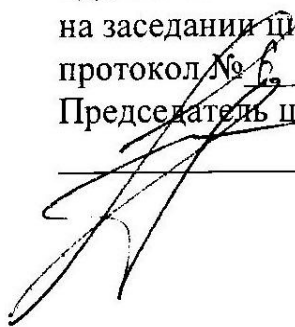


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)
Петрозаводский филиал

ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии
протокол № 6 от 16.06.2017г.
Председатель цикловой комиссии:

 (Аблаев В.В.)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

 А.В. Калько
(« » 201_г.)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению практических занятий

по УП.02.01 По ремонту оборудования электрических подстанций
и сетей

Специальность: 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Разработчик: Аблаев В.В.

2017 г

Пояснительная записка

В методических указаниях представлены практические занятия, относящиеся к учебной практике УП.02.01 По ремонту оборудования электрических подстанций и сетей, после изучения ПМ.02 Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей.

В каждом практическом занятии указана тема, цель занятия, оборудование, инструменты и порядок выполнения работы. По окончании выполнения практического занятия или упражнения, обучающийся должен доложить о выполнении практического занятия или упражнения, входящего в практическое занятие, сделать вывод и получить оценку своих действий с обоснованием полученных результатов.

Перечень практических занятий:

- 1.Разборка, изучение конструкции, сборка разъединителей
- 2.Разборка, изучение конструкции, выключателей переменного тока
- 3.Разборка, изучение конструкции, сборка трансформаторов тока
- 4.Разборка, изучение конструкции, сборка трансформаторов напряжения
- 5.Разборка, изучение конструкции, сборка силовых трансформаторов
6. Виды работ при среднем ремонте силовых трансформаторов
7. Виды работ при ремонте по техническому обслуживанию силовых трансформаторов
8. Виды работ при текущем ремонте силовых трансформаторов
9. Виды работ при капитальном ремонте силовых трансформаторов

Практическое занятие №1

Разборка, изучение конструкции, сборка разъединителей

Цель работы:

1. Изучить конструкцию разъединителей наружной установки и их приводов.
2. Изучить конструкцию разъединителей внутренней установки и их приводов.

Оборудование и приборы:

1. Разъединитель двухполюсный типа РМДЗ-1-35/2000 У1 с приводом типа УМПЗП.
2. Разъединитель однополюсный типа РД-35/2000 У1 с приводом ПДЖ-02-1У1.
3. Разъединитель трехполюсный типа РЛНД-1-2-10.П/200 У1 с приводом типа УМПЗП.
4. Разъединитель двухполюсный типа РЛНД1.10Б/400 У1 с приводом типа ПРНЗ-10 УХЛ1.
5. Разъединитель двухполюсный и однополюсный типа РВРЗ-10Б/4000МУЗ (РВКЗ-10Б/4000УЗ) с приводом типа ПР-ЗУЗ.

Порядок выполнения:

1. Изучить конструкцию разъединителей наружной установки типов РМДЗ-1-35/2000 У1, РД-35/2000 У1, РЛНД-1-2-10.П/200 У1, РЛНД1.1-10Б/400 У1.
2. Изучить конструкцию разъединителей внутренней установки типа РВРЗ-10Б/4000МУЗ (РВКЗ-10Б/4000УЗ).

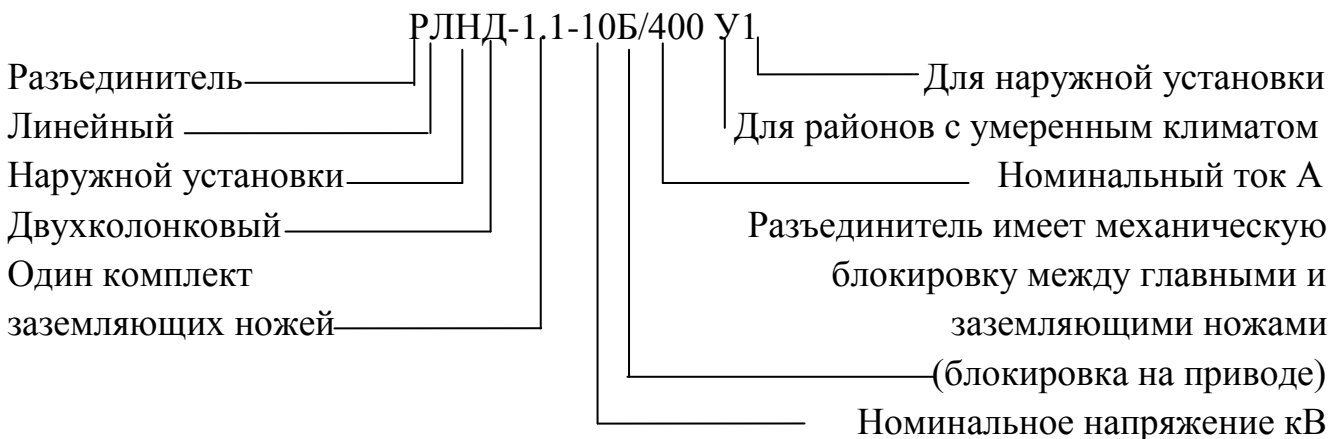
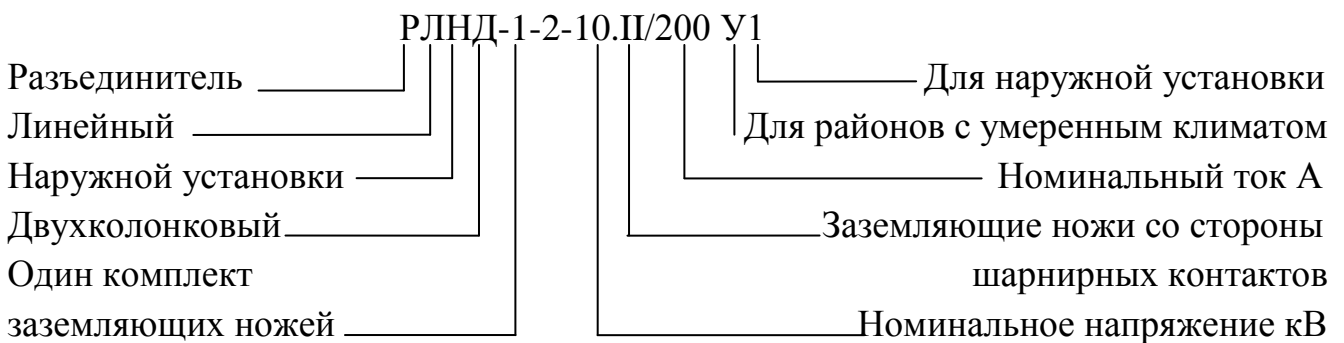
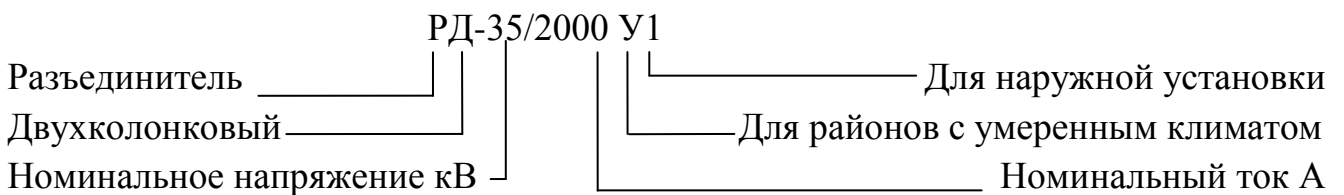
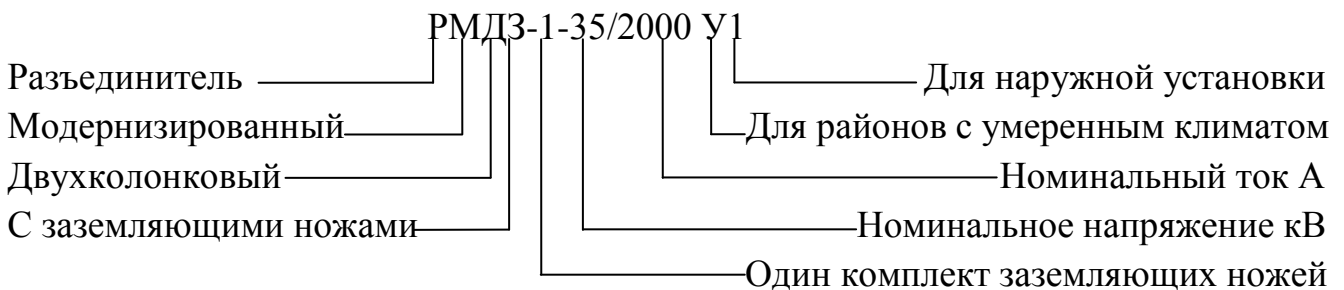
Разъединитель – коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения высоковольтной электрической цепи без тока или с незначительным током. При работах на токоведущих частях и аппаратах со снятием напряжения разъединителем создается видимый разрыв между частями, оставшимися под напряжением, частями и аппаратами, выведенными в ремонт, т.е. для обеспечения безопасности работ.

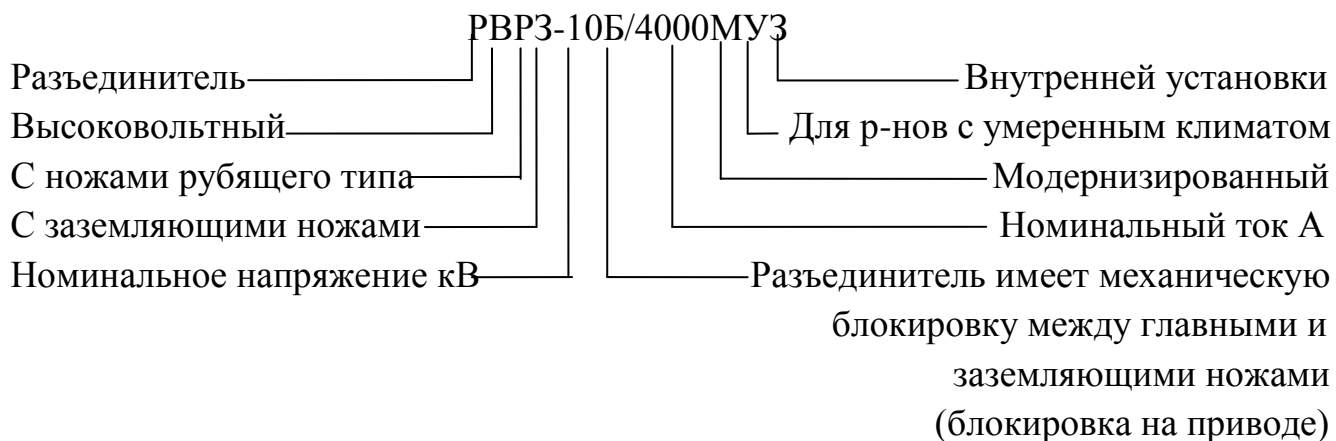
Разъединители классифицируются:

- 1) по количеству полюсов:
 - а) однополюсные (до 10 кВ)
 - б) трехполюсные;
- 2) по роду установки:
 - а) для внутренней

- б) наружной установки;
- 3) по конструкции:
 - а) рубящего
 - б) поворотного
 - в) катящегося
 - г) подвесного типа;
- 4) по способу расположения ножей:
 - а) с вертикальным
 - б) с горизонтальным расположением ножей.

В электроустановках железнодорожного транспорта применяются разъединители вертикально-рубящего типа горизонтально-поворотного.





Технологическая карта №7.3

Межремонтные испытания разъединителей, короткозамыкателей и отделителей

1. Состав исполнителей

Электромеханик – 1

Электромонтер тяговой подстанции 4 разряда – 1

2. Условия выполнения работ

Работа выполняется:

2.1 Со снятием напряжения

2.2 По наряду

3. Защитные средства, приборы, инструмент, приспособления и материалы:

Каски защитные, пояс предохранительный, диэлектрические перчатки, коврик диэлектрический, лестница приставная, мегаомметр на 1000В, микрометр типа М-246, ключи гаечные, плоскогубцы комбинированные, отвертки, молоток, удочка, линейка измерительная, наждачное полотно, уайт-спирит, смазка ЦИАТИМ, лак изоляционный, обтирочный материал.

4. Подготовительные работы и допуск к работе

4.1. Накануне выполнения работ подать заявку на вывод в ремонт присоединения, в цепи которого находится разъединитель, короткозамыкатель, отделитель.

4.2. Проверить исправность и сроки годности защитных средств, приборов, подготовить инструмент, монтажные приспособления и материалы.

4.3. После выписки наряда производителю работ получить инструктаж у лица, выдавшего наряд.

4.4. Оперативному персоналу выполнить подготовку рабочего места.
 Производителю работ проверить выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.

4.5. Произвести допуск бригады к работе.

4.6. Производителю работ провести инструктаж члену бригады, объяснив ему порядок и условия выполнения работы.

Окончание технологической карты №7.3

5. Схема последовательного технологического процесса

| № п.п. | Наименование операций | Содержание операций, технологические требования и нормы | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|--|--------------------|---|--------------------|---|-----|--------|-----|-----|----------------|-----------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Измерение сопротивления постоянному току: | <p>Микроомметром М-246 поочередно замерить сопротивление контактной системы всех фаз разъединителя (отделителя). Значение сопротивления не должны превышать данных, указанных в паспорте разъединителя (отделителя), а при их отсутствии – приведенных в таблице</p> <p>Допустимые значения сопротивлений контактной системы разъединителей</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тип разъединителя</th> <th>Номинальное напряжение, кВ</th> <th>Номинальный ток, А</th> <th>Допустимые значения сопротивления, мкОм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>РЛН</td> <td>35-200</td> <td>600</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>Остальные типы</td> <td>Все классы напряжения</td> <td>600 1000 1500-2000</td> <td>175 120 50</td> </tr> </tbody> </table> | Тип разъединителя | Номинальное напряжение, кВ | Номинальный ток, А | Допустимые значения сопротивления, мкОм | РЛН | 35-200 | 600 | 220 | Остальные типы | Все классы напряжения | 600 1000 1500-2000 | 175 120 50 |
| Тип разъединителя | Номинальное напряжение, кВ | | Номинальный ток, А | Допустимые значения сопротивления, мкОм | | | | | | | | | | |
| РЛН | 35-200 | 600 | 220 | | | | | | | | | | | |
| Остальные типы | Все классы напряжения | 600 1000 1500-2000 | 175 120 50 | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | контактной системы разъединителей и отделителей | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | обмоток ЭМУ (при наличии) | <p>Микроомметром М-246 замерить сопротивление обмоток ЭМУ. Значение сопротивления не должны превышать данных, указанных в паспорте разъединителя (отделителя)</p> | | | | | | | | | | | | |

6.Окончание работ

- 6.1. Собрать приборы, инструменты, приспособления и материалы.
- 6.2. Возвратиться в щитовую тяговой подстанции.
- 6.3. Сдать рабочее место допускающему и закрыть наряд.
- 6.4. Результаты проведенных измерений оформить протоколом.

Практическое занятие №2

Разборка, изучение конструкции, выключателей переменного тока

Цель работы: Изучить конструкцию высоковольтных выключателей переменного тока.

Оборудование и документация:

1. Вакуумный выключатель типа ВВС-27,5 со встроенным электромагнитным приводом.
2. Руководство по эксплуатации вакуумных выключателей типа ВВС

Порядок выполнения:

1. Изучить конструкцию маломаслянного выключателя типа ВВС-27,5
2. Изучить технологическую карту №4.2 Текущий ремонт вакуумных выключателей ВВС

Устройство выключателя ВВС-27,5.

1. Выключатель (рисунки Б.1, В.1) состоит из трех или одного полюсов.
2. Трехполюсный выключатель содержит механизмы задержки отключения 14 (рисунок К.1) на первом и третьем полюсах относительно первой гасящей фазы на втором полюсе, что обеспечивает снижение перенапряжения возникающих при отключении вакуумными камерами токов короткого замыкания до приемлемого уровня.

2.1. Каждый полюс (рисунок Г.1) собран на отдельной крышке. Полюса трёхполюсного выключателя соединяют между собой в один общий комплект междуполюсные муфты 7 (рисунок К.1). На каркасе выключателя и на шкафу привода установлены болты заземления 9 (рисунки Б.1, В.1). Крышки установлены на сварной (из углового профиля) каркас 2 (рисунки Б.1, В.1). На плите, приваренной к каркасу, укреплен шкаф 8 (рисунки Б.1, В.1).

Крышка 7 (рисунки Б.1, В.1) является основной несущей частью, к которой крепятся все остальные элементы полюса выключателя. Через отверстия в крышке проходят вводы 6 (рисунки Б.1, В.1).

На верхний конец ввода навинчены две гайки 10 или колодка 11 (рисунки Б.1, В.1).

Между гайками или на колодку крепят внешнюю ошиновку. Вводы по степени загрязнения имеют длину утечки внешней изоляции III в соответствии с ГОСТ 9920-89. К нижним концам вводов через контактные колодки 5 крепят токоведущую шину и гибкие связи. Другой конец шины и гибких связей закреплены на вакуумной камере.

Электрическая прочность наружной изоляции вакуумных камер обеспечиваются за счет заполнения баков и изоляционных цилиндров трансформаторным маслом.

2.2. Вакуумная дугогасительная камера 12 типа КДВ-35-25/1600 УХЛ2 или КДВ2-35-25/1600 УХЛ2 с подвижными и неподвижными контактами размещена в цилиндре 7, к которому она крепится через изоляционную втулку 14, шпильками 13, установленными на эпоксидном клее.

На подвижном контакте камеры укреплены: токосъемная колодка с гибкими связями 11, контактная пружина 9, шпилька 10, установленная на эпоксидном клее, траверса 2, втулка 8 и изоляционная тяга 3.

На неподвижном контакте камеры укреплена токоведущая шина 1.

На кольцо 6, вставленное в цилиндр 7, крепятся шпильки 5, с помощью которых весь узел крепится на коробке 13, или коробке 7 механизма привода.

2.3. Выключатель комплектуется встроенными трансформаторами тока ТВ 35-II (по два на полюсе), которые предназначены для подключения цепей защиты и измерительных приборов. Для получения различных коэффициентов трансформации вторичные обмотки трансформаторов имеют необходимые отпайки, которые присоединены к контактными зажимам, установленным на трансформаторах каждого ввода. В шкаф привода выведено только по два провода от каждого трансформатора тока. Схема соединения трансформаторов тока показаны на рисунках Д.1, Ж1.

2.4. В центре крышки установлена коробка 13,7 с механизмом выключателя, который служит для передачи движения от привода к подвижным контактам камер.

На плиту коробки 13,7 крепится масляно-пружинный буфер 2, служащий для смягчения удара подвижных частей механизма при отключении.

Ведущей в механизме трёхполюсного выключателя является средняя фаза, с которой посредством междуполюсных тяг 5,10 усилие передаётся на крайние фазы, которые срабатывают с заданным запаздыванием по времени, что обеспечивается механизмами задержки 12.

На ребре щеки коробки 13,7 механизма каждой фазы установлен уголок с рисками В, по которым косвенно определяется износ контактов в камере и краской выполнены белое (Б), зеленое (Г), и красное (Д) поля.

Зеленой краской отмечено поле, соответствующее допустимому износу контактов камеры. Указателем служит ось 14,8.

2.5. Для слива масла в баке 3 каждого полюса имеется маслосливная пробка 1 с шариком.

Для заливки масла в крышке механизма каждого полюса имеется вилка 11,5 с отверстием закрытым колпачком.

Баки выключателя – овальной формы, внутри их установлена внутрибоковая изоляция. Баки снабжены маслоуказателем и предохранительными клапанами.

Для подогрева масла в холодное время года на дне бака каждого полюса установлены подогревательные устройства.

Текущий ремонт вакуумных выключателей ВВЭ

1. Состав исполнителей

Электромеханик – 1

Электромонтер тяговой подстанции 4 разряда – 1

2. Условия выполнения работ

Работа выполняется:

1.1. Со снятием напряжения

1.2. По наряду

3. Защитные средства, приборы, инструмент, приспособления и материалы:

Мегаомметр на 1000 В, отвертки, ключи гаечные, штангельциркуль ЩЦ11-125-0.1, линейка измерительная, динамометр, набор щупов, спирт, уйатспирит, смазка ЦИАТИМ, ветошь обтирочная.

4. Подготовительные работы и допуск к работе

4.1. Накануне выполнения работ подать заявку на вывод в ремонт выключателя.

4.2. Проверить исправность и сроки годности защитных средств, приборов, подготовить инструмент, монтажные приспособления и материалы.

4.3. После выписки наряда производителю работ получить инструктаж у лица, выдавшего наряд.

4.4. Оперативному персоналу выполнить подготовку рабочего места. Производителю работ проверить выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.

4.5. Произвести допуск бригады к работе.

4.6. Производителю работ произвести инструктаж члену бригады, объяснив ему порядок и условия выполнения работы.

Схема последовательного технологического процесса

| № п.п. | Наименование операций | Содержание операций, технологические требования и нормы |
|--------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Осмотр выключателя | Произвести внешний осмотр выключателя. Очистить от пыли и грязи поверхности вакуумной дугогасительной камеры КДВ, изоляционных частей кистью и мягкой ветошью, смоченной в уйат-спирите. Смазать трущиеся поверхности и резьбовые соединения смазкой. Проверить и подтянуть крпёжные детали |
| 2 | Проверка износа контактов камеры вакуумной дугогасительной (КДВ) | Износ контактов камеры определить во включенном положении выключателя штангельциркулем как разность расстояний между подвижным контактом и произвольно выбранной точкой отсчета (например, направляющей КДВ соответствующего полюса), измеренных до начала эксплуатации и во время контрольной проверки. Эти размеры должны быть занесены в паспорт выключателя. Если износ контактов более 3мм КДВ необходимо заменить |

| | | |
|---|--|--|
| 3 | Проверка хода подвижных контактов выключателя | Провести регулировку хода подвижных контактов КДВ (рис. 4.2.1.). Для этого расстопорить гайки 1, выкрутить нижнюю гайку до гарантированного замыкания контактов КДВ. Установить зазор 10-11 мм между верхней гайкой 1 и шайбой 2. Разомкнуть контакты КДВ, затянуть нижнюю гайку, затопорить обе гайки стопорными шайбами 2. |
| 4 | Регулировка момента срабатывания блок-контактов сигнализации | Очистить блок-контакты от пыли и грязи. Отрегулировать во включенном положении выключателя момент срабатывания блок-контактов изменением длины шпильки 1 (рис.4.2.2.). Для этого отсоединить шпильку, установить зазор 1-1,5 мм и соединить шпильку с валом. Одновременность срабатывания блок-контактов каждой групп регулируется прокладками 2 |
| 5 | Проверка состояния привода выключателя | Произвести проверку привода в соответствии с инструкцией завода-изготовителя. Мегаомметром на 1000 В проверить сопротивление изоляции цепей включения и отключения. Оно должно быть не менее 1 Мом |
| 6 | Измерение времени включения и отключения выключателя | Собрать схему (см. рис. 3.1.1.) и измерить время движения подвижных частей выключателя. Значение времени движения не должно отличаться от паспортных данных более чем на $\pm 10\%$. Разобрать схему измерения |
| 7 | Опробование выключателя на включение и отключение | Проверить работу выключателя трехкратным включением и отключением со щита управления. В случае неудовлетворительной работы выключателя отрегулировать привод |

6. Окончание работ

- 6.1. Собрать приводы, инструменты, приспособления и материалы.
- 6.2. Возвратиться в щитовую тяговой подстанции.
- 6.3. Сдать рабочее место допускающему и закрыть наряд.

Практическое занятие № 3

Разборка, изучение конструкции, сборка трансформаторов тока

Цель работы: Изучить конструкцию трансформаторов тока.

Оборудования и документация:

1. Трансформатор тока типа ТФЗМ-35
2. Трансформатор тока а) типа ТПОЛ-10
б) типа ТПЛ-10

Порядок выполнения.

1. Изучить конструкцию трансформаторов тока типа ТФЗМ-35, ТПОЛ-10, ТПЛ-10.
2. Изучить технологические карты
 - Карта 2.8. Текущий ремонт трансформаторов тока 220 кВ
 - Карта 2.9. Текущий ремонт трансформаторов тока 35-110 кВ
 - Карта 2.10. Текущий ремонт трансформатора тока 6-10 кВ

Конструкция трансформаторов тока

Трансформатор тока по роду установки выпускают для внутренних и наружных электроустановок, а также встроенные в силовых трансформаторов и масляные выключатели.

По способу установки трансформаторы тока делятся на проходные, устанавливаемые в проемах стен, потолка или металлические ограждений комплектных распределительных устройств, и опорные, устанавливаемые на опорных конструкциях.

По конструкции первичной обмотки трансформаторы тока бывают: одновитковые с первичной обмоткой в виде прямолинейного стержня с линейными зажимами на концах; одновитковые шинные, в которых роль первичной обмотки выполняют шины электроустановок, пропускаемые при монтаже через внутренние отверстия трансформаторы тока; многовитковые с первичными обмотками петлевого, звеньевого и катушечного типов.

Каждому типу трансформатора тока присваивается буквенно-цифровые условия обозначения:

Т – трансформатор тока;

П – проходной (отсутствие буквы П указывает на то, что трансформатор опорный);

В – встроенный в масляный выключатель;

ВТ – встроенный в силовой трансформатор;

О – одновитковый;

Л – с литой масляной изоляцией;

Ш – шинный;

М – малогабаритный;

К – катушечный;

Ф – с фарфоровой изоляцией;

- З – для защиты от замыкания на землю;
 - У – усиленный;
 - Ф- с фарфоровом корпусе с первичной обмоткой звеньевое типа;
 - Н – наружной установки;
 - Р – с сердечником для релейной защиты;
 - Д – со вторичной обмоткой для питания дифференциальной защиты;
 - М – маслонаполненный;
- первое число после буквенного обозначения – номинальное напряжение в Кв.
 - следующая группа чисел «через дробь» - классы точности сердечников.
 - два числа «через дробь» - первичные и вторичные токи.
 - цифра после номинальных токов – конструкционный вариант исполнения.
 - буква после конструкционного варианта – климатическое исполнение.
 - последняя цифра – категория размещения.

Технологическая карта №2.8.

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| 1 | Осмотр трансформатора с проверкой состояния заземления. | При осмотре трансформатора проверить состояния опорных конструкций, надежность заземления, уровень масла в каждой фазе, отсутствие сколов изоляторов. Проверить соединение верхней гайки маслоуказательного стекла с крышкой расширителя. |
| 2 | Проверка воздухоосушителя дыхательного устройства. | Снять воздухоосушитель с трансформатора, высыпать силикагель, промыть гидрозатвор чистым трансформаторным маслом, протереть сухой ветошью. Стекланный цилиндр протереть сухой ветошью. Заполнить стекланный цилиндр просушенным силикагелем, $\frac{1}{4}$ верхней части заполняется индикаторным силикагелем. Залить масло в гидрозатвор до его $\frac{1}{4}$ части. Собрать воздухоосушитель. |
| 3 | Проверка резиновых уплотнений верхней крышки, подтяжка болтовых соединений | Проверить резиновые уплотнения дыхательной трубки воздухоосушителя. При необходимости заменить их новыми. Подтянуть болтовые соединения верхнего фланца трансформатора и установить воздухоосушитель на место. |
| 4 | Слив влаги из трансформатора. Отбор пробы масла. | Проба масла берется в сухую погоду при температуре 5°C . Открутить пробку сливного устройства и слить 5 литров трансформаторного масла. После спуска масла необходимо протереть штуцер отбора чистой ветошью, затем произвести отбор проб масла в объеме 0,5 литра в специально вымытую и высушенную тару, заполнить её доверху и тщательно закрыть притертой пробкой . закрутить пробку сливного устройства. |
| 5 | Доливка трансформаторного масла. | Долить до уровня $\frac{2}{3}$ высоты маслоуказательного стекла трансформаторное масло с пробивным напряжением 65 кВ. |
| 6 | Чистка фарфоровой изоляции. | Очистить фарфоровую изоляцию трансформатора чистой ветошью, смоченной уайт-спиритом , протереть насухо. |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Измерение сопротивления изоляции обмоток. | <p>Отсоединить от первичной обмотки трансформатора шины и кабель, снять крышку клеммной сборки выводов вторичных цепей. Протереть от грязи и пыли изоляционные выводы вторичных цепей. Закоротить и заземлить обмотки трансформатора на две минуты для снятия остаточных зарядов. Подключить провод «Л» мегаомметра на 2500 В к высоковольтной обмотке ВН, а провод «З» к баку трансформатора, снять заземление и отсчитать по шкале мегаомметра показания сопротивления изоляции через 60 сек. После подачи напряжения на обмотку (R_{60}) . Заземлить обмотку. Повторить замеры ещё два раза. По результатам измерений записать протокол среднее значение измеренных сопротивлений. Сопротивление изоляции обмоток ВН не нормируется (сравнивается с предыдущим замером). Аналогично мегаомметром на 1000 В измерить сопротивление изоляции вторичных обмоток с присоединенным к ним цепями. Оно должно быть не менее 1 Мом.</p> |
| 8 | Проверка состояния контактных соединений первичных и вторичных цепей. | <p>Присоединить аппаратные зажимы к выводам трансформатора . Выполнить затяжку ошиновки и контактных соединений вторичных цепей. Установить на место крышку клеммной сборки. Проверить контактные соединения между высоковольтным проводом и первичной обмоткой трансформатора , проводами коммутации и выводами вторичной обмотки, осмотреть поверхности, зачистить, обработать смазкой ЦИАТИМ.</p> |

Технологическая карта №2.9.

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| 1 | Трансформатора с проверкой состояния заземления. | При осмотре трансформатора проверить уровень масла, отсутствие сколов изоляторов, надежность заземлений. Проверить соединение верхней гайки маслоуказательного стекла с крышкой расширителя. |
| 2 | Проверка воздухорасширителя дыхательного устройства. | Снять воздухорасширитель с трансформатора, высыпать силикагель, промыть гидрозатвор чистым трансформаторным маслом, протереть сухой ветошью. Стекланный цилиндр протереть сухой ветошью. Заполнить стекланный цилиндр просушенным силикагелем, $\frac{1}{4}$ верхней части заполняется индикаторным силикагелем. Залить масло в гидрозатвор до его $\frac{1}{4}$ части. Собрать воздухорасширитель. Проверить резиновое уплотнение дыхательной трубки воздухорасширителя. При необходимости заменить их новым. Подтянуть болтовое соединение верхнего фланца трансформатора и установить воздухорасширитель на место. |
| 3 | Проверка маслоуказательного устройства. | Проверить уровень масла в трансформаторе. Очистить маслоуказательное стекло от пыли и грязи ветошью, смоченной и уайт-спирте. Обратит внимание на отсутствие трещин на стекле и целостность уплотнения между маслоуказательным стеклом и корпусом трансформатора. При необходимости заменить уплотнение. Подтянуть болтовое соединение. |
| 4 | Чистка фарфоровой изоляции трансформатора. | Очистить фарфоровую изоляцию трансформатора чистой ветошью, смоченной уайт-спиртом, протереть насухо. |
| 5 | Отбор пробы масла на испытание. Доливка масла. | Проба масла берется в сухую погоду. Поставить ведро, слегка открыть кран, спустить для промывки отверстия крана 1-2 литра масла, после чего необходимо протереть штуцер отбора чистой салфеткой. Затем произвести отбор проб масла в объеме 0,5 литра в специально вымытую и высушенную тару с притертой пробкой, заполнить её доверху и тщательно закрыть. Пробы отдают для испытания на пробой, прикрепив ярлыки с наименованием оборудования. Долить трансформаторное масло до уровня $\frac{2}{3}$ маслоуказательного стекла. |
| 6 | Измерение сопротивления изоляции обмоток. | Отсоединить аппаратные зажимы от выводов трансформатора, снять крышку клеммной сборки выводов вторичных цепей. Протереть от грязи и |

| | | |
|--|--|---|
| | | пыли изоляционные выводы вторичных цепей. Закоротить и заземлить обмотки трансформатора на две минуты для снятия остаточных зарядов. Подключить провод «Л2 мегаомметра на 2500 В к высоковольтной обмотке ВН, а провод «З» к баку трансформатора, снять заземление и отсчитать по шкале мегаомметра показания сопротивления изоляции через 60 сек. после подачи напряжения на обмотку (R_{60}). |
|--|--|---|

| | | |
|---|---|---|
| | | Заземлить обмотку. Повторить замеры ещё два раза. По результатам измерений записать протокол среднее значение измеренных сопротивлений. Сопротивление изоляции обмоток ВН не нормируется (сравнивается с предыдущим замером). Аналогично мегаомметром на 1000 В измерить сопротивление изоляции вторичных обмоток с присоединенными к ним цепям. Оно должно быть не менее 1 МОм. |
| 7 | Проверка состояния контактных соединений первичных и вторичных цепей. | Присоединить аппаратные зажимы к выводам трансформатора. Выполнить затяжку ошиновки и контактных соединений вторичных цепей. Установить на место крышку клеммной сборки. Проверить контактные соединения между высоковольтным проводом и первичной обмоткой трансформатора, проводами коммутации и выводами вторичной обмотки, осмотреть поверхности, зачистить, обработать смазкой ЦИАТИМ. |

Практическое занятие № 4

Разборка, изучение конструкции, сборка трансформаторов напряжения

Цель работы :

1. Изучить конструкцию трансформатора напряжения.

Оборудование и приборы:

1. Трансформатор напряжения типа ЗНОМ-35
2. Трансформатор напряжения типа НТМИ-10.
3. Вольтметр.

Порядок выполнения занятия

1. Изучить конструкцию трансформатора напряжения типа ЗНОМ-35.
2. Изучить конструкция трансформатора напряжения типа НТМИ-10.

Ремонт трансформаторов напряжения

Ремонт трансформатора напряжения при текущем ремонте проводят с полной их разборкой. Его удобно производить на специальных стендах имеющих подвод воздуха и постоянного тока напряжением 50 В для испытания отремонтированных аппаратов.

На таком стенде каждый контактор устанавливают в гнездо позволяющие быстро закрепить стойку и свободно поворачивать аппарат в горизонтальной плоскости при разборке и сборке. Перед разборкой контакторы продувают сжатым воздухом снимают дугогасительную камеру и осматривают узлы и детали на определение объема ремонта. Все детали очищают от грязи разбирают и осматривают убеждаясь в отсутствии трещин.

Рог дугогасительной системы очищают от плавлений и копоти металлической щетки или наждачным полотном.

Профиль рога проверяют по шаблону и при больших оплавлениях или трещинах восстанавливают газовой сваркой. После остывания дугогасительного рога сварочный шов зачищают напильником. Контакты с незначительным износом или имеющие подгары зачищают бархатным или личным напильником стараясь снять возможно меньший слой металла и не изменить профиля контакта. После зачистки контакты протирают ветошью. Места сопротивления контакта с рогом обслуживают припоем. Контакты изношенные выше допустимых норм могут быть восстановлены. В этом случае изношенные контакты после очистки и замеров напильником медью газосваркой. Контакты предварительно нагревают газовой горелкой после чего наплавляют их рабочие поверхности. Наплавленные контакты для приведения твердости простукивают молотком и обрабатывают. Размеры профиля контактов контролируют шаблонами.

Дугогасительную катушку проверяют на отсутствие повреждений поверхностей изоляции на надежность пайки кабельных наконечников; замеряют активное сопротивление обмотки и сопротивление изоляции между обмоткой и полюсами которое должно быть не менее 10 Мом. При заниженном сопротивлении изоляции катушку сушат в печи при температуре 100-110°C или производят замену изоляционной втулки сердечника. Площадь сечения провода и число витков дугогасительной катушки должны соответствовать техническим требованиям чертежа. В случае невыполнения этого условия может быть неправильное магнитное выдувание электрической дуги что приводит к сильным обгарам дугогасительных рогов и контактов. Дугогасительную катушку контактора с трещинами в витках заменяют. При постановке новой катушки контактный вывод приваривают латунию предварительно хорошо пригнав друг к другу сопрягаемые поверхности. После этого место соединения с витками изолируют

вполуперекрышу двумя слоями локаткани и изоляционной лентой. Витки катушки прокрашивают при необходимости масляно-битумным лаком БТ-99 витки не должны касаться друг друга и подходить ближе чем на 2 мм к дугогасительному рогу. Включающую катушку контактора –промывают бензином и осматривают на отсутствие ослабления выводных зажимов проверяют наружную изоляцию и состояния каркаса.Для выявления возможных обрывов проводов измеряют мегаомметром активное сопротивление катушки .Оно не должно отклоняться от установленного более чем 8%в большую или на 5% в меньшую сторону. Повышенное сверх допустимого значения сопротивление катушки укажет на возможный внутренний обрыв обмотки или на ухудшение контакта между жилой вывода обмотки и наконечником . Катушки с пониженным сопротивлением изоляции подвергаются пропитке. Ремонт катушек с их полной разборкой выполняют при наличии в них обрывов проводников или межвитковых замыканий .Если у катушек повреждена покровная изоляция то при ремонте ограничиваются только сменой изоляции. У катушек допускается восстановление двух обрывов обмотки.

Концы обмоточных проводов в местах обрыва защищают скручивают и пропаивают припоем ПОС-40.Катушки с оплавление витков более 3% площади их сечения или с трещинами шин подлежат ремонту. Прогары оплавления или трещины защищают и проваривают латунью газовой сваркой .При более глубоких прожогах катушки заменяют. Катушки прошедшие ремонт пропитывают в лаке. Поврежденную оплетку выводов заделывают прорезиненной липкой лентой. Якорь магнитопровод сердечник промывают от грязи и при необходимости оцинковывают . Втулки с разработанными отверстиями в контактодержателе якоря распрессовывают и устанавливают новые. Оси и валики очищают от грязи опалины подгаров оцинковывают и перед подстановкой смазывают .

Снятую с контактора дугогасительную камеру продувают сжатым воздухом ,очищают от копоти подгаров и брызг металла и разбирают. Асбестоцементные стенки перегородки и решетки очищают на сталеструйной или установке. Стенки с толщиной менее 4мм со сколами , трещинами и прогарами глубиной более 25% их толщины их заменяют . Места более глубоких трещин и прогаров разделяют , тщательно зачищают напильником крупнозернистой шлифовальной бумагой или обрабатывают в пескоструйной камере ,очищают от пыли и заделывают специальной замазкой или эпоксидной смолой. В качестве применяют асбестоцементный порошок разведенный жидким стеклом или смесь из равных частей гипсового порошка и асбестового волокна на щелочном лаке. Замазку наносят так чтобы ее уровень был немного выше ремонтируемой поверхности так как по мере затвердевания она дает усадку.Замазку на жидком стекле сушат при температуре 25-30° С , а щелочную в сушильной печи при температурке 70-80°с течение 7-8 ч.Сквозные прожиги и трещины можно устранить специальной мастикой . Замазку наносят немедленно

после ее изготовления так как у нее быстро начинается процесс полимеризации и через 30-40 минут она уже затвердевает. Перед нанесением ремонтируемое место тщательно обезжиривают ацетоном или бензином. После окончательной обработки для повышения влагостойкости асбестоцементные стенки и перегородки пропитывают льняным маслом. Убедившись в исправности всех деталей камеру собирают.

Изоляционные планки и панели оснований рычаги стойки должны иметь чистую глянцевую поверхность или быть окрашены эмалью ГФ-92-ХГ. Поверхностью изоляцию имеющую трещины, сколы, прожоги или повреждения до половины ее толщины снимают полностью или частично. Небольшие прогары зачищают напильником и шлифуют мелкой стеклянной бумагой. Ремонтируемое место промывают бензином и дважды покрывают эмалью. Пружины снимают, промывают и проверяют по основным размерам. Пружины имеющие следы ржавчины оцинковывают с последующим обезжириванием.

Растянутые или просевшие, но не имеющие механических повреждений пружины восстанавливают. Для этого пружины опускают нагревая до температуры 920-980°С сжимают или растягивают до чертежных размеров и для придания необходимой упругости и подвергают закалке. Концевые винты, пружины должны иметь ровную горизонтальную поверхность. Пружины с трещинами и не соответствующие характеристике заменяют.

Шарнирные соединения.

Они должны обеспечивать свободное без заеданий движение соединяемых деталей и не иметь повышенного люфта.

Для ремонта шарнирное соединение разбирают. Неисправные оси и валики не ремонтируют, а заменяют новыми. Разработанные отверстия заваривают и рассверливают под чертежный размер или на больший диаметр с последующей установкой в него втулки с соответствующими внутренними и наружными диаметрами.

Перед сборкой трущиеся поверхности шарнирных соединений покрывают смазкой, а после сборки контролируют зазор в шарнире.

После ремонта всех узлов и деталей контактор собирают в обратной разборке последовательности.

Практическое занятие №5

Разборка, изучение конструкции, сборка силовых трансформаторов

Цель:

1. Изучить конструкцию силового трансформатора.
2. Ознакомится с конструкцией и назначением отдельных элементов силового трансформатора.

Оборудование и документация:

1. Силовой трансформатор типа ТМГ-63/10 У1.
2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации трансформаторов серии ТМГ.

Порядок выполнения занятия:

1. Изучить устройство силового трансформатора .
2. Ознакомится с конструкцией отдельных элементов силового трансформатора.
3. Ознакомится с мерами безопасности при эксплуатации силового трансформатора.

Текущий ремонт трансформаторов тока на напряжение 220 кВ

1. Состав исполнителей

Электромеханик – 1

Электромонтер тяговой подстанции 4 разряда – 1

2. Условия выполнения работ

Работа выполняется:

- 1.1. Со снятием напряжения
- 1.2. По наряду

3. Защитные средства, приборы, инструмент, приспособления и материалы:

Каски защитные, диэлектрические перчатки, пояс предохранительный, лестница, заземления, мегомметр на 1000 и 2500 В, секундомер, термометр, ключи гаечные, плоскогубцы комбинированные, отвертки, стеклянное полотно, емкости стеклянные с притертой пробкой для

отбора проб масла, ведро, трансформаторное масло, резиновые прокладки, уайт-спирит, влаго-маслостойкий лак или эмаль, смазка ЦИАТИМ, обтирочный материал.

4. Подготовительные работы и допуск к работе

- 1.3. Накануне выполнения работ подать заявку на вывод в ремонт присоединения, содержащего в своей цепи трансформатор тока.
- 1.4. Проверить исправность и сроки годности защитных средств, приборов, подготовить инструмент, монтажные приспособления и материалы.
- 1.5. После выписки наряда производителю работ получить инструктаж у лица, выдавшего наряд.
- 1.6. Оперативному персоналу выполнить подготовку рабочего места. Производителю работ проверить выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.
- 1.7. Произвести допуск бригады к работе.
- 1.8. Производителю работ провести инструктаж члену бригады, объяснив ему порядок и условия выполнения работы.

Продолжение технологической карты № 2.8.

Схема последовательного технологического процесса

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| 1 | Осмотр трансформатора с проверкой состояния заземления | При осмотре трансформатора проверить состояние опорных конструкций, надежность заземления, уровень масла в каждой фазе, отсутствие сколов изоляторов. Проверить соединение верхней гайки маслоуказательного стекла с крышкой расширителя |
| 2 | Проверка воздухоосушителя дыхательного устройства | Снять воздухоосушитель с трансформатора, высыпать силикагель, промыть гидрозатвор сичтым трансформаторным маслом, протереть сухой ветошью. Стекланный цилиндр протереть сухой ветошью. Заполнить стекланный уилиндр просушенным силикагелем, $\frac{1}{4}$ верхней части заполняется индикаторным силикагелем. Залить масло в гидрозатвор до его $\frac{1}{4}$ части. Собрать воздухоосушитель |
| 3 | Проверка резиновых | Проверить резиновые уплотнения |

| | | |
|---|---|--|
| | уплотнений верхней крышки, подтяжка болтовых соединений | дыхательной трубки воздухоосушителя. При необходимости заменить их новыми. Подтянуть болтовые соединения верхнего дланца трансформатора и установить воздухоосушитель на место |
| 4 | Слив влаги из трансформатора. Отбор пробы масла | Проба масла берется в сухую погоду при температуре не менее 5 °С. Открутить пробку сливного устройства и слить 5 литров трансформаторного масла. После спуска масла необходимо протереть штуцер отбора чистой ветошью, затем произвести отбор пробы масла в объеме 0,5 литра в специально вымытую и высушенную тару, заполнить ее доверху и тщательно закрыть притертой пробкой. Закрутить пробку сливного устройства |
| 5 | Доливка трансформаторного масла | Дролить до уровня 2/3 высоты маслоуказательного стекла трансформаторное масло с пробивным напряжением 65 кВ |
| 6 | Чистка фарфоровой изоляции | Очистить фарфоровую изоляцию трансформатора чистой ветошью, смоченной уайт-спиритом, протереть насухо |
| 7 | Измерение сопротивления изоляции обмоток | Отсоединить от первичной обмотки трансформатора шины и кабель, снять крышку клеммной сборки выводов вторичных цепей. Протереть от грязи и пыли изоляционные выводы вторичных цепей. Закоротить и заземлить обмотки трансформатора на две минуты для снятия остаточных зарядов. Подключить провод «Л» мегаомметра на 2500 В к высоковольтной обмотке ВН, а провод «З» к баку трансформатора, снять заземление и отсчитать по шкале мегаомметра показания сопротивления изоляции через 60 с после подачи напряжения на обмотку (R_{60}). Заземлить обмотку. Повторить замеры еще два раза. По результатам измерений записать в протокол среднее значение измеренных сопротивлений. Сопротивление изоляции обмоток ВН не нормируется (сравнивается с предыдущим замером). Аналогично мегаомметром на 1000 В измерить сопротивление изоляции вторичных обмоток с присоединенными к ним цепями. Оно должно быть не менее 1 МОм |
| 8 | Проверка состояния | Присоединить аппаратные зажимы к выводам |

| | |
|--|--|
| <p>контактных соединений первичных и вторичных цепей</p> | <p>трансформатора. Выполнить затяжку ошиновки и контактных соединений вторичных цепей. Установить на место крышку клеммной сборки. Проверить контактные соединения между высоковольтным проводом и первичной обмоткой трансформатора, проводами коммутации и выводами вторичной обмотки, осмотреть поверхности, зачистить, обработать смазкой ЦИАТИМ</p> |
|--|--|

6. Окончание работ

- 1.9. Собрать инструменты, приспособления, материалы, приборы.
- 1.10. Возвратиться в щитовую тяговой подстанции.
- 1.11. Сдать рабочее место допускающему и закрыть наряд.
- 1.12. Результаты проведенных измерений оформить протоколом.

Технологическая карта № 2.9.

Текущий ремонт трансформатора тока на напряжение 35-110 кВ.

1. Состав исполнителей

Электромеханик – 1

Электромонтер тяговой подстанции 4 разряда – 1

2. Условия выполнения работ

Работа выполняется:

- 1.1. Со снятием напряжения
- 1.2. По наряду

3. Защитные средства, приборы, инструмент, приспособления и материалы:

Каски защитные, диэлектрические перчатки, пояс предохранительный, коврик диэлектрический, лестница, заземления, мегомметр на 1000 и 2500 В, секундомер, термометр, ключи гаечные, плоскогубцы комбинированные, отвертки, стеклянное полотно, емкости стеклянные с притертой пробкой для отбора проб масла, ведро, трансформаторное масло, резиновые прокладки, уайт-спирит, влаго-маслостойкий лак или эмаль, смазка ЦИАТИМ, обтирочный материал.

4. Подготовительные работы и допуск к работе

- 1.3. Накануне выполнения работ подать заявку на вывод в ремонт присоединения, содержащего в своей цепи трансформатор тока.
- 1.4. Проверить исправность и сроки годности защитных средств, приборов, подготовить инструмент, монтажные приспособления и материалы.
- 1.5. После выписки наряда производителю работ получить инструктаж у лица, выдавшего наряд.
- 1.6. Оперативному персоналу выполнить подготовку рабочего места. Производителю работ проверить выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.
- 1.7. Произвести допуск бригады к работе.
- 1.8. Производителю работ провести инструктаж члену бригады, объяснив ему порядок и условия выполнения работы.

Продолжение технологической карты № 2.9.

2. Схема последовательного технологического процесса

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| 1 | Осмотр трансформатора с проверкой состояния заземления | При осмотре трансформатора проверить уровень масла, отсутствие сколов изоляторов, надежность заземлений. Проверить соединение верхней гайки маслоуказательного стекла с крышкой расширителя |
| 2 | Проверка воздухоосушителя дыхательного устройства | Снять воздухоосушитель с трансформатора, высыпать силикагель, промыть гидрозатвор чистым трансформаторным маслом, протереть сухой ветошью. Заполнить стеклянный цилиндр просушенным силикагелем, $\frac{1}{4}$ верхней верхней части заполняется индикаторным силикагелем. Залить масло в гидрозатвор до его $\frac{1}{4}$ части. Собрать воздухоосушитель. Проверить резиновые |

| | | |
|---|---|---|
| | | уплотнения дыхательной трубки воздухоосушителя. При необходимости заменить их новыми. Подтянуть болтовые соединения верхнего фланца трансформатора и установить воздухоосушитель на место |
| 3 | Проверка маслоуказательного устройства | Проверить уровень масла в трансформаторе. Очистить маслоуказательное стекло от пыли и грязи ветошью, смоченной в уайт-спирите. Обратить внимание на отсутствие трещин на стекле и целостность уплотнения между маслоуказательным стеклом и корпусом трансформатора. При необходимости заменить уплотнения, подтянуть болтовые соединения |
| 4 | Чистка фарфоровой изоляции трансформатора | Очистить фарфоровую изоляцию трансформатора чистой ветошью, смоченной уайт-спиритом, протереть насухо |
| 5 | Отбор пробы масла на испытание. Доливка масла | Проба масла берется в сухую погоду. Поставить ведро, слегка открыть кран, спустить для промывки отверстия крана 1-2 литра масла, после чего необходимо протереть штуцер отбора чистой салфеткой. Затем произвести отбор проб масла а объеме 0,5 литра в специальную вымытую и высушенную тару с притертой пробкой, заполнить ее доверху и тщательно закрыть. Пробы отдают для испытания на пробой, прикрепив ярлыки с наименованием оборудования. Долить трансформаторное масло до уровня 2/3 маслоуказательного стекла |
| 6 | Измерение сопротивления | Отсоединить аппаратные |

| | | |
|---|---|--|
| | <p>ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК</p> | <p>зажимы от выводов трансформатора, снять крышку клеммной сборки выводов вторичных цепей. Протереть от грязи и пыли изоляционные выводы вторичных цепей. Закоротить и заземлить обмотки трансформатора на две минуты для снятия остаточных зарядов. Подключить провод «Л» мегаомметра на 2500 В к высоковольтной обмотке ВН, а провод «З» к баку трансформатора, снять заземление и отсчитать по шкале мегаомметра показания сопротивления изоляции через 60 с после подачи напряжения на обмотку (R_{60}). Заземлить обмотку. Повторить замеры еще два раза.</p> <p>По результатам измерений записать в протокол среднее значение измеренных сопротивлений.</p> <p>Сопротивление изоляции обмоток ВН не нормируется (сравнивается с предыдущим замером). Аналогично мегаомметром на 1000 В измерить сопротивление изоляции вторичных обмоток с присоединенными к ним цепями. Оно должно быть не менее 1 МОм</p> |
| 7 | <p>Проверка состояния контактных соединений первичных и вторичных цепей</p> | <p>Присоединить аппаратные зажимы к выводам трансформатора. Выполнить затяжку ошиновки и контактных соединений вторичных цепей.</p> <p>Установить на место крышку клеммной сборки. Проверить контактные соединения между высоковольтным проводом и первичной обмоткой</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | трансформатора, проводами коммутации и выводами вторичной обмотки, осмотреть поверхности, зачистить, обработать смазкой ЦИАТИМ |
|--|--|--|

6. Окончание работ

- 2.1. Собрать инструменты, приспособления, материалы, приборы.
- 2.2. Возвратиться в щитовую тяговой подстанции.
- 2.3. Сдать рабочее место допускающему и закрыть наряд.

Практическое занятие №6

Виды работ при среднем ремонте силовых трансформаторов

Цель работы: Изучение порядка проведения среднего ремонта силовых трансформаторов.

Оборудование и приборы: Силовые трансформаторы.

Порядок выполнения заданий.

Изучить порядок выполнения межремонтных испытаний силовых трансформаторов.

Ход работы.

1. Определение условий включения трансформатора.
2. Измерение сопротивления изоляции:
 - обмоток с определением R60/R15
 - ярмовых балок, прессующих колец и доступных для выявления замыкания стяжных шпилек.
3. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\beta$ изоляции обмоток.
4. Определение отношения C2/C50
5. Определение отношения $\Delta C/C$
6. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:
 - изоляции обмоток 35 кВ и ниже вместе с вводами;

- изоляции доступных для испытания стержневых шпилек, прессующих и ярмовых балок.

7. Измерение сопротивления обмоток по току.
8. Проверка коэффициента трансформации.
9. Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов.
10. Измерение тока и потерь холостого хода.
11. Проверка работы переключающего устройства.
12. Испытание бака с радиаторами статистическим давлением столба масла.
13. Проверка устройств охлаждения.
14. Проверка состояния индикаторного силикагеля.
15. Газировка трансформатора.
16. Испытание трансформаторного масла.
 - из трансформаторов;
 - из баков контакторов устройств РПН (отделенного от масла трансформатора).
17. Испытание трансформаторов включением толчком на номинальное напряжение.
18. Испытание вводов.
19. Испытание встроенных трансформаторов тока.

Измерение сопротивления изоляции:

- 1) Обмоток с определением R60/R15. Измерение сопротивления изоляции обмоток производится как до ремонта, так и после его окончания. Измерение проводят мегаомметром 2500 В по схемам табл. 2.2. При текущем ремонте измерения производится, если специально для этого не требуется расшиновка трансформатора. Для трансформаторов на напряжение 220 кВ сопротивление изоляции рекомендуется измерять при температуре не ниже 30°C, а до 150 кВ – не ниже 10°C. Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции, при которых возможно включение трансформаторов в работу после капитального ремонта, регламентируется табл. 2.17. При текущем

ремонте и межремонтных испытаниях R60 и R60/R15 не нормируется, но они не должны снижаться за время ремонта более чем на 30% и должны учитываться при комплексном рассмотрении всех результатов измерений параметров изоляции и сопоставляться с ранее полученными. О порядке проведения измерений и оценке значения отношения R60/R15 следует руководствоваться также указаниями п.2.2.3

| Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения, кВ | Значение R60, Мом, при температуре обмотки, °С | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| До 35 | 450 | 300 | 200 | 130 | 90 | 60 | 40 |
| 110 | 900 | 600 | 400 | 260 | 180 | 120 | 80 |

Ярмовых балок, прессующих колец и доступных для выявления замыкания стяжных шпилек. Проводится при капитальном и текущем ремонтах. Проверка изоляции доступных стяжных шпилек, ярмовых балок и прессующих колец для выявления замыкания производится у силовых масляных трансформаторов только при капитальном ремонте, а у сухих трансформаторов и при текущем ремонте.

Сопротивление изоляции доступных стяжных шпилек, ярмовых балок, прессующих колец измеряют мегаомметром на 2500 В для масляных трансформаторов и 1000 В для сухих силовых трансформаторов. Величина сопротивления изоляции не нормируется, но, для ориентировки, она находится в пределах 2-3 Мом для масляных трансформаторов для номинального напряжения 10 кВ и 10-20 Мом для трансформатора 110 кВ и выше. Для сухих трансформаторов величина сопротивления изоляции находится в пределах 1-2 Мом. Стяжные шпильки и прессующие кольца проверяются относительно стали магнитопровода и ярмовых балок. Ярмовые балки проверяются относительно магнитопровода. При удовлетворительных результатах измерения изоляции стяжных шпилек и ярмовых балок последующие испытания проводятся напряжением 1000 В частотой 50 Гц. Продолжительность испытания 1 мин. В эксплуатации изоляции шпилек ярмовых балок и прессующих колец считается неудовлетворительной при снижении более, чем на 50% от исходных величин.

Наиболее распространенной причиной низкой изоляции являются заусеницы и грязь под стальными шайбами. После производства

измерений заземления всех четырех ярмовых балок и магнитопровода должно быть восстановлено. Незаземленными остаются только стяжные шпильки ярма.

Практическое занятие №7

Виды работ при ремонте по техническому обслуживанию силовых трансформаторов

Цель:

1. Ознакомиться с видами работ при производстве среднего ремонта силового трансформатора.

Оборудование и документация:

3. Силовой трансформатор типа ТМГ-63/10 У1.
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации трансформаторов серии ТМГ.

Текущий ремонт трансформаторов на напряжение 220 кВ

1. Состав исполнителей

Электромеханик – 1

Электромонтер тяговой подстанции 4 разряда – 1

2. Условия выполнения работ

Работа выполняется:

1.13. Со снятием напряжения

1.14. По наряду

3. Защитные средства, приборы, инструмент, приспособления и материалы:

Каски защитные, диэлектрические перчатки, пояс предохранительный, лестница, заземления, мегомметр на 1000 и 2500 В, секундомер, термометр, ключи гаечные, плоскогубцы комбинированные, отвертки, стеклянное полотно, емкости стеклянные с притертой пробкой для отбора проб масла, ведро, трансформаторное масло, резиновые прокладки, уайт-спирит, влаго-маслостойкий лак или эмаль, смазка ЦИАТИМ, обтирочный материал.

4. Подготовительные работы и допуск к работе

- 1.15. Накануне выполнения работ подать заявку на вывод в ремонт присоединения, содержащего в своей цепи трансформатор тока.
- 1.16. Проверить исправность и сроки годности защитных средств, приборов, подготовить инструмент, монтажные приспособления и материалы.
- 1.17. После выписки наряда производителю работ получить инструктаж у лица, выдавшего наряд.
- 1.18. Оперативному персоналу выполнить подготовку рабочего места. Производителю работ проверить выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.
- 1.19. Произвести допуск бригады к работе.
- 1.20. Производителю работ провести инструктаж члену бригады, объяснив ему порядок и условия выполнения работы.

Продолжение технологической карты № 2.8.

Схема последовательного технологического процесса

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| 1 | Осмотр трансформатора с проверкой состояния заземления | При осмотре трансформатора проверить состояние опорных конструкций, надежность заземления, уровень масла в каждой фазе, отсутствие сколов изоляторов. Проверить соединение верхней гайки маслоуказательного стекла с крышкой расширителя |
| 2 | Проверка воздухоосушителя дыхательного устройства | Снять воздухоосушитель с трансформатора, высыпать силикагель, промыть гидрозатвор сичтым трансформаторным маслом, протереть сухой ветошью. Стекланный цилиндр протереть сухой ветошью. Заполнить стекланный уилиндр просушенным силикагелем, $\frac{1}{4}$ верхней части заполняется индикаторным силикагелем. Залить масло в гидрозатвор до его $\frac{1}{4}$ части. Собрать воздухоосушитель |
| 3 | Проверка резиновых уплотнений верхней крышки, подтяжка болтовых соединений | Проверить резиновые уплотнения дыхательной трубки воздухоосушителя. При необходимости заменить их новыми. Подтянуть болтовые соединения верхнего дланца трансформатора и установить |

| | | |
|---|--|---|
| | | воздухоосушитель на место |
| 4 | Слив влаги из трансформатора. Отбор пробы масла | Проба масла берется в сухую погоду при температуре не менее 5 °С. Открутить пробку сливного устройства и слить 5 литров трансформаторного масла. После спуска масла необходимо протереть штуцер отбора чистой ветошью, затем произвести отбор пробы масла в объеме 0,5 литра в специально вымытую и высушенную тару, заполнить ее доверху и тщательно закрыть притертой пробкой. Закрутить пробку сливного устройства |
| 5 | Доливка трансформаторного масла | Дролить до уровня 2/3 высоты маслоуказательного стекла трансформаторное масло с пробивным напряжением 65 кВ |
| 6 | Чистка фарфоровой изоляции | Очистить фарфоровую изоляцию трансформатора чистой ветошью, смоченной уайт-спиритом, протереть насухо |
| 7 | Измерение сопротивления изоляции обмоток | Отсоединить от первичной обмотки трансформатора шины и кабель, снять крышку клеммной сборки выводов вторичных цепей. Протереть от грязи и пыли изоляционные выводы вторичных цепей. Закоротить и заземлить обмотки трансформатора на две минуты для снятия остаточных зарядов. Подключить провод «Л» мегаомметра на 2500 В к высоковольтной обмотке ВН, а провод «З» к баку трансформатора, снять заземление и отсчитать по шкале мегаомметра показания сопротивления изоляции через 60 с после подачи напряжения на обмотку (R_{60}). Заземлить обмотку. Повторить замеры еще два раза. По результатам измерений записать в протокол среднее значение измеренных сопротивлений. Сопротивление изоляции обмоток ВН не нормируется (сравнивается с предыдущим замером). Аналогично мегаомметром на 1000 В измерить сопротивление изоляции вторичных обмоток с присоединенными к ним цепями. Оно должно быть не менее 1 МОм |
| 8 | Проверка состояния контактных соединений первичных и вторичных цепей | Присоединить аппаратные зажимы к выводам трансформатора. Выполнить затяжку ошиновки и контактных соединений вторичных цепей. Установить на место крышку клеммной |

| | |
|--|--|
| | <p>сборки. Проверить контактные соединения между высоковольтным проводом и первичной обмоткой трансформатора, проводами коммутации и выводами вторичной обмотки, осмотреть поверхности, зачистить, обработать смазкой ЦИАТИМ</p> |
|--|--|

6. Окончание работ

- 1.21. Собрать инструменты, приспособления, материалы, приборы.
- 1.22. Возвратиться в щитовую тяговой подстанции.
- 1.23. Сдать рабочее место допускающему и закрыть наряд.
- 1.24. Результаты проведенных измерений оформить протоколом.

Практическое занятие №8

Виды работ при текущем ремонте силовых трансформаторов

Цель: Приобретение практических навыков в проведении текущего ремонта силового трансформатора.

Оборудование и материалы: силовой трансформатор, инструкционная карта, инструменты и приспособления, технологическая карта № 2.2. сборника технологических карт на работы по текущему ремонту оборудования тяговых подстанций электрифицированных ж.д., лаборатория электрических подстанций.

Порядок выполнения

Текущий ремонт выполняется в плановом порядке по графикам, утвержденным руководителем энергетической службы. При этом, во избежание неоправданных операций по разборке оборудования, при текущих ремонтах максимально использовались диагностические методы контроля состояния электрооборудования. Текущий ремонт выполняется за счет и по смене эксплуатационных расходов.

Разборку начинают с демонтажа газового реле, предохранительной трубы, термометра, расширителя и других устройств и деталей, расположенных на крышке трансформатора.

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Последовательность и особенности ремонта основных элементов трансформатора выполнить в соответствии со справочником по ремонту

электрооборудования О. Н. Портала, стр.101—117.

3. Подобрать инструменты и приспособления в соответствии с технологической картой № 2.2 сборника технологических карт на работы по текущему ремонту оборудования тяговых подстанций электрифицированных ж.д.

4. На основании оформленного наряда-допуска провести инструктаж членам бригады и четко распределить обязанности между ними.

5. Провести внешний осмотр трансформатора (состояние фундамента, крепление заземления, отсутствие течи масла).

6. Проверить маслоуказательные устройства (уплотнения и целостность маслоуказательной стеклянной трубки расширителя, протереть стекло, заменить резиновые прокладки, проверить показания стрелочных указателей).

7. Протереть и проверить состояние трансформатора и арматуры устранить неисправности. Очистить изоляторы трансформаторов, определить остро дефектные изоляторы.

8. Отсоединить поочередно шины с низкой и с высокой стороны трансформатора, закрепить их от выводов на расстоянии, достаточном для испытания изоляции обмоток.

9. Проверить сопротивление изоляции обмоток.

Практическое занятие №9

Виды работ при капитальном ремонте силовых трансформаторов

Цель: закрепить знания по объему и методике проведения контрольных испытаний трансформаторов после ремонта.

Оборудование и материалы: мегаомметр на 1000 и 2500В, секундомер, термометр, уровень, манометр, ключи гаечные, плоскогубцы комбинированные, лаборатория электрических подстанций.

Краткие теоретические сведения

Отремонтированные трансформаторы проходят контрольные (окончательные) испытания, которые должны подтвердить высокое качество выполненного ремонта, отсутствие дефектов, соответствие характеристик трансформаторов паспортным значениям и требованиям стандартов:

1. Определение коэффициента трансформации и группы соединения обмоток;
2. Испытание трансформаторного масла;
3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току;
4. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно друг друга и бака;
5. Испытание электрической прочности изоляции обмоток;

6. Испытание витковой изоляции обмоток и т.д.

Испытание электрической прочности изоляции обмотки проводят для полностью собранных и залитых маслом трансформаторов. Значения испытательных напряжений трансформаторов на заводе-изготовителе приведены в таблице 5.

Испытательные напряжения трансформаторов после капитального ремонта снижаются до 90% от приведенных выше для отечественных трансформаторов и до 85% для импортных; после ремонта без смены обмоток это напряжение уменьшается до 75% для всех типов трансформаторов.

Изоляцию обмоток испытывают при помощи аппаратов ТУ-158, ТУ-235, АКИ-50, АИИ-70, АКИИ-72 и др. Испытание длится одну минуту. Включение повышенного напряжения может быть сделано толчком при напряжении до 25% испытательного, после испытания напряжение снижают до этого же значения и отключают. Напряжение должно быть синусоидальным, частота 50 Гц с отклонениями не более $\pm 5\%$. Мощность испытательной установки должна составлять не менее 0,5—1% мощности испытуемого трансформатора.

Результаты испытаний считаются положительными, если не произошло пробоя изоляции, перекрытий и скользящих разрядов, отмеченных приборами.

Порядок выполнения работы

1. Уточнить объем контрольных испытаний.
2. Установить последовательность проведения испытаний.
3. Выбрать приборы для проведения каждого опыта контрольных испытаний.
4. Уточнить методику проведения каждого опыта испытаний.
5. Провести каждый опыт контрольных испытаний.
6. Дать заключение о состоянии трансформатора.
7. На основании составленной ранее, дефектовочной ведомости на ремонт трансформатора заполнить документацию по испытаниям.
8. Каждый учащийся самостоятельно изучает техническую документацию по дефектации и испытаниям трансформатора.