

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

**КОМПЛЕКС РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И
РЕМОНТУ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

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

Идентификационный код ВКР: 538

Екатеринбург 2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2017 г.

КОМПЛЕКС РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

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

Идентификационный код ВКР: 538

Исполнитель:

студент группы ЗЭС-403С _____ С.Ю.Плахотин

Руководитель:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Ю.А. Юксеев

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку объемом 57 листов машинописного текста, 10 таблиц, 5 приложений, 22 использованных источника.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ, ПОДСТАНЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ, КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ, КОМПЛЕКСНЫЙ РЕМОНТ, ФИНАНСИРОВАНИЕ, ПОДСТАНЦИЯ 110кВ, РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ, ТРАНСФОРМАТОР, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВГТ-110.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является оборудование предприятий электрических сетей.

Предметом исследования являются комплексы мер по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических сетей.

Целью данной выпускной работы является рассмотрение комплекса работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических сетей для повышения надежности электроснабжения и поддержания работоспособности.

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

- рассмотреть системы планово-предупредительного ремонта энергетического оборудования;
- проанализировать содержание и планирование работ по техническому обслуживанию;
- разработать комплекс работ при техническом обслуживании и ремонте выключателя ВГТ-110;
- проанализировать финансирование ремонта оборудования;
- рассмотреть безопасность труда и экологичность проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. КОМПЛЕКС РАБОТ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	7
1.1. Техническое обслуживание и ремонт электрических сетей	7
1.2. Содержание и планирование работ по тех. обслуживанию	8
1.3. Комплексный ремонт	11
1.4. Ремонтные нормативы	13
1.4.1. Периодичность ремонта	13
1.4.2. Продолжительность ремонта	14
1.4.3. Трудоемкость ремонта	15
1.5. Планирование ремонтных работ	17
1.6. Подготовка производства ремонтных работ	19
1.6.1. Подготовка исполнителей ремонта	19
1.6.2. Подготовка производственных мощностей	20
1.6.3. Техническая подготовка	22
1.6.4. Конструкторская подготовка	22
1.6.5. Технологическая подготовка	23
1.7. Управление техобслуживанием и ремонтом	24
1.8. Подготовка и сдача оборудования в ремонт	25
1.9. Проведение ремонта	27
1.10. Приемка объектов	27
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПОДСТАНЦИИ 110/10 кВ	30
2.1. Главная схема электрических соединений подстанции	30
2.2. Основное электрическое оборудование подстанции	31
2.2.1. Силовые трансформаторы и трансформаторы собственных нужд	33
2.2.2. Основное коммутационное оборудование	34

2.2.3. Измерительное оборудование	37
2.3. Оценка состояния электрического оборудования подстанции	39
3. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ЭЛЕГАЗОВЫЙ КОЛОНКОВЫЙ ВГТ-110.....	40
3.1. Принцип действия выключателя	42
3.2. Техническое обслуживание выключателя	42
3.3. Разработка инструкции технического обслуживания выключателя ВГТ-110	44
3.4. Преимущества и недостатки элегазового выключателя.....	48
3.5. Основные принципы финансирования ремонта	50
3.6. Расчет размера капитальных вложений	51
3.7. Экологическая безопасность.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	56
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Передача и распределение электроэнергии от источников к потребителям осуществляется энергетическими системами, которые включают в себя несколько электростанций. Энергосистемы (в том числе и наиболее затратные, такие как промышленные предприятия) остаются основными источниками электроснабжения потребителей электроэнергией. Соответствие требованиям надежности, высокого качества, экономичности обеспечивает:

- снижение затрат при сооружении и использовании всех элементов системы электроснабжения;
- выполнение планов электрификации всех отраслей народного хозяйства с высокими техническими и экономическими показателями;
- надежное и качественное электроснабжение промышленных предприятий.

Актуальность и практический аспект дипломного проекта связаны с тем, что основным средством, поддерживающим оборудование подстанций электрических сетей в исправном рабочем состоянии, является техническое обслуживание и различные виды ремонтных работ. Проведение этих мероприятий экономически более выгодно для предприятий электрических сетей, чем проведение реконструкций.

Для достижения поставленной цели следует выполнить ряд задач:

- рассмотреть системы планово-предупредительного ремонта (ППР) энергетического оборудования;
- проанализировать работы по техническому обслуживанию с точки зрения их содержания и планирования;
- разработать комплекс работ при техническом обслуживании и ремонте выключателя ВГТ-110;
- обдумать финансирование ремонта оборудования;
- уделить внимание безопасности труда и экологической безопасности проекта

1. КОМПЛЕКС РАБОТ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

1.1. Техническое обслуживание и ремонт электрических сетей

Для исправной работы электрических сетей должны осуществляться их техническое обслуживание и ремонт.

Техническое обслуживание включает в себя целый ряд работ и мероприятий, которые обеспечивают работоспособность и исправность линий электропередачи и подстанций.

Ремонт состоит из комплекса работ и мероприятий по восстановлению исправной работы оборудования, возобновлению ресурса объектов электрической сети и их элементов.

Комплексы работ, направленные на обеспечение надежности электрических сетей, безопасной их эксплуатации, проводятся через определённые промежутки времени. При этом для данных работ должны быть обеспечены оптимальные трудовые и материальные затраты.

Комплексы работ включают в себя:

- проведение технического обслуживания и планового ремонта, восстановительного ремонта в случае аварийных ситуаций;
- накопление и изучение опыта эксплуатации оборудования;
- выявление и установление оптимальной периодичности и длительности проведения капитальных, средних и текущих ремонтов;
- составление расписания технического обслуживания, учитывающего конкретные условия по использованию оборудования;
- внедрение прогрессивных и рациональных форм организации и управления техническим обслуживанием и ремонтом;
- внедрение передовых методов работ на электроустановках и оборудовании комплексной механизации, прогрессивной технологии;

- контроль качества осуществляемых работ по ремонту и контроль результата по состоянию отремонтированного оборудования;
- анализ и сравнение параметров и показателей технического состояния оборудования до и после ремонта по результатам испытаний.

1.2. Содержание и планирование работ по техническому обслуживанию

Техническое обслуживание - это основное профилактическое мероприятие, необходимое для обеспечения надежной работы оборудования между установленными по плану ремонтами. Оно сокращает общий объём ремонтных работ и позволяет отслеживать состояние оборудования. К нему относятся: надзор за работой оборудования, уход за оборудованием, поддержание оборудования в исправном рабочем состоянии, проведение плановых технических осмотров, технических регулировок, промывок, очисток, проветриваний и т. д. Техническое обслуживание проводится в процессе работы оборудования с использованием перерывов, нерабочих дней и смен, что позволяет не препятствовать нормальному ходу работы предприятия. Допускается кратковременная остановка оборудования (отключение сетей) в соответствии с надлежащими предписаниями. По осуществлении технического обслуживания работник должен составить себе полное представление о функционировании оборудования и при необходимости провести его ремонт.

Техническое обслуживание может быть нерегламентированным и регламентированным. В состав первого входят надзор за работой оборудования, эксплуатационный уход, содержание оборудования в исправном состоянии, включающие следующие позиции:

- соблюдение условий использования и графика работы оборудования в соответствии с инструкцией производителя;

- ограничение нагрузки на оборудование в соответствии с паспортными данными, недопущение и предотвращение перегрузки оборудования, кроме случаев, оговоренных в инструкции по использованию;
- строгое соблюдение установленных при определённых условиях использования режимов работы электросетей;
- поддержание необходимого режима охлаждения деталей и узлов оборудования, подверженных повышенному нагреву, во избежание аварийных ситуаций;
- полное соответствие порядку остановок и работы энергетических комплексов, установленного инструкцией по эксплуатации производителя,
- возможность осуществить немедленную остановку оборудования в случае нарушений его нормальной работы, ведущих к выходу оборудования из строя, принять меры по обнаружению и устранению таких нарушений;
- выявление степени изношенности и работоспособности узлов, доступных для осмотра, и деталей и их своевременная замена;
- проверка нагрева поверхностей, поддающихся постоянным механическим воздействиям со стороны других объектов, проверка состояния и функционирования систем смазки и охлаждения;
- проверка заземляющих устройств, отсутствия утечки жидкостей и пропуска газов у определённой аппаратуры, состояния тепловой изоляции, антикоррозионной защиты, ограждающих устройств и т.д.

Все обнаруженные при нерегламентированном ТО недостатки в работе оборудования должны быть внесены бригадами в «Сменный журнал по учету выявленных дефектов и работ технического обслуживания» и исправлены в кратчайшие сроки с помощью оперативного и оперативно-ремонтного персонала. Мастера, в том числе и старшие, обязаны регулярно проверять записи в сменном журнале и следить за устранением указанных неисправностей.

Регламентированное ТО, в отличие от нерегламентированного, проводится по установленному в документации по эксплуатации расписанию.

Его периодичность меньше или равна меньшей (или равной) периодичности текущих ремонтных работ наименьшего ранга (объема). Продолжительность и трудоемкость данного ТО не могут превышать соответствующие показатели для текущего ремонта наименьшей сложности. Регламентированное ТО проводится по графикам, разработанным энергослужбой предприятия на основе ПТЭ (правил технической эксплуатации) и инструкций производителей энергооборудования. Регламентированное ТО реализуется в нескольких формах: во-первых, в форме плановых ТО (возможно, различных видов), во-вторых, в форме плановых технических осмотров, проверок, испытаний.

Плановые ТО как отдельные операции назначаются лишь для отдельных видов энергетического оборудования и сетей при условии относительно большой трудоемкости выполняемых ими работ. В процессе планового ТО проводят следующие операции: контроль (диагностирование) оборудования, регулировки механизмов, очистку, смазывание, продувание, добавление или смену изоляционных материалов и смазочных жидкостей. Также в ходе планового ТО выявляют дефекты, появившиеся в процессе эксплуатации, и несоответствие правилам безопасности, уточняют содержание и объем работ, которые следует выполнить при ближайшем капитальном или текущем ремонте.

Если при плановом ТО обнаруживаются изменения в нормальном состоянии оборудования, не требующие немедленной остановки для их устранения, то они должны быть занесены в «Ремонтный журнал». Изменения узлов и деталей, которые при дальнейшей использовании оборудования могут отрицательно повлиять на его работоспособность или безопасность условий труда, должны немедленно устраняться.

К регламентированному ТО относятся также плановые технические осмотры энергетического оборудования, проводимые инженерно-техническими работниками для:

- проверки выполнения оперативным и оперативно-ремонтным персоналом манипуляций по ТО энергетического оборудования и оценки качества и полноты этих манипуляций;
- обнаружения дефектов, которые могут стать причиной поломки или неожиданного выхода оборудования из строя;
- прояснения технического состояния наиболее важных деталей и узлов машин и уточнения объема и вида намеченного ремонта.

1.3. Комплексный ремонт

Комплексный ремонт является централизованным капитальным ремонтом. В сочетании с комплексным способом выполнения работ (одновременным ремонтом всего оборудования подстанции или РУ) он является лучшим вариантом организации проекта производственных работ (ППР) в электрических сетях.

При такой форме в ремонт поочередно выводится все оборудование подстанции, напряжением 35кВ и выше. В ходе данных работ ремонтируется все находящееся на подстанции оборудование, включающее как основное, так и вспомогательное. При этом работы могут проходить в двух формах: комплексной или специализированной (ремонт сложного оборудования отводится специализированным бригадам).

При комплексном же методе в ремонт по очереди вовлекается все электрическое оборудование на подстанции, бригады также ремонтируют здание, его отдельные сооружения, кроме того уделяется внимание благоустройству территории.

Комплексное выполнение работ, при котором происходит группировка работ по наименованию, периодичности и длительности выполнения, является инновационной формой организации работ на элементах электрических сетей.

Данные работы осуществляются бригадами централизованного обслуживания, которые оснащены специальными машинами, средствами

механизации и другими инструментами; при этом работники и средства механизации находятся на ремонтируемом объекте. Это необходимо для того, чтобы сократить длительность ремонтных работ и технического обслуживания, время отключения оборудования, уменьшить количество нерациональных переездов, использовать рабочие и материальные ресурсы с наибольшей эффективностью.

Выбор разновидности и объема ремонта и технического обслуживания выполняет предприятие, осуществляющее эксплуатацию электрической сети. Этот выбор производится в соответствии техническими и экономическими условиями, с учетом располагаемых ресурсов и местности. Периодичность, сроки работ по ремонту и техническому обслуживанию элементов электросетей устанавливаются целым рядом документов и решениями специализированного персонала. К ним относятся: Правила технической эксплуатации, нормативно-техническая документация, инструкции изготовителей оборудования и решения главного инженера региональной сетевой компании МЭС, ПЭС.

Подготовка к ремонту (его организация и планирование) объектов электрических сетей осуществляется на основе оценки их технического состояния. Контроль состояния производится с периодичностью и в масштабах, установленными нормативно-технической документами; объем и время начала ремонтных работ зависит от технического состояния объектов электросетей.

Типовые или местные инструкции, технологические карты, карты организации труда, проекты производства работ служат теоретической опорой для ремонта и технического обслуживания объектов.

Типовые технологические карты и типовые карты организации содержат: состав бригады и квалификацию работников, нормы продолжительности, особые условия проведения работы, необходимые защитные приспособления, техническое оснащение, в том числе составляющие его изделия и материалы, средства, инструмент, инвентарь, характеристику и последовательность операций, режим выполнения работы.

При организации и выполнении работ в электрических сетях необходимо выполнять требования, прописанные в «Межотраслевых правилах по охране труда (правилах безопасности) при эксплуатации электроустановок» СО 153-34.20.150-2003.

1.4. Ремонтные нормативы

Основными ремонтными нормативами, установленными для планирования и проведения ремонтов энергооборудования, являются частота проведения (периодичность), продолжительность и трудоемкость текущего и капитального ремонта.

1.4.1. Периодичность ремонта

Периодичность ремонта – это интервал работы оборудования, выраженный в часах, между окончанием данного вида обслуживания (ремонта) и началом последующего такого же ремонта или другого профилактического воздействия большей или меньшей сложности.

Работа, или наработка, энергооборудования измеряется количеством отработанных часов. Нарботка вспомогательного оборудования учитывается по наработке основного оборудования, работу которого оно обеспечивает.

Частота остановок оборудования на различные виды ремонтных работ зависит от качества и надежности оборудования и определяется сроками службы и техническим состоянием механизмов и узлов оборудования.

Периодичность капитального ремонта определяет длительность ремонтного цикла энергооборудования. В течение ремонтного цикла производятся в определенной последовательности в соответствии с НТД (нормативно-технической документацией) все установленные виды ремонта. Началом отсчета ремонтного цикла может являться, например, начало использования оборудования.

Периодичность остановок оборудования на текущий и капитальный ремонт принята в машино-часах работы, и план их заносится в календарь.

В зависимости от условий работы и с учетом технического состояния оборудования допускаются отклонения от периодичности ремонта, установленного нормативами:

± 20 % – для текущего ремонта;

± 15 % – для капитального ремонта.

Отклонения в большую степень, чем выше указанная, или замена одного вида ремонта другим могут допускаться только по решению руководителя энергетической службы предприятия.

1.4.2. Продолжительность ремонта

Продолжительность ремонта – это интервал времени (в часах) от момента вывода из эксплуатации (остановки) энергооборудования для проведения запланированного ремонта до момента его полного ввода в эксплуатацию. Продолжительность ремонта устанавливается в соответствии с техническими нормами. Длительность содержания оборудования в ремонте включает в себя время на подготовку оборудования к ремонту, на проведение ремонта, на запуск и проверку отремонтированного оборудования.

Длительность ремонта энергооборудования рассчитывается, учитывая максимально возможное количество работников, которые одновременно задействованы на ремонте элемента энергооборудования. За начало ремонта энергооборудования принимают время его отключения от энергетических сетей или вывода его в ремонт из резервных запасов.

Окончанием ремонта принято считать момент включения оборудования под той нагрузкой, которая используется при нормальной эксплуатации (или вывода его в резерв). Вводят электрооборудование в нормальный режим эксплуатации лишь после того, как его испытывают под нагрузкой в течение

суток. Причём испытания под нагрузкой не входят в продолжительность ремонта, если они прошли нормально.

При модернизации оборудования продолжительность выполнения капитального ремонта увеличивается на время, затраченное на улучшение параметров оборудования.

На предприятиях, где продолжительность ремонта сокращена по сравнению с нормативами, ремонтные работы должны планироваться по достигнутым результатам. При этом необходимо отслеживать качество выполнения и объем ремонтных работ. Не допускается снижение или ухудшение этих показателей из-за сокращенного времени ремонта.

Если производится ремонт энергокомплекса (агрегата), то продолжительность данных работ устанавливается по наиболее сложному оборудованию с наиболее длительными ремонтными работами. Если ремонт агрегата не влияет на нужды потребителей и не снижает надежности и безопасности энергоснабжения, то продолжительность ремонта будет связана с наиболее рациональной загрузкой ремонтного персонала.

1.4.3. Трудоемкость ремонта

Трудоемкость ремонта – трудовые затраты на осуществление одной ремонтной работы определенного вида, которые выражены в человеко-часах.

Нормативы трудоемкости предоставлены на весь перечень ремонтных работ, включая подготовительно-заключительные работы, связанные с проведением ремонта. Подготовительно-заключительные работы относятся к четвертому разряду по шестиразрядной сетке. Нормативы установлены как максимальные величины и предназначены для примерного расчёта количества работников и объема ремонтных работ. Но при этом нельзя рассчитывать по данным нормативным значениям заработную плату ремонтного персонала.

Нормативы трудоемкости приняты на основании следующих условий проведения ремонтных работ:

- в период перед остановкой электрооборудования на ремонт производится максимальный объем подготовительных работ;
- при различных видах ремонтов вместо того, чтобы восстанавливать поврежденные или изношенные детали непосредственно на оборудовании, производят их замену на исправные;
- в полном объеме используются грузоподъемные и транспортные средства, специализированный инструмент и другие средства механизации тяжелых и трудоемких работ.

Нормативная трудоемкость учитывает труд работников разных специальностей, в том числе: слесарей, станочников, монтажников, электрогазосварщиков, газорезчиков и ремонтников других специальностей, а также оперативного и оперативно-ремонтного персонала, привлекаемого для проведения подготовительно-заключительных и ремонтных работ.

Нормативная трудоемкость охватывает следующие виды работ:

- подготовительные операции, необходимые для проведения ремонта энергооборудования. К ним можно отнести выполнение мероприятий, установленных правилами промышленной и пожарной безопасности;
- все виды ремонтов, связанные со строповкой, перемещением агрегатов, узлов и деталей в помещении, где производится ремонт;
- разборку и сборку энергооборудования на его составные части с последующей дефектовкой;
- замену неисправных агрегатов, узлов, приборов и изношенных деталей на исправные;
- разборку и сборку отдельных агрегатов и узлов с заменой их деталей. При этом выполняются необходимые ремонтные операции;
- станочные работы;
- разборочные, сборочные, обмуровочные (облицовка, футировка и др.), теплоизоляционные, пропиточные, сварочные, слесарно-пригоночные (опиливание, шабрение и др.), регулировочные и другие слесарные работы;
- заключительные операции.

Нормативы трудоёмкости также учитывают такие аспекты, как регламентированный отдых и личные нужды работников во время выполнения ремонтных работ.

1.5. Планирование ремонтных работ

К основным документам по планированию ремонта электрооборудования относятся: ведомость затрат на ремонты в течение года; годовой план-график ППР (проекта производства работ) оборудования; месячный план-график-отчет ППР или месячный отчет о ремонтах.

Ведомость годовых затрат на ремонт оборудования разрабатывается на основе проектов годовых план-графиков ремонта оборудования энергетических цехов, нормативов затрат на ремонт и сметной документации на текущий и капитальный ремонты. При этом принимается во внимание как техническое состояние оборудования, так и величина ремонтного фонда.

Мастера энергетических цехов составляют годовые планы-графики ППР оборудования. Они также координируют их с другими службами предприятия и представляют в трех экземплярах к определённому числу года, который предшествует планируемому.

Представленные годовые планы-графики подписываются главным энергетиком, согласовываются с главным механиком и производственным отделом и утверждаются главным инженером предприятия. В годовые планы-графики ППР включается все оборудование, подлежащее ремонту в планируемом году.

Месячные отчеты (планы-графики-отчеты) ремонта составляют мастера (энергетики) энергетических цехов, основываясь на годовых планах-графиках ремонта. После чего несут их на согласование со службами производства и отдают на утверждение главному энергетику за десять дней до конца месяца, предшествующего планируемому.

Сроки ремонта вспомогательного оборудования по месячному плану-графику-отчету подстраиваются под сроки ремонта основного оборудования, работу которого оно обеспечивает.

Утвержденные месячные графики ремонта как минимум за неделю до начала планируемого месяца отправляются в энергетические цеха, где являются планом-заданием на предстоящий месяц. Помимо того они являются отчетным документом о деятельности оперативно-ремонтного и ремонтного персонала.

В дополнение к месячному плану-графику-отчету ремонта в энергоцехах подготавливаются следующие виды графиков: графики регламентированного ТО энергооборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА).

Начальник энергетического цеха несёт ответственность за выполнение планов-графиков ремонта оборудования.

Допускаются следующие отклонения от норматива периодичности ремонта с учётом условий работы и технического состояния оборудования:

±20 % – для текущего ремонта;

±15 % – для капитального ремонта.

Отклонения в большую сторону или замена одного вида ремонта другим разрешается лицом, утвердившим график. При этом следует провести тщательную проверку технического состояния оборудования и составить акт на изменение срока ремонта.

Для планирования капитального ремонта в цехах необходимо разработать ряд документов:

- заявка на капитальный ремонт;
- ведомость дефектов, при проведении модернизации в ведомость дефектов добавляются все проведённые работы;
- смета затрат;
- заявка на запасные части и материалы;

- акты на сдачу оборудования в капремонт, на выдачу оборудования из капремонта и на изменение календарного срока ремонта (при надобности);
- документы, гарантирующие качество поставленных запасных частей и материалов.

Составление ведомости дефектов, сметы затрат и заявки на запасные части и материалы являются составными частями планирования текущего ремонта.

Мероприятия по обеспечению безопасных условий для ремонтных работ намечаются непосредственно перед началом ремонта. Предприятию также необходимо разрешение на проведение огневых, газоопасных и др. работ согласно действующим инструкциям.

1.6. Подготовка производства ремонтных работ

Для производства ремонтных работ должна выполняться следующая подготовка: подготовка исполнителей ремонта, подготовка производственных мощностей, техническая подготовка, конструкторская подготовка, технологическая подготовка.

1.6.1. Подготовка исполнителей ремонта

Общее количество рабочих, необходимое для выполнения ремонта, зависит от количества оборудования, подлежащего ремонту, трудоемкости (сложности) ремонта каждой единицы оборудования, затраченного на ремонт времени и режима проведения ремонтных работ (количество смен, их продолжительность).

Среднесменное количество ремонтных рабочих определяется по выражению:

$$r_{p.см} = \frac{A_p \times 24}{T_{пр} \times n_{см} \times t_{см}}, \quad (1)$$

где $r_{p.см}$ - среднесменное количество ремонтных рабочих, человек;

A_p - суммарная трудоемкость, человеко-час;

T - продолжительности простоя, час;

$t_{см}$ и $n_{см}$ – соответственно, длительность одной смены и их количество в течение одних суток.

Организация производственных бригад должна осуществляться с соблюдением следующих основных требований:

- в обязанности бригады входит выполнение всего технологического процесса ремонта оборудования либо его отдельной самостоятельной части;
- необходимо вести постоянный учёт и оценку результатов работы бригады и ее отдельных участников.
- для ремонтного персонала и его подготовки (стажировки, обучения) выдвигаются те же требования, что и к эксплуатационному персоналу.

Для проведения ремонтных работ по каждому наименованию основного оборудования должна быть подготовлена полная техническая документация: паспорт оборудования, чертежи, схемы, протоколы испытаний, сметы затрат и чертежи изготавливаемых деталей.

1.6.2. Подготовка производственных мощностей

Структура ремонтных цехов и участков по ремонту оборудования должна обеспечивать выполнение работ по плановым ремонтам и изготовлению быстро изнашиваемых деталей.

На производственных участках организуются рабочие места. В зависимости от количества человек, занимаемых одно рабочее место, рабочие места подразделяются на индивидуальные и групповые.

Под рабочим местом подразумевается зона трудовой деятельности одного или нескольких ее исполнителей, которая оснащена необходимыми средствами и предметами труда, размещенными в определенном порядке.

Рабочие места ремонтных рабочих должны обеспечивать работающему наиболее благоприятные условия для выполнения его должностных обязанностей, а именно:

- удобство рабочей позы и возможность смены поз во время работы;
- организацию движений, в минимальной степени утомляющих рабочего;
- равномерную и одновременную нагрузку на обе руки во избежании искривления позвоночника;
- наличие сидений при положении «сидя» или «сидя» – «стоя»;
- оптимальную освещенность рабочей зоны, исключая резкий свет, мерцание и попадание на зрачок исполнителя прямых световых лучей;
- наличие вспомогательных устройств для перемещения тяжелых предметов;
- удобное размещение предметов, которые ожидают обработки либо уже обработаны, а также инструментов и приспособлений.

Для рабочих мест в закрытых помещениях установлены следующие нормативы: температура воздуха - 18–20 °С; влажность воздуха - 40–60 %; кратность проветривания помещения - 1:1.

На рабочих местах должны находиться качественный и производительный инструмент, технологический инвентарь, механизмы.

От рабочих любых категорий требуется поддержание чистоты и порядка на рабочем месте. В конце каждой смены рабочими должна производиться уборка рабочего места, оборудования, оснастки, инструментов и различных приспособлений.

1.6.3. Техническая подготовка

Техническая подготовка ремонта включает в себя:

- составление и передачу ремонтным цехам и отдельным участкам планов работ на планируемый год и по отдельным его месяцам;
- ознакомление с полученными планами ремонта, ремонтной документацией, а также заданной последовательностью выполнения ремонта каждого вида оборудования в отдельности;
- согласование с производственными цехами и подразделениями определённой даты и времени остановки каждой единицы ремонтируемого основного оборудования. В связи с тем, что комплектующее оборудование ремонтируется одновременно с основным, необходимо согласовывать его сроки готовности со всем комплектом оборудования.
- установление последовательности этапов и расписания ремонта всех единиц оборудования;
- участие в разработке сетевых графиков капремонта сложного оборудования;
- разработку и одобрение месячных и годовых планов;
- обеспечение подъемно-транспортными средствами сложных ремонтных работ;
- согласование времени поставки сменных элементов для обеспечения ремонта оборудования агрегатно-узловым методом (при этом методе узлы и агрегаты, требующие ремонта, заменяют новыми или заранее отремонтированными).

1.6.4. Конструкторская подготовка

Конструкторская подготовка ремонта подразумевает под собой обеспечение ремонтной службы предприятия необходимыми чертежами и технической документацией. Она проводится по следующим направлениям:

- разработка чертежей на нестандартные средства механизации ремонтных работ и изготовления (восстановления) деталей;
- получение от изготовителей рабочих чертежей на отдельные агрегаты, узлы и детали;
- перенаправление наиболее сложных и ответственных чертежей по разработке средств механизации проектно-конструкторскому отделу.

Конструкторская разработка ремонтной документации происходит в соответствии с правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). ЕСКД состоит из комплекса государственных стандартов, которые устанавливают правила выполнения и оформления конструкторской документации, применяемой организациями и предприятиями в пределах страны.

1.6.5. Технологическая подготовка

Технологическая подготовка включает в себя заранее подготовленную ремонтной службой следующую документацию:

- технические условия (устанавливают технические требования, которым должно удовлетворять конкретное электрооборудование) на капремонт оборудования;
- перечни типовых ремонтных работ, выполняемых при различных видах ремонтных работ оборудования;
- карты технологических процессов по ремонту, исправлению деталей;
- альбомы чертежей деталей, которые надлежит изготовить в запланированный срок.

Технические условия на капремонт являются основной формой ремонтной документации. Без них невозможно провести качественный и правильный ремонт оборудования. В этом документе прописано, какими характеристиками должно обладать оборудование после ремонта (в нем

указываются технические требования, параметры и показатели). Этот документ к тому же определяет наименование ремонтных работ, порядок и способы их выполнения.

Согласно ЕСКД допускается разработка как индивидуальных, так и групповых ТУ. Индивидуальные ТУ предусмотрены для конкретной единицы оборудования, групповые предусмотрены для комплекса, линии, установки и пр.

В ТУ записана общая информация об устройстве и назначении оборудования, его техническая характеристика, основные аспекты организации ремонта, технология ремонта отдельного оборудования, допуски и посадки (посадка - характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки; допуск посадки - сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение) при восстановлении деталей, методы контроля и испытания.

Карты технологических процессов прорабатываются только для тех способов восстановления деталей, которые используются в реальной практике на предприятиях.

Технологическая подготовка ремонта включает в себя обеспечение рабочих мест нестандартизованным оборудованием, технологической оснасткой, приспособлениями, инструментом и т.д.

Каждый ремонтный участок должен заранее оснащаться необходимыми средствами для перемещения оборудования, специальным инвентарём, средствами механизации выполнения ремонтно-технологических работ.

1.7. Управление техническим обслуживанием и ремонтом

Управление техническим обслуживанием и ремонтом целесообразно осуществлять по следующей схеме.

Персонал, осуществляющий техническое обслуживание и ремонт оборудования и сооружений подстанций 35-110 (220) кВ, подчиняется

различным инстанциям. Так, при функциональной структуре управления - службе подстанций; при территориальной структуре управления - руководству ПЭС, а в техническом отношении - службе подстанций; при смешанной структуре управления - службе подстанций и руководству районов электросети.

Персонал подстанций напряжением 220 кВ и выше подчиняется службе подстанций. На крупных подстанциях (от 800 условных единиц и более) или группах подстанций персонал подчиняется соответственно начальнику подстанции или начальнику группы подстанций. При наличии в ПЭС цеха централизованного ремонта (ЦЦР) ремонтные бригады подстанций входят в состав этого цеха.

В части электрических сетей осуществляется функциональное обособление персонала, выполняющего работы по капитальному и среднему ремонту, от технического обслуживания. Помимо того происходит организационно-финансовое обособление ремонтных подразделений ПЭС, поэтапное создание или развитие действующих сервисных ремонтных организаций.

Работы по техническому обслуживанию ВЛ и подстанций осуществляются в полном объеме, как правило, персоналом ПЭС. Ремонт электрических сетей выполняется как собственным персоналом электросети - хозяйственным способом, так и подрядным способом.

Ремонт оборудования подстанций 35-110 кВ выполняется специализированными бригадами ПЭС, специализированными ремонтными или монтажно-наладочными организациями.

1.8. Подготовка и сдача оборудования в ремонт

Остановка оборудования на ремонт осуществляется в соответствии с месячным (годовым) графиком ремонта.

На подготовку и остановку на ремонт сложного оборудования, а также остановку или частичную разгрузку нескольких технологически взаимосвязанных объектов издается приказ по предприятию, в котором указываются:

- сроки подготовки и ремонта;
- ответственные за безопасность работы;
- ответственные за подготовку оборудования к ремонту;
- руководители ремонта по объектам, ответственные за качество и выполнение ремонта в установленные сроки.

Вывод в ремонт неосновного оборудования производится на основании записи мастера по ремонту цеха в сменном журнале. Перед этим остановка оборудования на ремонт должна быть согласована с начальником цеха.

Ответственными за вывод основного оборудования в ремонт могут быть начальник отделения, начальник смены, мастер производства.

Вывод оборудования в ремонт и все ремонтные работы должны проводиться в полном соответствии с требованиями, изложенными в инструкциях и правилах, действующих на предприятии, в частности:

- по охране труда, промышленной и пожарной безопасности цеха, в котором проводятся работы;
- по организации и ведению работ в газоопасных местах и порядку оформления разрешений на право выполнения этих работ на предприятии;
- о порядке проведения огневых работ;
- о порядке работы сторонних цехов и служб предприятия в энергетических цехах.

Оборудование останавливают на ремонт в соответствии с инструкцией по эксплуатации (пуску, обслуживанию и остановке) этого оборудования.

1.9. Проведение ремонта

После приема оборудования в ремонт руководитель ремонта является ответственным за соблюдение общего порядка на выделенном для ремонта месте, за соблюдение ППБ и срока выполнения работ.

Руководитель ремонта перед началом работ должен выполнить следующие мероприятия:

- обеспечить безопасные условия работы;
- организовать установку лесов и средств механизации трудоемких работ (если это нельзя было выполнить заранее);
- привлечь при необходимости рабочих других предприятий и цехов к выполнению ремонтных работ;
- оформить разрешение на производство огневых и газоопасных работ;
- провести инструктаж ремонтного персонала о порядке выполнения работ, по ППБ, об основных опасных и вредных производственных воздействиях в данном цехе. О проведенном инструктаже делается запись в журнале инструктажа.

При остановке оборудования на ремонт производственный персонал, не занятый на работающем оборудовании, может быть задействован в ремонтных работах по распоряжению начальника цеха.

Устранение дефектов производится силами ремонтного подразделения. Ответственным за качество устранения неисправностей является мастер по ремонту.

1.10. Приемка объектов

Приемка объектов электрических сетей из капитального, среднего ремонта и модернизации производится комиссией, состав которой устанавливается главным инженером ПЭС. Комиссия состоит из лиц,

ответственных за эксплуатацию объектов, ответственных исполнителей ремонта, представителей производственных служб, руководителей групп испытаний, лабораторий. Также в состав комиссии может входить представитель сетевой, управляющей компании, МЭС.

Комиссии предоставляются документы, в которых охарактеризовано состояние объектов до ремонта, объем и качество выполненных ремонтных работ и качество отремонтированных объектов. К этим документам относятся:

- ведомости неисправностей и дефектов, подлежащих исправлению при ремонте;
- ведомости работ, осуществлённых во время ремонта;
- протоколы технических решений по обнаруженным, но не исправленным дефектам;
- протоколы испытаний, карты измерений, ведомости основных параметров технического состояния оборудования до и после выполнения ремонтных работ;
- перечень отраслевых предписаний, циркуляров, информационных сообщений производителей, требования которых выполнены в процессе ремонта, модернизации;
- сертификаты на возможность использования в процессе ремонта материалов, запчастей;
- акты на скрытые ремонты;
- прочие документы.

Далее собирается комиссия, которая даёт оценку отремонтированного объекта и ремонтных работ на основании проведённой проверки. Она проверяет документацию, осматривает отремонтированный объект, испытывает оборудование в течение месячного использования. После чего составляет акт сдачи-приемки отремонтированного, модернизированного объекта электрических сетей по утверждённой форме.

Оценка качества отремонтированного объекта характеризует его техническое состояние после ремонта и модернизации. При чём, если

приемочная комиссия принимает объект из ремонта в эксплуатацию, то результаты могут:

- либо соответствовать требованиям НТД (нормативно-технической документации);
- либо соответствовать требованиям НТД с ограничениями.

Оценка качества выполненных ремонтных работ производится с учетом основных и дополнительных требований.

К основным требованиям относятся:

- выполнение согласованной ведомости объема ремонтов, в том числе выявленных при ремонте объемов;
- выполнение ремонтным персоналом требований по ремонту объекта;
- отсутствие оценки качества отремонтированного объекта «соответствует требованиям НТД с ограничениями» по вине исполнителей ремонта;
- отсутствие отказов объекта в течение срока подконтрольной эксплуатации по вине исполнителей ремонта.

К дополнительным требованиям относятся:

- наличие полного комплекта документов по ремонтным работам;
- соответствие выполненных технологических операций требованиям технической документации;
- проведение контроля качества продукции (материалов и запасных частей) завода-изготовителя, используемой при ремонте.

Оценка «отлично» ставится в том случае, если выполнены все основные и дополнительные требования, оценка «хорошо» - если выполнены все основные и не менее 50% дополнительных требований, оценка «удовлетворительно» - если выполнены все основные и частично дополнительные требования, оценка «неудовлетворительно» - в случае невыполнения одного и более основных требований.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПОДСТАНЦИИ 110/10 кВ

Оценка электрического хозяйства показывает необходимость капитального ремонта подстанции 110/10 кВ.

В данном разделе рассматривается ряд вопросов, решение которых позволит выявить необходимый объём работ по улучшению технического состояния действующей подстанции. Особое внимание следует уделить электрическому оборудованию подстанции – физическому износу.

2.1. Главная схема электрических соединений подстанции

Электрическая подстанция 110/10 кВ представляет собой электроустановку для приёма, преобразования, транзита и распределения электрической энергии. Подстанция включает в себя распределительные устройства (ОРУ-110кВ, КРУН-10 кВ), два трансформатора (ТМН-6300/110, ТМН-2500/110), устройства управления и другие вспомогательные устройства. Питание подстанции осуществляется по двум воздушным линиям: ВЛ-110 кВ и ВЛ-110 кВ.

В приложении А представлена нормальная схема электрической подстанции 110/10 кВ. На открытом распределительном устройстве 110 кВ применена схема: две системы шин, секционированные выключателем и ремонтной перемычкой, РП-1 нормально отключен.

На низкой стороне 10 кВ применена схема с одной секционированной системой шин. В нормальном режиме работы секционный выключатель СВ-10 кВ отключен. При аварийном отключении силового трансформатора или питающей линии секционный выключатель СВ-10 кВ включается автоматически при помощи АВР.

Подстанция 110/10 кВ является проходной и служит для транзита электроэнергии между двумя населенными пунктами. Так же большое значение

подстанция несет для потребителей по низкой стороне, таких как: близлежащие села и деревни со своими хозяйствами и котельными, оздоровительная база отдыха, а также подстанция, которая питает насосы карьера для водоснабжения города.

Насосы карьера относятся к потребителям I категории. Перерыв электроснабжения данного потребителя может привести к нарушению технологического процесса, что повлечёт за собой тяжёлый материальный ущерб. Чтобы обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей I категории, они должны питаться от двух трансформаторной подстанции. Тогда перерыв в электроснабжении произойдёт на время автоматического восстановления питания, что допустимо ПУЭ.

2.2. Основное электрическое оборудование подстанции

Расположение оборудования подстанции выполнено в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП) и правилами устройства электроустановок (ПУЭ). Территория подстанции ограждена сетчатым забором поверх которого натянута «егоза» от проникновения на территорию

Подстанция состоит из следующих распределительных устройств: ОРУ-110 кВ и КРУН-10 кВ.

ОРУ-110 кВ выполнено из 2 секций, состоящих в основном из алюминиевых шин и разъединителей. Все оборудование ОРУ расположено железобетонных конструкциях. По территории ОРУ предусматриваются проезды для возможности монтажа и ремонта оборудования.

Сборные шины в ОРУ 110 кВ выполнены из алюминиевых шин к которым подключено оборудование при помощи провода АС-120.

Фундамент под трансформаторы выполнен из плит НСП на гравийной подушке и блоков ФБС. Под трансформатором устроен маслоприёмник. Ограждение маслоприёмник выполнено из бордюра БР 100.20.8.

Кабели оперативных цепей, цепей управления, релейной защиты и автоматики прокладываются в кабельном канале железобетонной конструкции без заглубления в почву или в металлических лотках, подвешенных к конструкции ОРУ.

КРУН-10 кВ комплектуется шкафами типа К-47 и К-59 и представляет собой отдельно стоящий блок высоковольтных ячеек с коридором управления шкафа трансформатора собственных нужд (ТСН) и шкаф ВЧ-связи.

Конструктивно в шкафах выделены следующие отсеки:

- аппаратура главных цепей – отсек выкатного элемента;
- сборные шины – отсек сборных шин;
- отсек линейных присоединений;
- аппаратура релейной защиты и автоматики – отсек вторичной коммутации.

На выкатном элементе устанавливается масляный выключатель серии ВК-10, секционные разъединители, трансформаторы напряжения, предохранители. Трансформаторы тока и сборные шины располагаются в отдельных отсеках. Выкатной элемент в шкафах имеет два фиксированных положения: рабочее и контрольное (испытательное). Перемещение выкатного элемента из одного положения в другое осуществляется с помощью механизма выкатывания, при этом токоведущие части закрываются защитными шторками. Фиксирующие устройства обеспечивают закрепление выкатного элемента и исключают возможность его самопроизвольного перемещения внутри шкафа при работе всех механизмов как в нормальном режиме, так и при коротком замыкании. Шкафы выполнены таким образом, что обеспечивается безопасность персонала при их осмотре и обслуживании, включая работы в отсеке выключателя и кабельном отсеке (в том числе присоединение-отсоединение силовых кабелей) при наличии напряжения на сборных шинах КРУ и без нарушения нормальной работы цепей в соседних шкафах.

2.2.1. Силовые трансформаторы и трансформаторы собственных нужд

На ПС 110/10 кВ установлено два силовых двухобмоточных трансформатора: Т-1 и Т-2 типа ТМН-6300/110 и ТМН-2500/110. Нейтрали обмоток трансформаторов в нормальном состоянии разземлены для снижения токов короткого замыкания. В таблице 1 представлены характеристики силовых трансформаторов Т1 и Т2.

Таблица 1 - Основные технические характеристики силовых трансформаторов Т-1 типа ТМН-6300/110 и Т-2 типа ТМН-2500/110

Параметр	Величина	
	Т-1	Т-2
Тип	ТМН	ТМН
Номинальная мощность $S_{ном}$, кВ·А	6300	2500
Номинальное напряжение ВН, кВ	115	115
Номинальное напряжение НН, кВ	11	11
Напряжение короткого замыкания U_k , %	10,5	10,5
Потери короткого замыкания ΔP_k , кВт	44	22
Ток холостого хода I_x , %	1	1,5
Потери холостого хода ΔP_x , кВт	10	5,5
Схема соединения обмоток	Y- \circ / Δ -11	Y- \circ / Δ -11
Тип РПН	РС-4	РС-4
Пределы регулирования напряжения	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 8 \times 2\%$
Тип встроенных трансформаторов тока, коэффициент трансформации	ТВТ-110	ТВТ-110 300/5
Год изготовления	1986	1980

Мощность потребителей собственных нужд подстанции не велика, поэтому они присоединяются к сети 380/220 В через понижающие

трансформаторы ТСН-1, ТСН-2 и ТСН-3 типа ТМ-63/10, ТМ-40/10 ТМ-100/10 соответственно.

Трансформаторы собственных нужд присоединены отпайками к вводам силовых трансформаторов Т1 и Т2 и защищены предохранителями типа ПК-10, а ТСН-3 подключен отпайкой к линии 10 кВ которое имеет двойное питание. В таблице 2 представлены характеристики трансформаторов ТСН-1, ТСН-2, ТСН-3.

Таблица 2 - Технические характеристики ТСН

Параметр	Величина		
	ТСН-1	ТСН-2	ТСН-3
Тип	ТМ	ТМ	ТМ
Номинальная мощность $S_{ном}$, кВ·А	63	40	100
Номинальное напряжение $U_{ном}$, кВ	10	10	10
	0,4	0,4	0,4
Напряжение короткого замыкания $U_{к}$, %	4,7	4,5	4,5
Потери короткого замыкания $\Delta P_{к}$, кВт	1,28	0,9	2,07
Ток холостого хода $I_{х}$, %	2,6	2,5	2,2
Потери холостого хода $\Delta P_{х}$, кВт	0,23	0,15	0,27
Схема соединения обмоток	Y/Y-о	Y/Y-о	Y/Y-о
Пределы регулирования напряжения	$\pm 2 \times 2,5\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$
Год изготовления	1985	1991	нет данных

2.2.2. Основное коммутационное оборудование

Основными коммутационными аппаратами в ОРУ-110 кВ являются разъединители, отделители и короткозамыкатели.

В качестве коммутационного аппарата, предназначенного для отключения и включения электрических цепей без тока или с незначительным током и для

создания видимого разрыва в воздухе, на действующей ПС 110/10 кВ используются разъединители типа РНДЗ-2-110, РНДЗ-1-110. Характеристики разъединителей ОРУ-110 кВ представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические параметры разъединителей типа РНДЗ-110

Параметр		Величина
Номинальное напряжение, кВ		110
Номинальный ток, А		1000
Главные ножи	предельный сквозной ток, кА	80
	ток термической стойкости, кА,	31,5
	допустимое время его действия, с	3
Заземляющие ножи	предельный сквозной ток, кА	80
	ток термической стойкости, кА,	31,5
	допустимое время его действия, с	1
Тип изолятора		ИОС-110-400
Год изготовления		1984

Для защиты трансформатора по высокой стороне используется схема ОД-КЗ. Технические характеристики на отделитель и короткозамкатель представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Технические характеристики короткозамкателей типа КЗ-110 и отделителей типа ОДЗ-110-1000

Параметр		Величина	
		КЗ-110	ОД-110
Номинальное напряжение, кВ		110	110
Номинальный ток, А		-	630
Главные ножи	ток термической стойкости, кА,	12,5	12,5
	допустимое время его действия, с	3	4
Полное время	включения (без гололёда/при гололёде), с.	0,18/0,28	-
	отключения (без гололёда/при гололёде), с.	-	0,4/0,5
Тип привода		ПРК-1	ПРО-1
Год установки		1986	1986

Для соединения нейтралей силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 с контуром заземления электрической подстанции установлены заземлители типа ЗОН-110. Характеристики заземлителей приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Технические характеристики заземлителей типа ЗОН-110

Параметр		Величина
Номинальное напряжение, кВ		110
Наибольшее рабочее напряжение, кВ		126
Номинальный ток, А		400
Главные Ножи	ток термической стойкости, кА,	6,3
	допустимое время его действия, с	3
Тип привода		ПРН-11
Тип изолятора		УСТ-110
год установки		1972/1985

В КРУН-10 кВ установлены маломасляные выключатели типа ВК-10.

Их параметры приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Технические характеристики выключателей ВК-10

Параметр	ВК-10
Номинальное напряжение, кВ	10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12
Номинальный ток, А	630
Номинальный ток отключения, кА	20
Наибольший предельный сквозной ток, кА	52
Ток термической стойкости, кА, допустимое время его действия, с	20 4
Полное время отключения, с	0,07
Собственное время отключения (с приводом), с	0,05
Собственное время включения выключателя (с приводом), с	0,075
Минимальная бестоковая пауза при АПВ, с	0,5
Год установки	1986,1991

Для создания транзита и возможности вывода в ремонт секций 110 кВ установлен секционный выключатель 110 кВ типа ВГТ-110. Параметры выключателя приведены в таблице 7.

К этим параметрам относятся сила тока отключения, наибольший предельный сквозной ток, ток термической стойкости, номинальное и наибольшее рабочее напряжение, полное и собственное время отключения и собственное время включения, дата изготовления и т.д.

Таблица 7 - Технические характеристики выключателей ВГТ-110

Параметр	ВГТ-110
Номинальное напряжение, кВ	110
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126
Номинальный ток, А	2500
Номинальный ток отключения, кА	40
Наибольший предельный сквозной ток, кА	102
Ток термической стойкости, кА, допустимое время его действия, с	40 3
Полное время отключения, с	0,55
Собственное время отключения (с приводом), с	0,035
Собственное время включения выключателя (с приводом), с	0,13
Минимальная бестоковая пауза при АПВ, с	0,3
Тип привода	ППрК
Год установки	1997

2.2.3. Измерительное оборудование

На вводах силовых трансформаторов на стороне 110 кВ установлены трансформаторы тока типа ТВТ-110 300/5, ТФНД-110, ТФЗМ-110, на стороне 10 кВ – ТОЛ-10, ТЛМ-10. Технические данные этих трансформаторов тока представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Технические характеристики трансформаторов тока

Параметр	Величина				
	ТПОЛ-10	ТЛМ-10	ТФЗМ-110	ТВТ-110	ТФНД-110
Номинальное напряжение, кВ	10	10	110	110	110
Номинальный коэффициент трансформации	1000/5	1000/5	300/5	150/5	200/5
Номинальный класс точности вторичной обмотки	0,5	0,5,10P	0,5,10P	10P	0,5,10P
Кратность тока термической стойкости	27	26	16	25	16
Время протекания тока термической стойкости, с	3	3	3	3	3

Для измерения напряжения установлены трансформаторы напряжения типа НАМИ-10 и НКФ-110, технические данные которого представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические характеристики трансформаторов напряжения

Параметр		Величина	
Номинальное напряжение, кВ		10	110
Класс точности		0,5	0,5
Номинальное напряжение обмоток, В	Первичной	10000	110000: $\sqrt{3}$
	основной вторичной	100	100: $\sqrt{3}$
	дополнительной вторичной	100/3	100
Номинальная мощность, В·А		120	200
Предельная мощность, В·А		1000	2500

2.3. Оценка состояния электрического оборудования подстанции

1 очередь ПС 110/10 кВ была введена в работу 1992 году, 2 очередь в 1997г. Таким образом, оборудование ПС находится в работе от 20 до 25 лет, что подходит к номинальному сроку службы оборудования. На основании

комплексного обследования ПС 110 /10 кВ было выявлено, что: в целом оборудование ПС находится в пригодном для дальнейшей эксплуатации, схема ОД-КЗ хоть и является устаревшей, но полностью обеспечивает надежность защиты.

При оценке технического состояния оборудования выявили следующее: согласно периодичности ремонтов элегазового выключателя типа ВГТ-110 требуется проведение капитального ремонта выключателя; опорные изоляторы всех разъединителей, отделителей и короткозамыкателей требуется заменить на полимерные по причине частичного износа цементных швов фланцев изоляторов, наличия трещин и сколов пока не превышающих ГОСТ 13873-68 но представляющих опасность в будущем; маломасляные выключатели типа ВК-10 требуют проведения текущих и капитальных ремонтов по причине выработки своих коммутационных ресурсов; остальное оборудование требует проведения технического обслуживания и текущих ремонтов; так же необходима покраска оборудования, сборных шин, силовых трансформаторов, железобетонных опорных конструкций и ограждения ПС.

В данной главе были описаны технические характеристики оборудования ПС, представлена нормальная схема, описана её работа, расположение и комплектация ОРУ-110 кВ и КРУН-10 кВ, сделано заключение о состоянии оборудования ПС 110/10 кВ.

3. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ЭЛЕГАЗОВЫЙ КОЛОНКОВЫЙ ВГТ-110

Выключатель ВГТ-110 предназначен для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах, а также работы в циклах АПВ (автоматического повторного включения) в сетях трехфазного переменного тока частоты 50 Гц с номинальным напряжением 110 кВ (приложение Б).

Выключатель изготовлен в климатическом исполнении У, категории размещения 1 ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1. Он предназначен для использования в открытых и закрытых распределительных устройствах в районах с умеренным и холодным климатом при следующих условиях:

- окружающая среда должна быть невзрывоопасной, не содержать агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляционный материал;
- верхнее значение температуры окружающего воздуха, при котором выключатель работает исправно, составляет плюс 40°С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха, при котором выключатель работает исправно, составляет минус 45°С;
- при гололеде с толщиной корки льда до 20 мм и ветре скоростью до 15м/с, а при отсутствии гололеда - при ветре скоростью до 40 м/с;
- высота установки над уровнем моря не более 1000м;
- сейсмическая активность – до 9 баллов по шкале MSK-64;
- тяжение проводов (усилие, с которым их натягивают) в горизонтальном направлении - не более 1000 Н (100кГс).

Основные технические данные выключателя приведены в приложении В.

Выключатели выполняют нижеперечисленные операции и циклы:

- отключение (О);
- включение (В);
- включение - отключение (ВО), в том числе - без преднамеренной выдержки времени между операциями (В) и (О);

- отключение - включение (ОВ) при любой бесконтактной паузе, начиная от $t_{бк}$, соответствующей $t_{бт}$;
- отключение - включение - отключение (ОВО) с интервалами времени между операциями согласно п.п.3 и 4;
- коммутационные циклы:
 - О - 0,3 с - ВО - 180 с - ВО
 - О - 0,3 с - ВО - 20 с - ВО
 - О - 180 с - ВО - 180 с - ВО

Допустимое для каждого полюса выключателя без осмотра и ремонта дугогасительных устройств (узлов высоковольтного выключателя, предназначенных для гашения электрической дуги, которая возникает на контактах выключателя при размыкании цепи [21]) число операций отключения составляет:

- при токах в диапазоне свыше 60 и до 100% номинального тока отключения - 20 операций;
- при токах в диапазоне свыше 30 и до 60% номинального тока отключения - 50 операций;
- при рабочих токах, равных номинальному току - 5000 операций «включение - произвольная пауза - отключение».

Допустимое число операций включения для токов короткого замыкания должно составлять не более 50% от допустимого числа операций отключения; допустимое число операций включения при нагрузочных токах равно допустимому числу операций отключения.

Выключатели имеют такие показатели надежности и долговечности:

- ресурс по механической стойкости до первого ремонта – 10000 циклов «включение - произвольная пауза - отключение» (В - t_n - О);
- по инструкции срок службы до первого ремонта составляет не менее 20 лет, если до этого срока не исчерпаны ресурсы по механической или коммутационной стойкости;
- срок службы выключателя – не менее 40 лет.

3.1. Принцип действия выключателя

Выключатели серии ВГТ относятся к электрическим коммутационным аппаратам высокого напряжения, в которых гасящей и изолирующей средой является элегаз (элегаз — тяжелый газ, обладающий высокими электроизолирующими свойствами, высоким напряжением пробоя, при этом практически инертный). Выключатель ВГТ-110 состоит из трех полюсов (приложение Г), установленных на общей раме и механически связанных между собой. Все полюса выключателя находятся под управлением одного пружинного привода типа ППрК.

Принцип работы выключателей основан на гашении электрической дуги потоком элегаза (газовой смеси). Этот поток появляется вследствие перепада давления, обеспечиваемой тепловой энергией самой дуги. Включение выключателей производится за счет энергии включающих пружин привода, а отключение - за счет энергии пружины отключающего устройства выключателя.

3.2. Техническое обслуживание выключателя

Выключатель ВГТ-110 имеет высокие ресурсы по коммутационной и механической стойкости и при правильной эксплуатации может не требовать ремонта до 20 лет. В период между ремонтами необходимо проводить техническое обслуживание аппарата, которое включает: его визуальный осмотр; контроль отдельных, изменяющихся параметров; проведение некоторых, не требующих разборки полюсов профилактических работ.

Детали элегазового выключателя в процессе использования постепенно изнашиваются. И при их значительном износе возникают аварийные ситуации. Для того, чтобы срок службы коммутационного аппарата был наиболее длительным, и для предотвращения аварийных ситуаций необходимо

периодически по установленным графикам проводить техническое обслуживание выключателя.

При составлении графиков проведения технического обслуживания – текущего и капитального ремонтов, руководствуются данными о количестве выполненных коммутационных операций. Технологическая карта текущего ремонта представлена в приложении Д.

Установлены определенные сроки, по истечению которых, вне зависимости от количество коммутационных операций, производится техническое обслуживание. В соответствии с требованиями завода-изготовителя этот срок составляет 25 лет. После того, как выключатель отработал 12 лет с момента его ввода в эксплуатацию, или в случае совершения им 50% допустимых операций включения/выключения производят его контрольный осмотр.

Техническое обслуживание подразумевает под собой проверку деталей выключателя, при необходимости их замену, а также предупреждение дальнейшего окисления и повреждения деталей. Элегазовые выключатели, эксплуатируемые на открытых распределительных устройствах электроустановок, подвержены скапливанию конденсационной влаги непосредственно в шкафу привода самого выключателя. Эта влага может привести к повреждению механизма привода выключателя и вторичных цепей управления и сигнализации. Поэтому в приводе выключателя предусмотрены специальные нагревательные резисторы, которые защищают его от вредоносного действия влаги и всегда должны быть включены в работу.

Коммутационные операции (включение и отключение) выключателем элегазового типа следует производить, начиная от минимально допустимого давления элегаза и выше. Иначе может возникнуть повреждение выключателя. Поэтому предусмотрена сигнализация, которая сообщает о снижении давления элегаза в выключателе, а также блокировка цепей управления выключателем при понижении давления элегаза до недопустимого уровня.

Оперативный персонал подстанции должен производить осмотр элегазового выключателя ежедневно, а также один раз в две недели в вечернее или ночное время суток. Также необходимо проводить дополнительные осмотры, если произошло автоматическое отключение коммутационного аппарата. Причинами автоматического отключения могут быть неблагоприятные климатические условия, сильное загрязнение, аварийные ситуации.

3.3. Разработка инструкции технического обслуживания выключателя ВГТ-110

В методической части ВКР в качестве узла электроснабжения подстанции 110кВ будет рассмотрена инструкция технического обслуживания ВГТ 110. Структура инструкции будет описана по ГОСТ-2.610-2013 ранее ГОСТ-2006.

Общие указания

Эксплуатация выключателя (рисунок 1) должна производиться специалистами, ознакомившимися с мерами безопасности. Персонал, обслуживающий выключатель, должен изучить Руководство по эксплуатации выключателя и привода, знать устройство и работу аппарата. При исправной работе выключателя его техническое обслуживание и ремонт должны производиться согласно предписаниям. Между техническими осмотрами рабочими проводятся считывания показаний датчика плотности, для своевременного пополнения аппарата элегазом.

Меры безопасности

Монтаж, наладка, регулирование, испытания и эксплуатация выключателя должны производиться в соответствии с действующими нормативными актами по технике безопасности.

Персонал, работающий с выключателем, должен быть ознакомлен с устройством выключателя и привода, изучить руководства по их эксплуатации, знать правила техники безопасности и пройти необходимый инструктаж.

Оперирование выключателем

При подаче командного импульса на включающий электромагнит привода его пружины поворачивают выходной рычаг так, что соединенные с ним тягами наружные и внутренние рычаги полюсов поворачиваются по часовой стрелке, а изоляционные тяги передают движение их подвижным контактам. Последние движутся прямолинейно вверх, направляемые втулками. Через ≈ 75 мм хода розеточный дугогасительный контакт встретится с дугогасительным неподвижным контактом, а через 15 мм после этого - коснутся главные контакты полюсов. Ход главных подвижных контактов после смыкания с неподвижными составляет около 40 мм. При движении подвижных контактов вверх полость Б механизма подвижного контакта увеличивается в объеме, давление в ней падает, что приводит к закрытию обратного клапана, открытию обратного клапана и, как следствие, всасыванию в полость Б свежей порции газа. Поскольку в конце процесса включения действие включающих пружин привода на его выходной рычаг, а, следовательно, и на тяги передаточного механизма выключателя прекращается - подвижные контакты полюсов оказываются под действием только отключающей пружины, вследствие чего они меняют направление движения. Обратный ход контактов до фиксированного включенного положения не превышает 10 мм.

Для отключения командный импульс подается на один из отключающих электромагнитов привода, что снимает с защелки его выходной рычаг и позволяет отключающей пружине повернуть рычаги полюсов против часовой стрелки до упора серьги привода в ограничитель хода ведомого (выходного) рычага. При этом подвижные контакты всех трех полюсов синхронно переводятся в нижнее (отключенное) положение. В ходе движения контактов вначале происходит размыкание главных контактов (прерывается связь гильзы с ламелями), а затем размыкаются и дугогасительные контакты.

Средний ремонт

Средние ремонты выключателя проводится после 10 лет его эксплуатации или по использовании механического или коммутационного ресурсов аппарата.

Необходимость проведения ремонта наступает в случае, если будет совершено максимальное количество коммутационных операций. В случае аварий или повторяющихся отказов могут проводиться внеплановые средние ремонты. Решение о проведении ремонта принимает эксплуатирующая организация самостоятельно, либо по согласованию с изготовителем. Наиболее предпочтительным вариантом среднего ремонта является вариант с заменой полюсов на новые. При этом демонтируемые полюсы (после откачки из них элегаза) заполняются азотом и отправляются на завод - изготовитель, где их ремонтируют. На месте их использования производится ремонт, не требующий вскрытия полюсов; а также ремонт со вскрытием полюсов для замены дугогасительного устройства (ДУ), изоляционной тяги и (или) поворотного механизма. Часто производят ремонт этих узлов для повышения их работоспособности, утраченной во время эксплуатации.

Капитальный ремонт

Капитальный ремонт выполняется либо после 20 лет эксплуатации выключателя, либо по использовании коммутационного или механического ресурсов. В последнем случае ДУ рекомендуется заменить полностью. Если такой возможности нет, то обязательна замена:

- подвижной части механизма подвижного контакта (МПК);
- неподвижного контакта, если обнаружено значительное обгорание ламелей его основного контакта или износ их серебряного покрытия;
- изоляционной тяги, при обнаружении на ней расслоения или разрывов наружного слоя.

Прочие составные части дугогасительного устройства (при невозможности полной его замены) могут быть использованы после осмотра и восстановительного ремонта.

Контроль наличия утечек элегаза

В настоящее время все элегазовые выключатели оснащаются устройствами контроля давления элегаза внутри камеры. Эти устройства могут различаться по конструкции. Соответственно они обеспечивают либо

визуальное отображение давления (манометры), либо осуществляют контроль давления с выводом показателей (датчики давления). Но независимо от этого контроль наличия утечки элегаза всегда проводится по показаниям контрольных приборов выключателя.

Контроль давления элегаза по показаниям измерительных приборов должен проводиться постоянно. Если эти устройства оборудованы контактами сигнализации, то эти контакты должны быть включены в общую систему сигнализации распределительного устройства.

Проверка временных характеристик выключателя

Проверка временных характеристик выключателей производится перед вводом в эксплуатацию, через пять лет эксплуатации, а также при капитальном ремонте выключателя. Срок капитального ремонта выключателя необходимо устанавливать на основании рекомендаций завода-изготовителя. Проверка временных характеристик элегазовых выключателей производится при номинальном напряжении оперативного тока. Временные параметры включения и отключения выключателей должны соответствовать паспортным данным. Ориентировочно время включения элегазового выключателя колеблется в пределах 0,05 – 0,08 секунд, время отключения – в пределах 0,05 – 0,07 секунд.

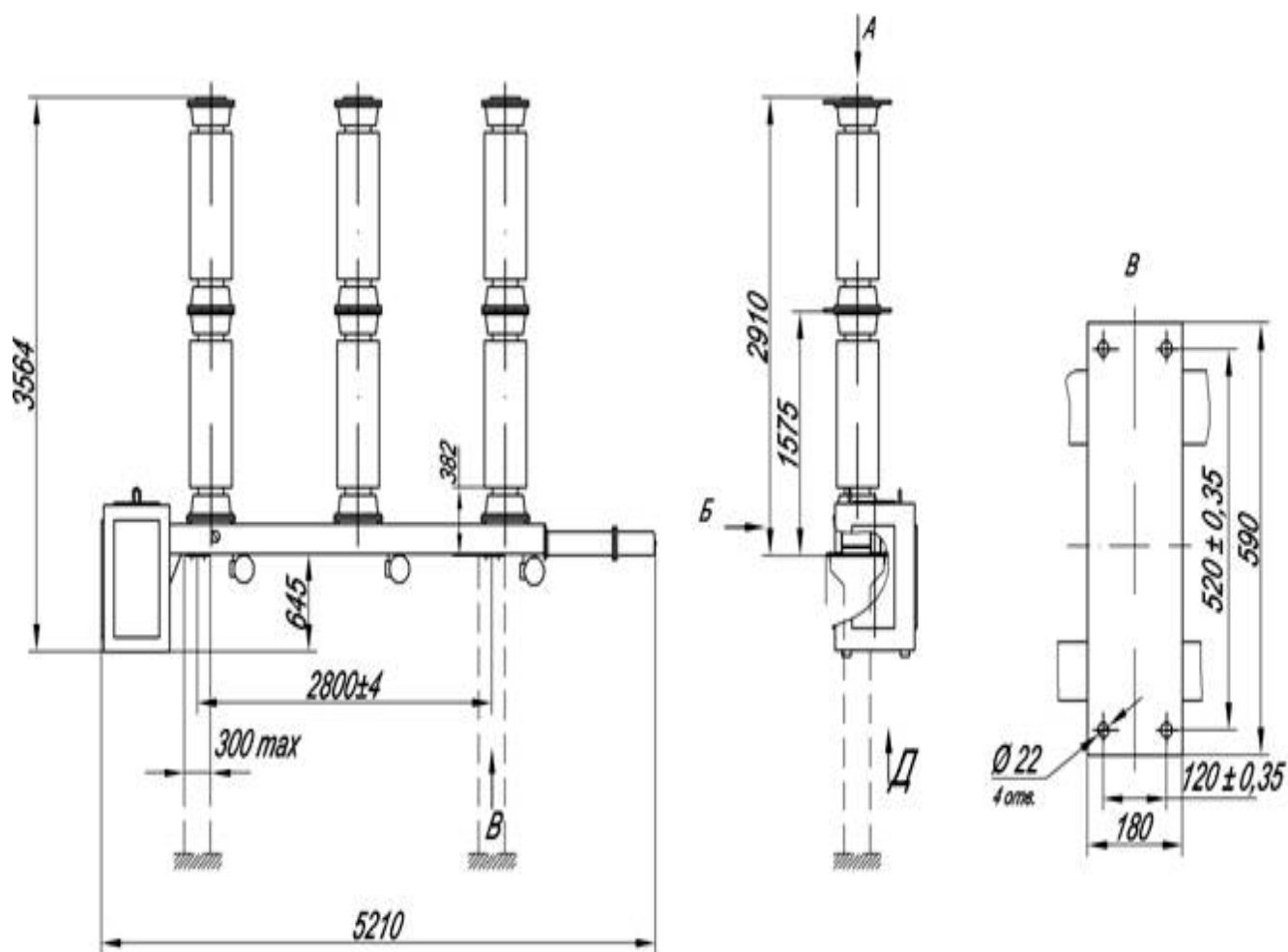


Рисунок 1-Общий вид ВГТ 110

3.4. Преимущества и недостатки элегазового выключателя

В настоящее время использование элегаза в качестве дугогасящей среды, является наиболее перспективным и прогрессирующим направлением развития выключателей переменного тока высокого и сверхвысокого напряжения. Основные преимущества элегазового выключателя определяются хорошими физико-химическими свойствами элегаза. При правильном использовании оборудования, элегаз со временем не стареет и не требует такого тщательного ухода за собой, как масло.

Элегазовому выключателю также следующие характеристики: компактность; длительные межремонтные сроки, вплоть до отсутствия эксплуатационного обслуживания в течение всего срока службы; пожаробезопасность и повышенная безопасность обслуживания персоналом.

Интенсивная разработка элегазовых выключателей началась с 1980 г. и имеют большие перспективы при напряжениях 110...1150 кВ и токах отключения до 80 кА. В технически развитых странах элегазовые выключатели высокого и сверхвысокого напряжения (110-1150 кВ) практически вытеснили все другие типы аппаратов. Самые прогрессивные зарубежные фирмы почти полностью перешли на выпуск комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) и элегазовых выключателей для открытых распределительных устройств на классы напряжения 110 кВ и выше.

Выключатели элегазового типа имеют следующие достоинства:

- установка в электроустановках как закрытого, так и открытого исполнения;
- простота и надежность устройства;
- большой коммутационный ресурс контактной системы;
- высокая отключающая способность;
- быстрота срабатывания;
- взрыво- и пожаробезопасность;
- небольшие габаритные размеры и масса (в сравнении с масляным выключателем).

Выключатели элегазового типа имеют и следующие недостатки:

- высокие требования к качеству элегаза;
- использование специального оборудования для периодического обслуживания коммутационного аппарата;
- выработка в ходе использования элегаза фторидов.

Элегазовый выключатель является достойной заменой масляных и воздушных коммутационных аппаратов.

3.5. Основные принципы финансирования ремонта

Порядок финансирования ремонта оборудования определен ПБУ (Приказ Минфина РФ № 264н от 30.03.2001г.) и уточнен в Налоговом кодексе РФ (Федеральный закон № 57-ФЗ от 24.07.2002г.), ч. II, ст. 324.

Согласно перечисленным документам предприятиям предлагается самим выбрать и закрепить на длительное время в своей финансовой политике один из следующих методов финансирования ремонта основных фондов:

- по фактически произведенным затратам;
- создание резерва на предстоящий период;
- применение счета расходов будущих периодов.

Ни один из трех методов в отдельности не обеспечивает получения корректных результатов в соответствии опытом российских предприятий.

В финансовой политике предприятия применение способа «по фактически произведенным затратам», когда в эксплуатации более 70 % амортизированных основных фондов приводит к безудержному росту сверхнормативных денежных затрат на ремонты и не обеспечивает выполнения основных требований Федерального закона № 57-ФЗ «...по полезному использованию основных фондов», завышая издержки производства.

В финансовой политике предприятия применение только способа «создание резерва на предстоящий период» приводит к занижению реального спроса в денежных средствах на ремонт, потому что не учитывает затрат на капитальные ремонты оборудования с периодичностью ремонта более трех лет.

В финансовой политике предприятия применение только способа «применение счета расходов будущих периодов» не позволяет возможно учитывать потребности в финансах на ремонт с учетом состояния парка оборудования и сложившейся на предприятии структуры затрат на ремонты.

С учетом изложенного выше, а также анализа опыта работы российских предприятий, наиболее оптимальным решением является применение сочетания двух способов: второго и третьего.

3.6. Расчет размера капитальных вложений

Капитальные вложения состоят из затрат на приобретение материалов, комплектующих, транспортных расходов, затрат на демонтаж и монтаж оборудования и комплектующих, а также расходов, связанных с внедрением мероприятия – переобучение персонала. Расчет затрат приведен в таблице 10.

Таблица 10- Расчет затрат

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена единицы руб.	Стоимость руб.
Оборудование:				
Набор слесарно-монтажного инструмента	комп.	1	6000	6000
Микроомметр	шт.	1	41000	41000
Мегаомметр	шт.	1	19000	19000
Набор ЗИП	комп.	1	3000	3000
Материалы:				
Растворитель	л.	3	300	900
Ветошь	кг.	20	50	1000
Шкурка шлифовальная	м ²	1	600	600
Смазка УВС «Супер-КОНТ»	кг.	1	5000	5000
Смазка циатим 205	кг.	1	1500	1500
Герметик	упак.	1	150	150
Баллон с азотом	шт.	1	11000	11000
Масло трансформаторное ГК	кг	250	100	25000
Комплектующие:				
Стекланный изолятор	шт.	10	15000	150000
Дугогасительная камера	шт.	2	30000	60000
Токоотвод	шт.	4	15000	60000
Набор уплотнительных колец	компл.	5	1000	5000
ТЭН	шт.	10	150	1500
ИТОГО				390650

Расчет транспортных расходов:

Расходы на транспорт включают в себя: расходы на доставку комплектующего оборудования, материалов, оборудования; демонтаж выключателя с помощью крана, погрузка полюсов выключателя в бортовой автомобиль, доставка полюсов к месту проведения ремонта, разгрузка бортовой машины, после проведения ремонта погрузка, доставка, монтаж.

$$K_{\text{тр}} = K_3 \cdot m_1, \quad (16)$$

где m_1 - коэффициент нормативных затрат на транспортировку оборудования

$$m_1=0,15,$$

K_3 – затраты на оборудование, материалы и комплектующие.

$$K_{\text{тр}} = 390650 \cdot 0,15 = 58597 \text{ руб.}$$

Расчет расходов на демонтаж:

$$K_{\text{дем}} = K_3 \cdot m_2, \quad (17)$$

где m_2 - коэффициент нормативных затрат на демонтаж оборудования

$$m_2=0,05$$

$$K_{\text{дем}} = 390650 \cdot 0,05 = 19532 \text{руб.}$$

Расчет расходов на ремонт:

$$K_{\text{рем}} = K_3 \cdot m_3, \quad (18)$$

где m_3 - коэффициент нормативных затрат на ремонт оборудования

$$m_3=0,2$$

$$K_{\text{рем}} = 390650 \cdot 0,2 = 78130 \text{руб.}$$

Расчет расходов на монтаж и наладку

$$K_{\text{м}} = K_3 \cdot m_4, \quad (19)$$

где m_4 - коэффициент нормативных затрат на ремонт оборудования

$$m_4=0,15$$

$$K_{\text{тр}} = 390650 \cdot 0,15 = 58597 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты на ремонт выключателя

$$\sum K = K_3 + K_{\text{тр}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{рем}} + K_{\text{м}}, \quad (20)$$

$$\sum K = 390650 + 58597 + 19532 + 78130 + 58597 = 605506 \text{ руб.}$$

Расчет амортизационных отчислений:

$$A = K_3 \cdot \frac{1}{C_{\text{ПИ}}}, \quad (21)$$

где $C_{\text{ПИ}}$ - срок полезного использования;

K_3 – затраты на оборудование, материалы и комплектующие.

$$A = 390650 \cdot \left(\frac{1}{25}\right) = 15626 \text{ руб.}$$

Расчет расходов на эксплуатационное обслуживание:

вычисляем расходы при условии, что эксплуатационное обслуживание планируется проводить 1 раз в год. Затраты на эксплуатацию оборудования приняты в размере 20 % от показателей У-110, которые составляют 50200 рублей. (Экспертная оценка экономиста).

$$Z_{\text{эсп.вык.}} = 50200 \cdot 0,2 = 10040 \text{ руб.}$$

Результат проведенного расчета показал, что: затраты на капитальный ремонт составляют 605506 рублей, амортизационные отчисления в последующие годы эксплуатации составляют 15626 рублей, расходы на последующее эксплуатационное обслуживание 10040 рублей в год.

3.7. Экологическая безопасность

С целью повышения экологичности проекта приняты следующие меры.

При работе с трансформаторным маслом необходимо применять индивидуальные средства защиты (маслостойкую одежду, перчатки, средства защиты глаз и органов дыхания). При разливе масла необходимо собрать его сухой ветошью. Трансформаторные масла утилизируют. Так как оно может послужить источником загрязнения водоёмов, что может сказаться на качестве воды и повлиять на местную экосистему в целом. Также опасно возгорание

масла, так как оно может быть источником вредных для человека и животных газообразных веществ. Основные способы для утилизации - это переработка, сжигание и регенерация. Утилизацией отходов занимаются специализированные учреждения.

При работе с силикагелем необходимо использовать средства защиты органов дыхания, находясь на открытом воздухе или в проветриваемом помещении. Силикагель может быть подвергнут регенерации (осуществляется продувкой азотом при температуре 180 - 200 С) и сушке в специализированных печах. Утилизируют также специализированные учреждения.

Когда находишься в зоне действия электромагнитных полей без применения защитных средств, время пребывания в них должно быть строго ограничено.

Самыми общеизвестными методами утилизации твердых отходов являются сжигание или захоронение. Возможна еще повторная переработка металла, целлюлозы.

Для снижения потребления электроэнергии высокого напряжения необходимо систематически проводить техническое обслуживание и ремонты оборудования, с целью выявления большого сопротивления цепей, и его устранения.

В целом повышается экологичность проекта, снижается пагубное воздействие образующихся в процессе эксплуатации отходов и на экосистемы в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В электрических сетях около 70 % оборудования подстанций находятся в состоянии повышенного износа. За таким оборудованием требуется постоянный контроль. На данный момент активно производятся реконструкции и прочие работы по замене устаревшего оборудования. Но любое оборудование находящиеся в работе, требует периодического технического обслуживания и ремонта, для поддержания работоспособности и выявления неисправностей.

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен комплекс работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических сетей.

Рассмотрены системы планово-предупредительного ремонта энергетического оборудования, содержание и планирование работ по техническому обслуживанию.

Рассмотрен комплекс работ при техническом обслуживании и ремонте выключателя ВГТ -110.

Выполнен расчет капиталовложений в капитальный ремонт выключателя ВГТ-110.

Произведен анализ влияния вредных факторов на человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Анчарова Т. В., Рашевская М. А., Стебунова Е. Д. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. – Москва : Инфра-М, 2014. – 416 с.
- 2 Батищев В. А., Мартыненко Б. Г., Сысков С. Л., Щелков Я. М. – Энергосбережение: справочное пособие. – Екатеринбург, 1999 г.
- 3 Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов / Боровик С.И. и др.; под ред. А.И. Сидорова. - Москва.: КноРус, 2007. - 495 с.
- 4 Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – Москва.: КноРус, 2016. – 296 с.
- 5 Долин П.А., Медведев В.Т., Корочков В.В., Монахов А.Ф. Электробезопасность. Теория и практика: учебное пособие для вузов, 3-е изд., перераб. и доп. под. ред. Медведева В.Т. Москва.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 280 с.
- 6 Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений: учебное пособие. – Москва.: КноРус, 2015. – 234 с.
- 7 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие для сред. проф. образования, 11-е изд., стер. – Москва.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320с.
- 8 Коробкин В. И., Передельский Л.В. «Экология». -Ростов.:Феникс, 2007-602с.
- 9 Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования, 2-е изд., перераб. и доп. / Б.И.Кудрин. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 352 с.
- 10 М. Балдин, И. Карапетян Основное оборудование электрических сетей. Справочник. Издательство: «Энас». 2014.-206с
- 11 Методика дипломного проектирования. – Екатеринбург: Изд-во Росс. гос. проф. – пед. Ун-та, 2004. – 84 с.

12 Методические указания по выполнению методического раздела выпускной квалификационной работы. – Екатеринбург: Рос. гос. проф-пед. ун-т, 2005.- 8 с.

13 Морозова И.М., Кузнецов Ю.В. Проектирование схем энергоснабжения промышленных предприятий и городов: Учеб. Пособие. Екатеринбург. 2004. Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 200. 86 с.

14 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанция и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – Санкт- Петербург : БХВ-Петербург, 2013. – 608 с.

15 Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2016 года.– Москва.: КноРус, 2016.- 552с.

16 Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. – 9-е изд., испр. – Москва.: Издательский центр «Академия», 2013. – 448 с.

17 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебное пособие. –Москва.: Инфра-М, 2015. – 368 с.

18 Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. Основы Электроснабжения: учебное пособие для академического бакалавриата. – Липецк.: Юрайт, 2016. – 173 с.

19 Спирякина Т.В. Электрооборудование электрических станций и систем методические указания.- Иваново, ИЭК 2003. – 57с.

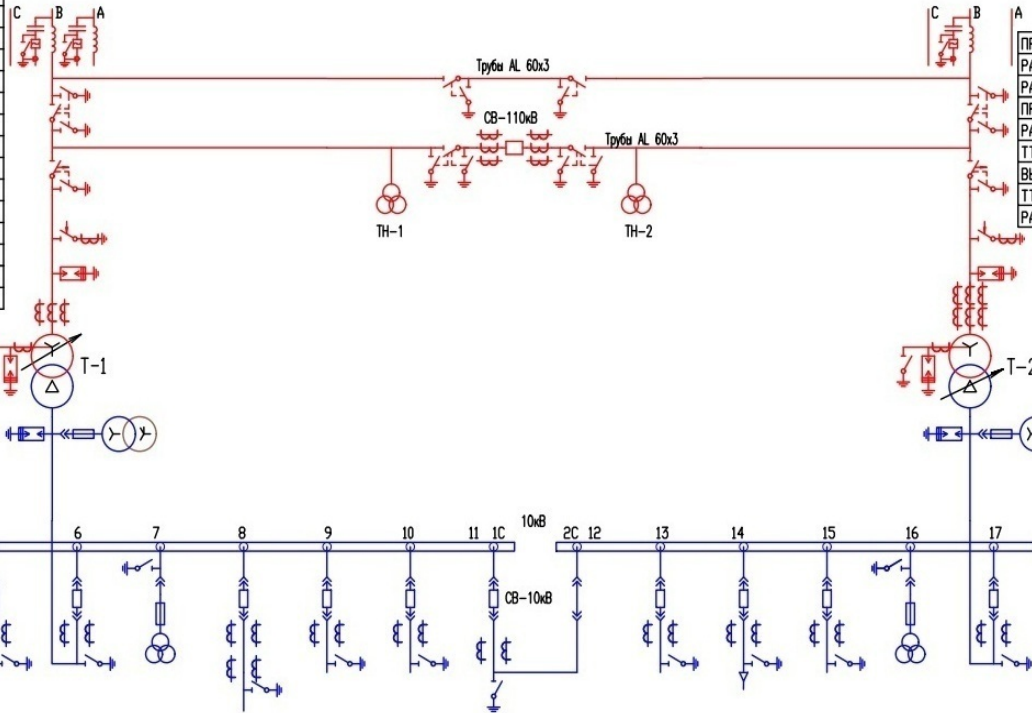
20 Тельманова Е.Д., Морозова И.М. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. Учебное пособие. 2-е издание,2008.-76 с.

21 Шеховцов В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжения:3-е изд. – Москва.: Форум, 2014.– 136с.

22 Ю.Фролов, В.Шелякин Основы электроснабжения. Издательство: «Лань». 2012.-480с.

Приложение А. Схема ПС 110/10кВ

ПРИСОЕДИНЕНИЕ		
ТИП ЗАГРАДИТЕЛЯ	ВЗ-630 ф. В, А	ВЗ-630 ф. В
ЗАЗЕМЛЯЮЩИЙ РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	РВО-10/400	РВО-10/400
КОНДЕНСАТОР СВЯЗИ	СМПВ-110V3-6.4У1	СМПВ-110V3-6.4У1
ФИЛЬТР ПРИСОЕДИНЕНИЯ	ФПУ-6400	ФПУ-6400
РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	РНД32-110/1000У1 ПР-У1	РНД32-110/1000У1 ПР-У1
ОТДЕЛИТЕЛЬ	ОД31-110/1000УХЛ1 ПРО-1У1	ОД31-110/1000УХЛ1 ПРО-1У1
КОРТОКЗАМЫКАТЕЛЬ	КЗ-110 ТШЛ-0,5 ф.А	КЗ-110 ТШЛ-0,5 ф.С
РАЗРЯДНИК	РВС-110М	РВС-110М
ТТ	ТВТ-110 300/5	ТФНД-110 ТВТ-110 300/5
ТР-Р	ТМН-6300/110 фN 556	ТМН-2500/110 ф.587 р.13084
НЕЙТРАЛЬ-Р-ль	30Н-110М	30Н-110М
РАЗРЯДНИК	РВС-35+РВС-15	РВС-35+РВС-15
ТТ	ТВДМ-35-1	ТВДМ-35-1
ВН	115+9х1,78/11кВ	115/11-ф x 15
ЕКЗ	11,2	10,17
РАЗРЯДНИК	РВО-10У1	РВО-10У1
ПРИСОЕДИНЕНИЕ	ТН-1	ТН-2
ТН	НКФ-110М/57У1	НКФ-110М 83У1



ПРИСОЕДИНЕНИЕ	ПЕРЕМЫЧКА РЕМОНТНАЯ
РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	РНД31Б-110/1000У1 ПР-У1
РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	РНД31Б-110/1000У1 ПР-У1
ПРИСОЕДИНЕНИЕ	ПЕРЕМЫЧКА СЕКЦИОННАЯ
РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	РНД32-110/1000У1 ПР-У1
ТТ	ТФЗМ-110Б 300-600/5
ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	ВГТ110Б-25/2500У1
ТТ	ТФЗМ-110Б 300-600/5
РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	РНД32-110/1000У1 ПР-У1

ТСК-1
ПК-10
10
ТМ-63/10
10/0,4кВ
РВО-10У1

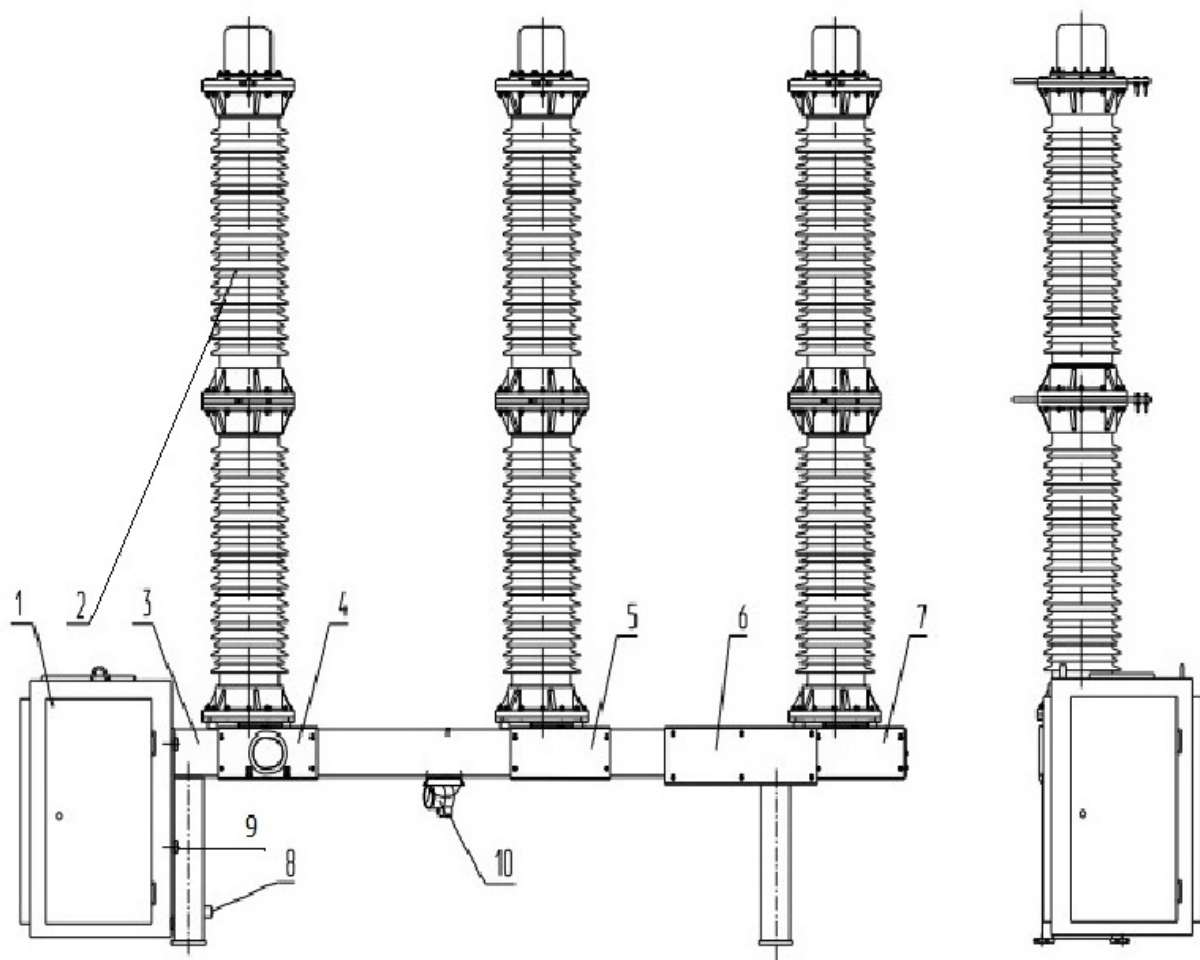
ТСК-2
ПК-10
10
ТМ-40/10
10/0,4кВ
РВО-10У1

ТСК-3
ПК-10
10
ТМ-100/10
10/0,4кВ
РВО-10У1

НОМЕР ЯЧЕЙКИ	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПРИСОЕДИНЕНИЕ	ГОРОД	ГОРОД	РЕЗЕРВ	РЕЗЕРВ	Т-1	ТН-1	КАРЬЕР	ПОСЕЛОК	РЕЗЕРВ	СВ-10кВ	СР-10кВ	РЕЗЕРВ	КУРОРТ	ПОСЕЛОК	ТН-2	Т-2
ВЫКЛ-ль, ПРЕДОХ-ль	ВК-10/20	ВК-10/20	ВК-10/20	ВК-10/20	ВК-10/20	ПКТ-10	ВК-10/20	ВК-10/20	ВК-10/20	ВК-10/20	СР-10кВ	ВК-10/20	ВК-10/20	ВК-10/20	ПКТ-10	ВК-10/20
НОМ.ТОК, А	630	630	630	630	1000		630	630	630	630		630	630	630		630
ПРИВОД, ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	встроенный	встроенный	встроенный	встроенный	встроенный		встроенный	встроенный	встроенный	встроенный		встроенный	встроенный	встроенный		встроенный
ТТ, ТН, ТСК	Т/М-10	ТОП-10 50/5	Т/М-10	Т/М-10	Т/М-10	НАМИ-10	ТОП-10 100/5	Т/М-10	Т/М-10	Т/М-10		Т/М-10	Т/М-10	Т/М-10	НАМИ-10	Т/М-10
КОЭФФ-Т ТР-ЦИМ, А, КВ	200/5	ТОП-10 200/5	100/5	100/5	800/5		ТОП-10 200/5	100/5	150/5	600/5		100/5	100/5	100/5		600/5

БР.44.03.04.538.2017

Приложение Б.Общий вид ВГТ 110.

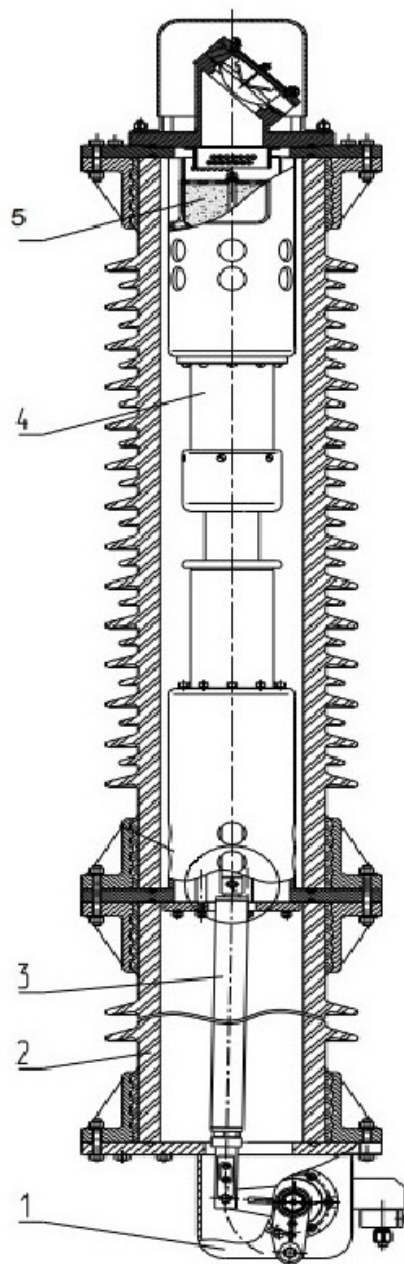


1 – привод; 2 – полюс; 3 – рама; 4, 5, 6, 7 – крышки; 8 – болт заземления;
9 – болты крепления привода; 10 – сигнализатор (датчик) плотности;

Приложение В. Основные технические данные выключателя ВГТ-110Б-40/2500

Наименование параметра	Норма для исполнений
1. Номинальное напряжение, кВ	110
2. Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126
3. Номинальный ток, А	2500
4. Номинальный ток отключения, кА	40
5. Номинальное относительное содержание апериодической составляющей, %, не более	40
6. Параметры сквозного тока короткого замыкания, кА:	
- наибольший пик	120
- начальное действующее значение периодической составляющей	40
- ток термической стойкости	40
- время протекания тока термической стойкости, с	3
7. Параметры тока включения, кА:	
- наибольший пик	102
- начальное действующее значение периодической составляющей	40
8. Емкостный ток ненагруженных линий, отключаемый без повторных пробоев, А	31.5
9. Емкостный ток одиночной конденсаторной батареи с глухозаземленной нейтралью, отключаемый без повторных пробоев, А	0-300
10. Собственное время отключения, с	0,035 _{-0,005}
11. Полное время отключения, с	0,55 ^{+0,005} _{-0,01}
12. Минимальная бестоковая пауза при АПВ, с	0,3
14. Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее	280
15. Напряжение подогревательных устройств, В	220

Приложение Г. Полис выключателя.



1 - механизм поворотный; 2 - крышка; 3 - тяга; 4 - устройство дугогасительное; 5 - фильтр;

Приложение Д. Технологическая карта ВГТ 110.

ФИЛИАЛ ПАО «ФСК ЕЭС»		Технологическая карта № 110-13 на текущий ремонт элегазового выключателя ВГТ-110И-40/2500*		УТВЕРЖДАЮ: Первый заместитель директора – главный « _____ » _____ 2016
Состав бригады**				Нормы времени
Профессия	Разряд	Группа по электробезопасности	Количество человек	На один выключатель Электрослесари - 17,9 чел.ч Водитель АГП - 2,8 чел.ч
1. Электрослесарь - производитель работ	5	4	1	
2. Электрослесарь	5	4	1	
3. Электрослесарь	4	3	1	
4. Электрослесарь	3	3	1	
5. Водитель АГП	4	2	1	
Инструменты, приспособления и приборы***		Материалы		Меры безопасности
Ключи рожковые	2 к-т	Бензин авиационный Б-70, л (в объеме на весь ремонт)	2,8	1. Ремонтные работы производить при отсутствии напряжения на выводах выключателя, на силовых цепях, цепях управления и обогрева привода. 2. Для исключения непреднамеренных срабатываний при ремонтах выключателя стопорить сцепляюще - расцепляющие устройства привода задвижками. 3. Динамические операции включения и отключения выключателя разрешается производить только при рабочем давлении элегаза. 4. Монтажные и наладочные работы должны производиться только из корзины подъемника. Обслуживающий персонал при этом должен быть пристегнут к ней.
Набор ключей для винтов с внутренним шестигранником (S=4, 6, 8)	1 к-т	Митраль, м	2,0	
Набор отверток	1 к-т	Ветошь, кг	3,0	
Молоток слесарный, массой 300 г	2 шт.	Пленка полиэтиленовая 50 мкм, м ²	2,0	
Лестница приставная	1 шт.	Салфетки технические, шт.	8	
Компрессор	1 шт.	Смазка ЦИАТИМ-201, кг	0,2	
Краскопульт	1 шт.	Смазка ЦИАТИМ-203, кг	0,3	
Уровень гидравлический	1 шт.	Смазка ЦИАТИМ-221, кг	0,3	
Металлическая линейка длиной 500 мм	1 шт.	Уайт-спирит, кг	4,2	
Штангенциркуль	1 шт.	Шкурка шлифовальная, м ²	1,0	
Микрометр	1 шт.	Спирт этиловый ректификованный технический, кг	1,0	
		Герметик, кг	0,5	
		Литол 24, кг	0,5	
		Масло трансформаторное, кг	0,08	