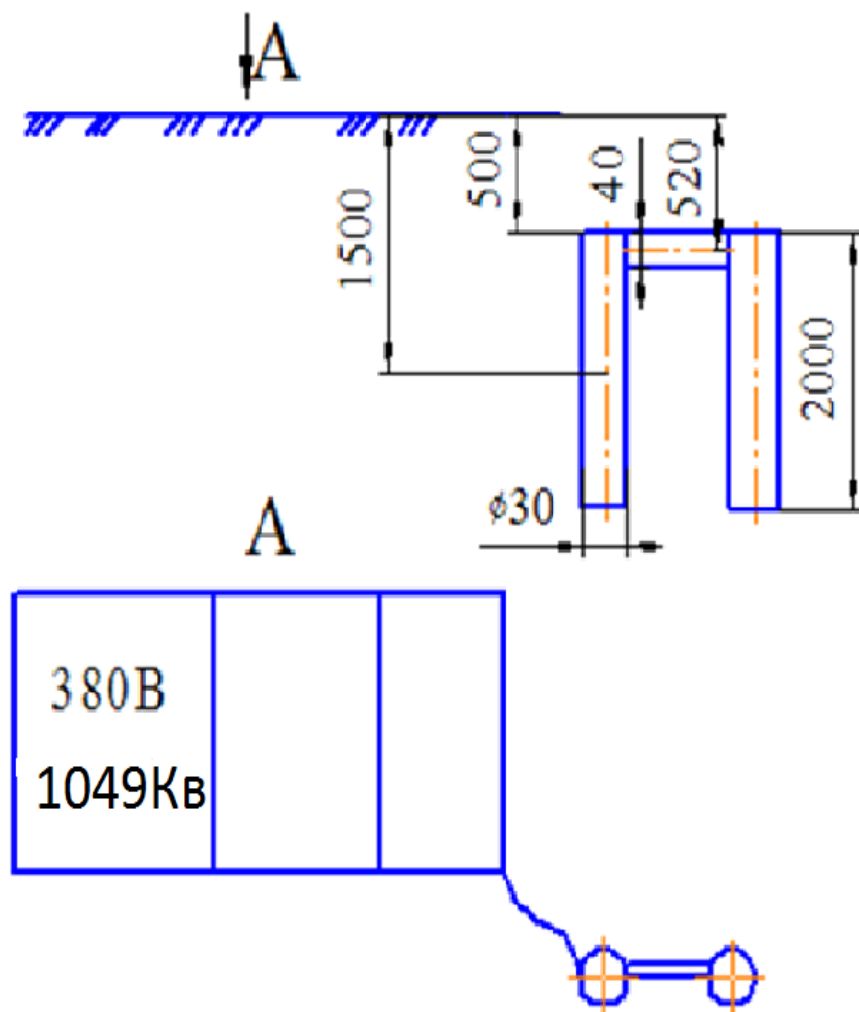


Рисунок 5.2 - Схема заземляющего устройства.

5.3. Мероприятия по уменьшению последствий ураганов и бурь.

Буря - это ветер, скорость которого меньше скорости ураганного ветра, однако все же довольно значительная (15- 31 м/с).

Убытки и разрушения, причиняемые бурями, существенно меньше, чем от ураганов. Иногда бурю порядка 10 баллов называют штормом.

Основные характеристики ураганов и бурь.

Важными характеристиками, необходимыми для прогнозирования ураганов, являются скорость и путь перемещения циклона, являющегося источником ураганного ветра. Скорость перемещения такого циклона от нескольких км в час до 200 км в час.

Размеры ураганов весьма различны. Обычно за ширину урагана принимают ширину зоны катастрофических разрушений, зоны ветров ураганной силы, которая составляет от 20 до 200 км и более. Для тайфунов полоса разрушений составляет 15- 45 км и до 80 км.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

Средняя продолжительность урагана составляет 9- 12 дней.

Как правило, действие урагана сопровождается сильными ливнями, иногда гораздо опасными его самого.

Основными разрушительными факторами урагана являются высокая скорость ветра, скоростной напор воздушного потока, его сила и продолжительность. На величину ущерба оказывают большое влияние также огромные массы приливных вод на морском побережье и продолжительные ливневые дожди, вызывающие обширные наводнения.

Строение бурь практически такое же, как и ураганов. Ширина бури составляет величину обычно от нескольких до десятков км.

Бури приводят к гораздо менее разрушительным последствиям чем ураганы. Бури характеризующиеся внезапностью появления часто называют шквалами.

Имеющиеся в настоящее время средства позволяют зафиксировать возникновение, развитие, перемещение урагана.

Правильное определение времени подхода урагана к данному району имеет решающее значение для своевременного проведения мероприятий, направленных на обеспечение безопасности населения и на уменьшение возможного ущерба.

Приближение урагана характеризуется резким падением атмосферного давления. Кроме того, источником информации о надвигающемся урагане являются сообщения о направлении и скорости его движения, передаваемые из тех районов, где он набрал полную силу. Эта информация служит основой для уточнения прогноза гидрометеоцентров.

Прогнозирование последствий урагана возможно лишь на основании прогноза пути движения и основных характеристик урагана, зная которые можно заранее оценить возможные разрушения зданий, сооружений, опор линий электропередач, мостов и т. п.

Заблаговременность прогноза ураганов как правило невелика и измеряется часами. Долговременные прогнозы, осуществляемые на основе данных о ранее происшедших ураганах, отличаются небольшой точностью и требуют уточнения.

Прогноз бурь осуществляется аналогично ураганам, причем большие затруднения вызывает прогноз шквальных бурь.

Для успешного проведения работ по уменьшению последствий действий ураганов и бурь большое значение имеет хорошо налаженная служба наблюдения за ураганами и оповещения об ураганной опасности.

При получении предупреждения о приближении урагана или сильной бури необходимо приступить к работам по укреплению наземных зданий и

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

сооружений, обращая особое внимание на недостаточно прочные конструкции, трубы, крыши. В зданиях закрываются двери, окна, чердачные помещения, вентиляционные отверстия. Окна и витрины защищают ставнями или щитами, а двери с подветренной стороны оставляют открытыми. С крыш, лоджий, балконов убирают все предметы. В ряде случаев отключают коммунально-энергетические сети, проверяют системы водостоков.

Из легких построек людей переводят в более прочные здания, иногда в убежища гражданской обороны. Людей и сельскохозяйственных животных, находящихся в лесных массивах, выводят на открытые пространства или укрываются. Наружные строительные и погрузочно-разгрузочные работы прекращают, а строительные краны разводят и крепят. Крупные суда, стоящие на рейде, выводят в открытое море или швартуются в портах, а небольшие - заходят в протоки либо каналы и дополнительно крепятся. К местам возможных аварий подвозят необходимый строительный материалы, инструменты, механизмы. В районах, где могут быть наводнения, проводят мероприятия в целях ограничения распространения воды.

Проводятся мероприятия по созданию запасов питьевой воды, нескорпортующихся продуктов питания, средств медицинской помощи, аварийных источников электроснабжения. Приводятся в готовность средства передвижения.

С приближением урагана или сильной бури усиливается регулирование движения на автомагистралях, иногда движение транспорта прекращается полностью. Особо опасные участки ограждаются предупредительными знаками и возле них выставляются посты.

Большое значение в районе урагана или бури имеют работы по предотвращению пожаров.

При угрозе возникновения снежной бури проводят, в основном те же мероприятия, что и при приближении урагана. Особое внимание обращают на обеспечение бесперебойного движения транспорта по основным дорогам. В этих целях для борьбы с заносами организуют непрерывное патрулирование снегоочистительной техники. Аналогичные работы проводятся при угрозе пыльной бури.

На всех объектах в зоне урагана приводятся в готовность необходимые силы (аварийные команды, формирования гражданской обороны). Население должно знать о том, находится ли населенный пункт в зоне возможного действия урагана, а также должно знать способы оповещения об угрозе приближения урагана или сильной бури. После получения предупреждения о приближении урагана или сильной бури (по радио,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

телевидению, по средствам связи и другими способами) необходимо принять меры, направленные на уменьшение возможных последствий урагана; защитить окна; убрать в помещение или закрепить все предметы, находящиеся во дворе; создать запасы инструмента и материалов для защиты строений от ветра и дождя; привести в состояние готовности средства передвижения; из низинных участков перегнать на возвышенные домашний скот; обеспечить необходимые запасы питьевой воды, продуктов питания, медикаментов и пр.; позаботиться об аварийных источниках освещения, топлива, средствах приготовления пищи; подготовить средства пожаротушения и привести в готовность батарейные радиоприемники.

При возникновении урагана или сильной бури, находясь в здании, следует особенно остерегаться ранений осколками оконного стекла. При сильных порывах ветра необходимо отойти от оконных проемов и стать вплотную к простенку. В качестве защиты можно также использовать прочную мебель или внутренний дверной проем.

Самым же безопасным местом во время урагана являются подвальные помещения или внутренние помещения на первом этаже здания (если им не грозит затопление). Нельзя выходить на улицу сразу же после ослабления ветра, так как через несколько минут может возникнуть новый его порыв. В случае вынужденного пребывания под открытым небом надо держаться в отдалении от наземных зданий и сооружений, столбов, деревьев, мачт, опор, проводов.

Недопустимо находиться на мостах, путепроводах, а также в непосредственной близости от объектов, на территории которых имеются легковоспламеняющиеся или сильнодействующие ядовитые вещества. Следует помнить, что наиболее часто травмы наносятся поднятыми ветром в воздух осколками стекла, шифера, черепицы, кусками кровельного железа, досками и т. п. Если ураган застал под открытым небом, то лучше всего укрыться в любой близлежащей выемке, лечь в нее на дно и плотно прижаться к земле.

После урагана не рекомендуется заходить в поврежденные строения, так как они могут обрушиться. Особую опасность представляют порванные и небесточенные электрические провода.

Во время снежной или пыльной бури покидать помещения разрешается только в исключительных случаях, причем не в одиночку. Перед выходом из помещения во время снежной бури предварительно необходимо тепло одеться, сообщить остающимся о своем маршруте и времени возвращения.

При потере ориентации на местности во время передвижения на автомобиле или при поломке автомобиля, не следует отходить от него за пределы видимости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Выводы по разделу пять.

По этому разделу были рассмотрены вопросы БЖД на производственных предприятиях, а точнее на трансформаторной подстанции. Правило поведения на с токов идущими частями безопасными действиями при постоянной эксплуатации а также в ЧС. Было рассказано что такое защитное заземление. А так же был произведён расчёт заземления ТП. Так же были рассмотрены мероприятия по уменьшению последствий ураганов и бурь.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		60

6. Экономическая часть.

Основными направлениями повышения технического уровня действующего энергооборудования являются : «модернизация с максимальным использованием резервов повышения экономичности и мощности действующего оборудования..., техническое перевооружение и реконструкция действующих мощностей с внедрением новой техники и современных передовых технологий», в том числе — с заменой физически изношенного и морально устаревшего оборудования.

В дополнение к планируемому значительному вводу новых мощностей неизбежны работы по продлению срока эксплуатации (ресурса) оборудования, в среднем, по 2-3 % установленной мощности ежегодно. Благодаря меньшей капиталоемкости продление ресурса является альтернативой обновлению энергооборудования.

Выбор технических решений и оценка их эффективности осуществляются на стадии разработки инвестиционных проектов, программ модернизации, технического перевооружения и реконструкции, планов продления ресурса. Подходы к комплексной оценке экономической эффективности вариантов модернизации, технического перевооружения и реконструкции энергооборудования с максимальным учетом основных факторов, определяющих обоснование выбора варианта.

При экономическом обосновании проектов модернизации не всегда учитывается экономическая эффективность мероприятий по повышению надежности энергооборудования, которая может оказаться весьма высокой в современных условиях роста электропотребления и дефицита мощности в ряде регионов.

6.1. Смета затрат на модернизацию оборудования.

В смету затрат на модернизацию электрооборудования включаются затраты на приобретение единиц подлежащих модернизации, транспортно-заготовительные расходы связанные с их приобретением, трудовые и накладные затраты связанные с модернизацией.

Таблица 12-Прейскурантная стоимость оборудования.

Наименование оборудования	Количество, шт	цена, руб	Сумма, руб
Автоматический выключатель АВ2М4Н	3	55000	165000

Автоматический выключатель АВ2М10Н	3	60000	180000
Автоматический выключатель АВ2М15Н	3	85000	255000
Масляный выключатель	2	70000	140000
Итого			740000

Прейскурантная стоимость оборудования Соб равна сумме преysкурaнтной стоимости единиц входящих в проект:

$$\text{Соб} = \sum \text{Ц}_i$$

Где - стоимость оборудования, руб, $\sum \text{Ц}_i$ - цена единиц по преysкурaнту, руб, Соб=740000 руб.

Транспортно-заготовительные расходы ТЗР, тыс. руб. определяется в размере 3% от стоимости оборудования:

$$\text{ТЗР} = 3\% \text{ Соб}$$

$$\text{ТЗР} = 3\% \cdot 740000 = 22200 \text{ руб.}$$

Стоимость монтажа оборудования С_m , принимается в размере 13% т стоимости оборудования:

$$\text{С}_m = 13\% \text{ Соб}_i$$

$$\text{С}_m = 13\% \cdot 740000 = 96200 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата на монтажные работы Зосн , тыс. руб. принимается в размере 20% от стоимости монтажа:

$$\text{Зосн} = 20\% \text{ С}_m$$

$$\text{Зосн} = 20\% \cdot 96200 = 19240 \text{ руб.}$$

Начисление районного коэффициента ЗПрк определяется в размере 15% от основной заработной платы:

$$\text{ЗПрк} = 15\% \text{ Зосн}$$

$$\text{ЗПрк} = 15\% \cdot 19240 = 2886 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата Здоп по монтаж за работу в условиях действующего производства принимается в размере 18% от основной заработной платы:

$$\text{Здоп} = 18\% \text{ Зосн}$$

$$\text{Здоп} = 18\% \cdot 19240 = 3463 \text{ руб.}$$

Отчисления единого социального налога (ЕСН) и взноса страховки от несчастного случая составляют 30% от суммы основной и дополнительной

					ИЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		62

зарплаты с учётом районного коэффициента:

$$ЕСН=30\% (Зосн +Здоп +ЗПрк)$$

$$ЕСН=30\% (19200+3463+2886)= 7664 \text{ руб.}$$

Трудовые затраты определяются как сумма основной, дополнительной зарплаты, районного коэффициента и единого социального налога по формуле:

$$ТЗ= Зосн + ЗПрк +Здоп +ЕСН$$

$$ТЗ=19200+3463+2886+7664= 33213 \text{ руб.}$$

Накладные расходы Р_{нак} принимаются в размере 80% от основной зарплаты на монтажные работы:

$$Р_{нак} =80\% Зосн$$

$$Р_{нак}=80\% 19200= 15360 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты определяются как сумма стоимости основного оборудования, затрат на монтажные работы, транспортно-заготовительные. трудовые и накладные расходы:

$$К=Соб+См+ТЗР+ТЗ+Р_{нак}$$

$$К=740000+96200+22200+33213+15360= 906973 \text{ руб.}$$

Таблица 13-Прейскурантная стоимость базового оборудования

Наименование оборудования	Количество, шт	цена, руб	Сумма, руб
Автоматический выключатель АВ4СВ	3	27000	81000
Автоматический выключатель АВ10СВ	3	30000	90000
Автоматический выключатель АВ20СВ	3	70000	210000
Элегазовый выключатель	2	45000	90000
Итого			471000

Прейскурантная стоимость оборудования Соб равна сумме преysкурaнтной стоимости единиц входящих в проект определяется по формуле):

$$Соб=471000 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы ТЗР, тыс. руб. определяется в размере 3% от стоимости оборудования по формуле):

$$ТЗР=3\% 471000=14130 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ

Лист

63

Стоимость монтажа оборудования C_m , принимается в размере 13% т стоимости оборудования по формуле() :

$$C_m = 13\% 471000 = 61230 \text{руб.}$$

Основная заработная плата на монтажные работы $Z_{осн}$, тыс. руб. принимается в размере 20% от стоимости монтажа по формуле():

$$Z_{осн} = 20\% 72800 = 12246 \text{руб.}$$

Начисление районного коэффициента $Z_{Прк}$ определяется в размере 15% от основной заработной платы по формуле():

$$Z_{Прк} = 15\% 12246 = 1836 \text{руб.}$$

Дополнительная зарплата $Z_{доп}$ по монтаж за работу в условиях действующего производства принимается в размере 18% от основной заработной платы по формуле():

$$Z_{доп} = 18\% 12246 = 2204 \text{руб.}$$

Отчисления единого социального налога (ЕСН) и взноса страховки от несчастного случая составляют 30% от суммы основной и дополнительной зарплаты с учётом районного коэффициента по формуле():

$$ЕСН = 30\% (12246 + 1836 + 2204) = 4885 \text{руб.}$$

Трудовые затраты определяются как сумма основной, дополнительной зарплаты, районного коэффициента и единого социального налога по формуле по формуле():

$$T_3 = 12246 + 1836 + 2204 + 4885 = 21171 \text{руб.}$$

Накладные расходы $R_{нак}$ принимаются в размере 80% от основной зарплаты на монтажные работы по формуле():

$$R_{нак} = 80\% 12246 = 9796 \text{руб.}$$

Капитальные затраты определяются как сумма стоимости основного оборудования, затрат на монтажные работы, транспортно-заготовительные, трудовые и накладные расходы по формуле():

$$K = 471000 + 61230 + 14130 + 21171 + 9796 = 577327 \text{руб.}$$

Выводы по разделу шесть.

В этом разделе была рассмотрена экономическая часть всего оборудования. Прейскурантная стоимость базового оборудования которая была сравнена с оборудованием после модернизации ТП. Были рассчитаны все затраты на модернизацию, экономическая эффективность всего оборудования и все капитальные затраты.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		64

Заключение

Проект разработан с соблюдением действующих электротехнических норм и правил.

При работе над проектом была модернизирована электрическая трансформаторная подстанция, состоящая из двух трансформаторов, подключенная к разным секциям источника питания, она обеспечивает надежное электроснабжение заданного цеха (в том числе и в послеаварийном режиме), а также удовлетворяет всем требованиям ПУЭ. Коммутационные аппараты (выключателей и разъединителей) обеспечивает удобство оперативных переключений и техническую гибкость схемы.

Произведен расчет трансформаторной подстанции 1000/10 кВ. В ходе работы была рассчитана суммарная мощность всей подстанции, были выбраны силовые трансформаторы.

Из расчетов токов КЗ, в наиболее тяжелом режиме, был произведен выбор основного оборудования подстанции: силовых выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения. Выбранное оборудование соответствует всем параметрам подстанции и удовлетворяет условиям выбора.

В ходе выполнения дипломного проекта были заменены масляные выключатели на вакуумные, так как вакуумный выключатель имеет следующие преимущества: полная взрыво- и пожаро – безопасность, повышенная устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам, не загрязняет окружающую среду, высокое быстродействие, применение для работы в любых циклах апв, нагрузки на конструкцию при работе из-за относительно малой мощности привода, сравнительно малые массы и габариты, небольшие динамические усилия, высокая износостойкость при коммутации номинальных токов и токов кз., снижение эксплуатационных затрат, простота эксплуатации, быстрое восстановление электрической прочности.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		65

Библиографический список.

1. Ю.Л. Мукосеев. Электроснабжение промышленных предприятий. Энергия, 1973 г.
2. Ю.Д. Симбиркин. Техническое обслуживание, эксплуатация электрооборудования и сетей промышленных предприятий. М; Профессиональное образование, 2001г.
3. Н.А. Акимова. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт технического и электромеханического оборудования. М; Мастерство, 1999г.
4. А.Ф. Зюзин. Эксплуатация электрооборудования промышленных предприятий. М; Высшая школа, 1980г.
5. Белецкий О.В., Лезнов С.И., Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций. М: Энергоатомиздат, 1985.
6. Боднар В.В. Нагрузочная способность силовых масляных трансформаторов.
7. Боровиков В.В., Косарёв В.К., Ходот Г.А., Электрические сети электрических систем . Л. : Энергия, 1977.
8. Головкин П. И. Энергосистема и потребители электрической энергии. М.: Энергоатомиздат, 1983.
9. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий.
10. Ларина Э.Т. Силовые кабели и кабельные линии.
11. Охрана труда. М; Издательство НЦ.ЭНАС.2001г.

					ЮУрГУ–13.03.02.2017.234.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		66