

Министерство общего и профессионального образования Ростовской области  
НОВОШАХТИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ -  
филиал государственного бюджетного профессионального  
образовательного учреждения Ростовской области  
«ШАХТИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ  
им.ак. Степанова П.И. »

Методические указания по проведению практических занятий  
по дисциплине МДК 04.01 Техническая диагностика и ремонт электрооборудования  
**специальности 13.02.03 Электрические станции, сети и системы**  
(базовая подготовка)

Новошахтинск 2021

## **Введение**

Образовательные результаты, заявленные в ФГОС по дисциплине «Техническая диагностика и ремонт электрооборудования»:

### **уметь:**

- пользоваться средствами и устройствами диагностирования;
- составлять документацию по результатам диагностики;
- определять объемы и сроки проведения ремонтных работ;
- составлять перспективные, годовые и месячные планы ремонтных работ и соответствующие графики движения ремонтного персонала;
- рассчитывать режимные и экономические показатели энергоремонтного производства;
- проводить измерения и испытания электрооборудования и оценивать его состояние по результатам оценок;
- применять методы устранения дефектов оборудования;
- проводить текущие капитальные ремонты по типовой номенклатуре;
- проводить послеремонтные испытания;
- контролировать технологию ремонта;
- выполнять сложные чертежи, схемы и эскизы, связанные с ремонтом оборудования.

### **знать:**

- основные неисправности и дефекты оборудования;
- методы и средства, применяемые при диагностировании;
- годовые и месячные графики ремонта электрооборудования;
- периодичность проведения ремонтных работ всех видов электрооборудования;
- нормативы длительности простоя агрегатов в ремонте, трудоемкости ремонта любого вида, численности ремонтных рабочих;
- особенности конструкции, принцип работы, основные параметры и технические характеристики ремонтируемого оборудования;
- порядок организации производства ремонтных работ;
- сведения по сопротивлению материалов;
- признаки и причины повреждений электрооборудования.

Окончательная оценка выставляется обучающемуся за предоставленный отчёт и устный опрос о проделанной работе:

- оценка «5» - за полностью выполненную работу, оформленный отчёт и полные ответы на контрольные вопросы;
- оценка «4» - за полностью правильно выполненную работу, оформленный отчёт, за неточные ответы на контрольные вопросы;
- оценка «3» - за правильно оформленную работу, оформленный отчёт, за неточные ответы на контрольные и наводящие вопросы;
- оценка «2» - за не полностью выполненную работу, не оформленный отчет.

## Общие указания по составлению отчёта

Практические работы являются одним из элементов учебной деятельности студента, выполнив которую, он должен составить отчёт.

Правильно составить отчёт, значит показать:

- степень усвоения знаний;
- умение проявить самостоятельность, творческий подход к выполнению заданий;
- знание нормативных документов, ГОСТов, ЕСКД;
- оптимальную организацию своей работы, чтобы с наименьшими затратами времени и труда найти эффективное техническое, математическое и другое решение;
- умение пользоваться справочной, информационной, нормативной литературой, ресурсами Интернет.

Отчёт выполняется рукописным способом на обеих сторонах листа формата А 4. Оформление отчёта выполняется в соответствии с методическими указаниями по применению стандартов при оформлении учебной документации, текст отчёта иллюстрируется при необходимости графическим материалом в виде рисунков, схем, таблиц. Текст отчёта пишется пастой синего цвета. Отчёт составляется в соответствии с методическими указаниями к работе на основе результатов выполненной работы.

Проверяя отчёт, преподаватель отмечает:

- правильность оформления отчёта, т.е. соблюдение требований ГОСТ, ЕСКД и других нормативных документов;
- правильность выполнения задания;
- достоверность полученных результатов;
- ответы на контрольные вопросы и выводы по работе.

Преподаватель отмечает ошибки и выставляет оценку. В случае неудовлетворительной оценки отчёт возвращается. Студент исправляет ошибки и вновь сдаёт отчёт для проверки.

## Содержание

Практическое занятие № 1	4
Практическое занятие № 2	6
Практическое занятие № 3	9
Практическое занятие № 4	11
Практическое занятие № 5	13
Практическое занятие № 6	15
Практическое занятие № 7	17
Практическое занятие № 8	19
Практическое занятие № 9	21
Практическое занятие № 10	24
Практическое занятие № 11	26
Практическое занятие № 12	27
Практическое занятие № 13	39
Практическое занятие № 14	31
Практическое занятие № 15	33
Практическое занятие № 16	35
Практическое занятие № 17,18	37
Приложение А	39
Приложение Б	40
Список литературы	41

## Практическое занятие № 1

**Тема:** Расчет уставок защиты трансформатора.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3 Научиться выбирать уставки защиты трансформатора

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия №1.
- 2) Изучить методические указания.
- 3) Ответить на контрольные вопросы.
- 4) Определить методы расчета уставок трансформаторов.

### Теоретические данные

Заданное пороговое значение воздействующей величины при срабатывании называется **уставкой**.

Для выбора тока срабатывания защиты по условиям отстройки от тока небаланса рассматриваются такие режимы, при которых ток небаланса будет наибольшим. Выбор расчетных условий определяется параметрами системы. Для трансформаторов с односторонним питанием расчетными являются трехфазные КЗ на шинах среднего (СН) и низшего (НН) напряжений (точки К1 и К2, рисунок 1). При двустороннем питании расчетным может быть и КЗ на шинах высшего (ВН) напряжения (точка К3).

Для проверки чувствительности рассматриваются такие режимы, при которых чувствительность будет минимальной. При одностороннем питании коэффициент чувствительности проверяется при внутреннем двухфазном КЗ на сторонах СН и НН в минимальном режиме работы системы (точки К4 и К5, рисунок 1). при двустороннем питании расчетной по чувствительности может оказаться и однофазное или двухфазное КЗ на стороне ВН (точка К6, рисунок 1). Заметим, что при нескольких трансформаторах на подстанции расчетным является режим раздельной работы. Это справедливо как для проверки чувствительности, так и для выбора тока срабатывания.

Для проверки чувствительности рассматриваются такие режимы, при которых чувствительность будет минимальной. При одностороннем питании коэффициент чувствительности проверяется при внутреннем двухфазном КЗ на сторонах СН и НН в минимальном режиме работы системы (точки К4 и К5, рисунок 1). при двустороннем питании расчетной по чувствительности может оказаться и однофазное или двухфазное КЗ на стороне ВН (точка К6, рисунок 1). Заметим, что при нескольких трансформаторах на подстанции расчетным является режим раздельной работы. Это справедливо как для проверки чувствительности, так и для выбора тока срабатывания.

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

**Выводы.**

**Контрольные вопросы:**

- 1) Что называется уставкой защиты?
- 2) Способы выбора уставок защиты трансформатора?
- 3) Формула расчета коэффициента трансформации.

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 2

**Тема:** Расчет продольной защиты трансформаторов.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3 научиться рассчитывать уставки продольной защиты трансформаторов.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по технике безопасности.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 2.
- 3) Изучить материал из учебного пособия.
- 4) Расчет уставки продольной защиты трансформаторов.

### Теоретические сведения.

Продольная дифференциальная защита применяется для трансформаторов мощностью 6,3 МВА и выше, а также для всех автотрансформаторов (при мощности трансформатора менее 6,3 МВА применяется токовая отсечка в сочетании с МТЗ). Для двухобмоточных трансформаторов используется двухрелейная схема защиты, для трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов – трехрелейная схема (на стороне низшего напряжения для повышения чувствительности ТТ соединяются в полную звезду). Защита выполняется с использованием дифференциальных реле типа РНТ, ДЗТ.

Для выбора тока срабатывания защиты по условиям отстройки от тока небаланса рассматриваются такие режимы, при которых ток небаланса будет наибольшим. Выбор расчетных условий определяется параметрами системы. Для трансформаторов с односторонним питанием расчетными являются трехфазные КЗ на шинах среднего (СН) и низшего (НН) напряжений (точки К1 и К2, рисунок 1). При двустороннем питании расчетным может быть и КЗ на шинах высшего (ВН) напряжения (точка К3).

Для проверки чувствительности рассматриваются такие режимы, при которых чувствительность будет минимальной. При одностороннем питании коэффициент чувствительности проверяется при внутреннем двухфазном КЗ на сторонах СН и НН в минимальном режиме работы системы (точки К4 и К5, рисунок 1). При двустороннем питании расчетной по чувствительности может оказаться и однофазное или двухфазное КЗ на стороне ВН (точка К6, рисунок 1). Заметим, что при нескольких трансформаторах на подстанции расчетным является режим раздельной работы. Это справедливо как для проверки чувствительности, так и для выбора тока срабатывания.

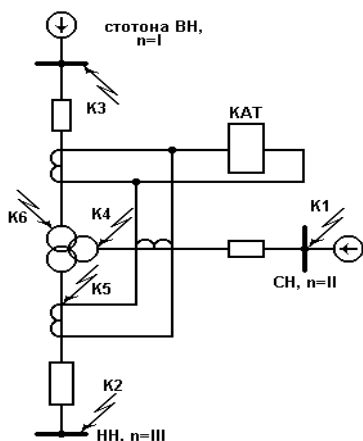


Рис 1 Поясняющая схема к расчету диф. защиты

### Предварительный расчет защиты.

Первоначально определяется ток срабатывания защиты с реле РНТ по большему из двух условий.

1. Отстройка от броска тока намагничивания, возникающего при включении трансформатора и автотрансформатора на холостой ход или при восстановлении напряжения после отключения КЗ, а также от переходных токов небаланса при внешних КЗ:

$$I_{с.з} = k_{отс} I_{ном} \quad (1)$$

где  $k_{отс} = 1,3$  - коэффициент отстройки для реле типа РНТ;  $I_{ном}$  - номинальный ток той стороны трансформатора, напряжение которой принято в качестве расчетной; для автотрансформатора при определении  $I_{ном}$  берется типовая мощность.

2. Отстройка от максимального периодического тока небаланса, возникающего при внешних КЗ:

$$I_{с.з} \geq k_{з} I_{нб.расч} \quad (2)$$

где  $k_{з} = 1,3$  - коэффициент запаса по избирательности;  $I_{нб.расч}$  - максимальный расчетный ток небаланса, определяемый как сумма трех составляющих, пропорциональных периодической слагающей тока КЗ,

$$I_{нб.расч} = I'_{нб.расч} + I''_{нб.расч} + I'''_{нб.расч} \quad (3)$$

Составляющая тока  $I'_{нб.расч}$  обусловлена погрешностью трансформатора тока:

$$I'_{нб.расч} = k_{одн} \varepsilon I_{к.макс} \quad (4)$$

где  $k_{одн} = 1,0$ ;  $\varepsilon = 0,1$ ;  $I_{к.макс}$  - максимальный ток внешнего КЗ, приведенный к расчетной ступени напряжения.

Составляющая  $I''_{нб.расч}$  обусловлена регулировкой коэффициента трансформации силового трансформатора (автотрансформатора) после того, как защита была сбалансирована на средних отпайках. Это составляющая определяется как сумма токов небаланса на сторонах, где имеется регулирование:

$$I''_{нб.расч} = \sum_{n=I}^{III} \Delta U_n I_{к.макс.n} \quad (5)$$

где  $\Delta U_n$  - относительная погрешность регулировки напряжения, принимается равной половине диапазона регулирования стороны  $n$  трансформатора (если регулирование  $\pm 10\%$ , то  $\Delta U_n = 0,1$ );  $I_{к.макс.n}$  - максимальный периодический ток, протекающий по стороне  $n$  трансформатора (рисунок 1).

Составляющая  $I'''_{нб.расч}$  обусловлена неточностью установки на реле расчетных чисел витков:

$$I'''_{нб.расч} = \sum_{n=I}^{III} \Delta w_n I_{к.макс.n} \quad (6)$$

где  $\Delta w_n = \frac{w_{н.расч} - w_n}{w_n}$  - погрешность выравнивания для стороны  $n$  трансформатора. При предварительном расчете эта составляющая не учитывается.

### Выводы.

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### Контрольные вопросы:

- 1) Что называется уставкой?
- 2) Что называется продольной защитой трансформатора, применение?
- 3) Какие данные необходимы для расчетов защиты?
- 4) Какие реле используются в продольной защите трансформатора.
- 5) В чем заключается расчет релейной защиты.



## Практическое занятие № 3

**Тема:** Составление бланков переключений.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3 научиться составлять бланки переключений.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по технике безопасности.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 3.
- 3) Изучить материал из учебного пособия.
- 4) Составить бланк переключений оборудования по заданиям.

### Теоретические сведения.

Бланк переключения, составляемый для предупреждения возможных неправильных операций, является основным оперативным документом, определяющим содержание задания и последовательность производства особо опасных и сложных переключений. По бланкам переключения производятся операции в схемах электроустановок напряжением выше 1 000 в, когда РУ не оборудованы или оборудованы не полностью блокировочными устройствами от неправильных операций с разъединителями, и сложные переключения.

Правила заполнения бланков переключения сводятся к следующему:

1. Бланк должен заполняться при каждом переключении. При установке заземлений бланк также заполняется. Бланк не заполняется, если переключение состоит из одной операции по включению или отключению выключателя.

2. Бланк заполняется после получения задания непосредственно перед началом переключения тем лицом, которое будет руководить переключением, т. е. старшим в смене, \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ подписывается \_\_\_\_\_ им.

3. В бланк вносятся все операции и основные действия, входящие в объем переключения, в той последовательности, которая определяется правилами действий с коммутационными аппаратами и содержанием заданного переключения. Каждая операция или основное действие должны быть внесены в бланк столько раз, сколько их \_\_\_\_\_ надлежит \_\_\_\_\_ выполнить.

4. Каждая операция или основное действие, вносимое в бланк, нумеруются порядковым номером, проставляемым слева в начале каждой записи. Запрещается прочеркивать содержание последующей операции, ссылаясь на уже сделанную аналогичную \_\_\_\_\_ запись \_\_\_\_\_ предыдущей \_\_\_\_\_ операции.

5. Каждый заполненный бланк переключения должен быть проверен. В тех случаях, когда на подстанции дежурят два человека, второе лицо, на обязанности которого лежит выполнение операций, после разъяснения ему предстоящего переключения, проверяет бланк и подписывает его в соответствующей графе. При дежурстве одного человека бланк зачитывается по телефону лицу, отдавшему распоряжение, и подтверждается им, после чего дежурный сам вписывает фамилию лица, отдавшего распоряжение, в графу «бланк проверил». Переключения при ликвидации аварии производятся без бланка, с последующей записью в оперативном журнале.

## Электростанция

подстанция № 8

### Бланк переключения № 152

22 марта 2011 г. Начало 10 ч 20 мин

Конец——ч——мин

**Задание:** Отключить и вывести в ремонт трансформатор № 2 110/10 кв.

Последовательность производства операций при переключении:

1. Отключить ВВ 10 кв трансформатора № 2
2. Снять оперативный ток с привода 10 кв МВ трансформатора № 2
3. Отключить ВВ 110 кв трансформатора № 2
4. Снять оперативный ток с привода ВВ 110 кв трансформатора №2
5. Отключить ШР 10 кв трансформатора № 2
6. Отключить ШР 110 кв трансформатора № 2
7. Проверить отсутствие напряжения на выводах ВВ 110 кв трансформатора № 2
8. Заземлить ВВ трансформатора № 2 со стороны шин 110 кв включением заземляющих ножен
9. Проверить отсутствие напряжения на всех выводах ВВ 10 кв трансформатора № 2
10. Заземлить ВВ трансформатора № 2 со стороны шин 10 кв включением заземляющих ножей

Переключения производил: Подпись Сергеев

Бланк проверил: Подпись Иванов

### Выводы.

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### Контрольные вопросы:

- 1) Что называется бланком переключений?
- 2) Когда составляется бланк переключений?
- 3) Последовательность заполнения бланка переключений?
- 4) Для какого напряжения бланки переключений не составляются и почему?

## Практическое занятие № 4

**Тема:** Выбор грузоподъемных механизмов.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3 научиться выбирать грузоподъемные механизмы.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по технике безопасности.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия №4.
- 3) Изучить материал из учебного пособия.
- 4) Составить бланк переключений оборудования по заданиям.

### Теоретические сведения

При выборе грузоподъемного механизма для монтажа технологического оборудования следует учитывать особенности компоновки объектов, в частности, цехов главного корпуса; количество и мощность устанавливаемых агрегатов, взаимное расположение оборудования, общий объем монтажных работ, методы монтажа, степень укрупнения оборудования, среднюю и максимальную массу блоков, необходимую высоту для подъема блоков. Влияние на выбор типа механизма оказывает характер принятых строительных конструкций зданий (закрытое, полуоткрытое или открытое), готовность строительных сооружений к началу монтажа, возможность использования строительных конструкций в качестве опорных элементов для установки или крепления монтажного механизма, а также степень совмещения строительных и монтажных работ на данном объекте.

Для крупных электростанций на стадии разработки технического проекта и ПОС в каждом конкретном случае выбираются основные монтажные механизмы для машинного зала, котельной, химводоочистки, насосной станции и др. В связи с этим имеется тесная увязка между компоновкой оборудования, конструкциями здания и монтажным механизмом.

Грузоподъемными механизмами в процессе монтажа производится не только подъем и перемещение блоков и деталей оборудования, но и их установка на проектное место, пригонка, выверка и присоединение к другим элементам оборудования. на выполнение указанных операций требуется гораздо больше времени, чем на подъем, перемещение и просто укладку или установку груза на место. Этим и объясняется низкая производительность грузоподъемных механизмов на монтаже.

Грузоподъемные механизмы для монтажа оборудования должны отвечать следующим условиям:

- тип грузоподъемного механизма выбирается исходя из особенности компоновки электростанции и принятых схем и методов производства работ;
- грузоподъемность механизма обеспечивает установку в проектное положение большинства монтируемых блоков;
- производительность механизма обеспечивает принятый в графике темп монтажных работ.

Стоимость эксплуатации крана и механизации на 1 т смонтированного оборудования должна быть наименьшей.

Для правильного выбора мощности грузоподъемных механизмов необходимо в каждом конкретном случае проводить технико-экономические сравнения.

**Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Дать определение грузоподъемным механизмам?
- 2) Назначение грузоподъемных механизмов?
- 3) Критерии выбора грузоподъемных механизмов?
- 4) Для чего производятся технико-экономические сравнения?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 5

**Тема:** Выбор способа очистки трансформаторного масла.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3 научиться выбирать способ очистки трансформаторного масла.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по технике безопасности.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия №5.
- 3) Изучить теоретические сведения.
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

### Теоретические сведения.

#### Способы очистки трансформаторных масел

Существует несколько методов химической очистки трансформаторного масла. Одним из методов является очистка посредством серной кислоты. Такая очистка представляет собой обработку масла концентрированной серной кислотой, концентрат которой равняется порядка девяти до восьми процентов.

При всех способах очистки трансформаторных масел данный способ является наименее распространенным, поскольку имеет множество недостатков. Дело в том, что серная кислота, осуществляя воздействие на нежелательные элементы, воздействует так же и на остальную структуру масла, делая его не очень стабильным в работе. Поэтому требуются дополнительные действия по нейтрализации кислоты.

Следующим способом очистки является очистка селективным методом. Уже из одного названия можно понять, что данный способ действует избирательно, и выявляет исключительно нежелательные элементы из масел, нейтрализуя их. Данный метод очистки производится посредством действия на масло специальных растворителей, которые действуют в избирательном порядке. Весь процесс происходит на специальной установке для очистки масел. Еще одним распространенным методом очистки является так называемая депарафинизация масел. Данный способ основан на удалении твердых примесей из масла, посредством обработки масла такими растворителями, как бензол, ацетоновый растворитель, толуол и т.п. вещества.

Все эти сложные методы очистки влияют на дальнейшую стабильность масел, однако позволяют продлить их срок службы на достаточно длительное время. Однако после всех проведенных методов очистки необходимым процессом, который закрывает весь цикл очистительных работ, становится так называемая доочистка трансформаторного масла. Таким способом является очистка контактным способом. При контактном методе очистки трансформаторного масла его подвергают смешиванию с таким материалом, как глина или земля отбеленного типа. После тщательного смешивания всю массу подвергают нагреванию, в процессе которого активизируются все адсорбенты, которые входят в состав глины.

Активные адсорбенты «впитывают» все негативные вещества, после чего происходит тщательная фильтрация, посредством которой производят отделение масла от глины. Важно учитывать, что бы глина, которая является адсорбентом, была с содержанием достаточного количества влаги. Только в этом случае процесс очистки станет наиболее продуктивным и достигнет того результата, при котором масло будет функционировать так, как положено.

### **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### **Контрольные вопросы:**

- 1) Назначение трансформаторного масла?
- 2) Способы очистки трансформаторного масла?
- 3) Испытания трансформаторного масла?
- 4) С какой периодичностью очищают трансформаторное масло?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 6

**Тема:** Составление перечня работ на ремонт генератора и его узлов.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3 научиться составлять перечень основных работ на ремонт генератора и его узлов.

### Ход выполнения работы.

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия №6.
- 3) Изучить теоретические сведения.
- 4) Ответить на контрольные работы.

### Теоретические сведения

В типовой объем капитального ремонта входят разборка и сборка генератора с выемкой или без выемки ротора; осмотр, чистка и проверка всех доступных деталей и узлов, в том числе возбuditеля с полной его разборкой; разборка и ремонт оборудования выводов и ячейки машины, масло-системы, систем газоохлаждения и водяного охлаждения генератора и обмоток; проведение испытаний и измерений; устранение всех выявленных дефектов. Как правило, производится проточка колец ротора и коллектора возбuditеля.

При необходимости в период капитального ремонта производятся специальные работы: замена дефектных стержней обмотки статора, устранение витковых замыканий в обмотке ротора, замена колец ротора и роторных бандажей, реконструкция уплотнений вала ротора и др.

Капитальные и текущие ремонты генераторов должны совмещаться с капитальными и текущими ремонтами турбин. Капитальные ремонты турбогенераторов до 100 МВт включительно должны проводиться 1 раз в 3—5 лет; турбогенераторов более 100 МВт — 1 раз в 3—4 года; синхронных компенсаторов — не чаще чем через 4—5 лет; гидрогенераторов — 1 раз в 4—6 лет.

Первый ремонт впервые введенных в работу турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов, включая усиление крепления лобовых частей и переключенов-ку пазов статора, проводится не позднее чем через 8000 ч работы после ввода в эксплуатацию. Такое требование вызывается тем, что в начальный период работы происходит интенсивная приработка частей и деталей друг к другу, подсушка изоляции и крепежных деталей, что может вызвать ослабление их креплений. Кроме того, большая часть дефектов, допущенных при изготовлении, проявляется именно в начальный период работы машины.

Перед остановкой генератора на капитальный ремонт необходимо измерить вибрацию всех подшипников и крестовин при различных нагрузках и на холостом ходу с возбуждением и без возбуждения. Если генератор имеет недопустимо высокую вибрацию и предварительным исследованием установлено, что для ее устранения требуется балансировка ротора, то балансировку желательно выполнить до вывода турбины в ремонт, так как по окончании ремонта времени на балансировку и последующую сборку торцевых крышек и масляных уплотнений обычно не хватает. По тем же соображениям целесообразно до вывода в ремонт

турбины выполнить проточку и шлифовку колец и уплотняющих дисков на валу ротора.

Для проверки состояния изоляции подшипников и уплотнений со стороны возбuditеля необходимо измерить напряжение на валу, определить утечку газа и выявить все неплотности, обратив особое внимание на узлы, не разбираемые при ремонте.

После отключения генератора от сети при номинальной частоте его вращения следует измерить сопротивление изоляции обмотки ротора мегаомметром. При пониженном сопротивлении изоляции измерение продолжается и в процессе снижения частоты вращения ротора до полной остановки. Если при этом сопротивление изоляции обмотки ротора восстановится до нормального значения, то ненадежное место в изоляции, вероятней всего, находится в верхней части обмотки под клином или роторным бандажом. Чтобы проверить, нет ли в обмотке ротора витковых замыканий, определяют сопротивление обмотки при различных напряжениях переменного тока, изменяемого в пределах от 0 до 220 В. Такие измерения производятся при номинальной частоте вращения и по мере снижения ее. Объем текущего ремонта определяется с учетом состояния генератора. Как правило, при текущем ремонте производятся чистка щеточных аппаратов на кольцах ротора и возбuditеля, замена сработавшихся щеток, осмотр и чистка доступных без вскрытия частей и деталей, аппаратуры системы возбуждения, АГП, высоковольтной аппаратуры. Если есть необходимость, то производят чистку газоохладителей, теплообменников, фильтров, камер и аппаратуры системы охлаждения, вскрытие и ремонт масляных уплотнений вала ротора, устранение утечек водорода, осмотр и чистку лобовых частей обмотки и выводов статора.

Текущие ремонты генератора производятся, как правило, по мере необходимости, обычно не реже 1 раза в год.

### **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### **Контрольные вопросы:**

1. Основные дефекты генератора?
2. Периодичность ремонта генераторов и его узлов?
3. Перечень работ при ремонте генератора и его узлов?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.



## Практическое занятие № 7

**Тема:** Составление перечня работ на ремонт трансформаторов.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3, определить периодичность ремонта трансформатора, составить перечень работ на ремонт трансформатора.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия №7.
- 3) Изучить теоретические сведения.
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

### Теоретические сведения

В объем текущего ремонта трансформатора входят наружный осмотр, чистка, устранение выявленных повреждений. При этом проверяется состояние уплотнений кранов, систем охлаждения, работа маслоуказателя, действие газовой защиты, действие автоматических устройств систем охлаждения и пожаротушения. Из отстойника расширителя спускаются влага и осадки, выпадающие из масла. Проверяется степень увлажнения силикагеля в воздухоочистителе, адсорбционных и термосифонных фильтрах. Силикагель заменяется, если в массе зерен индикаторного силикагеля лиловой окраски встречаются зерна розового цвета. Заменяется масло в масляном затворе воздухоосушителя; отбираются пробы масла из трансформатора и маслонаполненных вводов. Проверяется работа устройств регулирования напряжения. Осматривается система азотной защиты.

При текущем ремонте трансформаторов обычно измеряется сопротивление изоляции обмоток. Измерения выполняются при помощи мегаомметра на напряжение 2500 В.

Текущие ремонты главных трансформаторов станций и подстанций, основных и резервных трансформаторов собственных нужд выполняются не реже 1 раза в год, если указанные трансформаторы снабжены РПН, при отсутствии РПН — не реже 1 раза в 2 года.

При капитальном ремонте производятся вскрытие трансформатора, тщательная проверка и ремонт всех его узлов и испытания. В условиях эксплуатации капитальный ремонт крупных трансформаторов производится на месте установки с применением инвентарных сборных конструкций, в трансформаторных башнях, сооружаемых вблизи распределительных устройств, на ремонтных площадках машинного зала электростанций, имеющих подъездные пути от мест установки трансформаторов. Трансформаторы небольшой мощности ремонтируют в мастерских электрических цехов электростанций. Помещения для ремонта, а также временно сооружаемые укрытия должны надежно защищать трансформаторы от попадания пыли и атмосферных осадков. Выполнение такелажных работ требует от ремонтников особых знаний и навыков. Поэтому доставку трансформатора на ремонтную площадку, снятие вводов, подъем активной части и перемещение отдельных деталей и узлов поручают специалистам-такелажникам.

Капитальный ремонт главных трансформаторов электростанций и подстанций, основных трансформаторов собственных нужд электростанций проводят первый раз не позже чем через 8 лет после включения в эксплуатацию с учетом результатов профилактических испытаний, а в дальнейшем — по мере необходимости в зависимости от состояния трансформатора.

**Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

**Контрольные вопросы:**

1. Основные дефекты трансформаторов?
2. Периодичность ремонтов трансформаторов?
3. Перечень работ при капитальном ремонте трансформаторе?
4. Перечень работ при текущем осмотре трансформатора?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 8

**Тема:** Ремонт масляных выключателей.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Изучить основные виды дефектов масляных выключателей. Составить перечень мероприятий по ремонту масляных выключателей.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия №8.
- 3) Ответить на контрольные вопросы.
- 4) Составить перечень по ремонту масляных выключателей.

### Теоретические данные

Ремонт масляных выключателей сводится в основном к регулярному техническому обслуживанию и, в случае необходимости, к замене пришедших в негодность деталей на новые из числа запчастей. Изготовление каких-либо вышедших из строя деталей своими силами не рекомендуется, кроме оговоренных ниже.

Во время эксплуатации высоковольтные выключатели подвергаются периодическим плановым осмотрам. После аварии или длительного пребывания в отключенном состоянии проводятся внеплановые осмотры в соответствии с ПТЭ, «Правилами технической безопасности» (ПТБ) и заводскими инструкциями.

При осмотре обращают особое внимание на:

1. уровень масла в полюсах выключателя,
2. отсутствие выброса масла в зоне масляного буфера,
3. течь масла из цилиндров полюсов,
4. чрезмерный перегрев
5. состояние наружных контактных соединений, изоляции и заземления,
6. запыленность, загрязненность,
7. наличие трещин на изоляторах и конструкциях выключателя.

#### **Текущий ремонт масляных выключателей**

Масляный выключатель независимо от типа очищают от пыли, фарфоровые изоляторы и изоляционные детали протирают ветошью, слегка смоченной в спирте, восстанавливают смазку трущихся поверхностей, проверяют наличие масла в масляных буферах и цилиндрах (полюсах) и в случае необходимости доливают или заменяют на свежее.

В случае течи масла подтягивают болтовые соединения. Проверяют сопротивления полюсов и заземления.

**Капитальный ремонт масляных выключателей включает следующие основные работы:**

1. отсоединение выключателя от шин и привода,
2. слив масла,
3. разборку выключателя,

4. осмотр и ремонт приводного механизма, фарфоровых опорных, проходных и изоляторов тяги, внутрибаковой изоляции, дугогасительной камеры, неподвижного розеточного и подвижного контактов, изоляционных цилиндров, маслоуказателей, прокладок и других деталей.

**Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Основные дефекты масляных выключателей?
- 2) Периодичность текущего ремонта выключателя?
- 3) Перечень мероприятий при текущем ремонте?
- 4) Периодичность капитального ремонта выключателя?
- 5) Перечень мероприятий при капитальном ремонте?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 9

**Тема:** Ремонт разъединителей РНДЗ-35.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ при ремонте разъединителя РНДЗ-35.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия №9.
- 3) Составить перечень работ при ремонте разъединителя РНДЗ-35.

### Теоретические сведения

Стандартом предусмотрено три вида ремонта: текущий, средний, капитальный. На практике используется два вида: текущий и капитальный. Текущий ремонт производят, чтобы устранить дефекты, выявленные во время осмотров, и, кроме того, уточнить и ликвидировать причины обнаруженных в процессе эксплуатации отдельных ненормальностей в работе аппаратов. Текущий ремонт оборудования выполняется по мере необходимости в сроки, установленные главным инженером предприятия. Чтобы быстро найти причину неисправности, необходимо знать принцип работы аппарата. Все неисправности, которые возникли в процессе эксплуатации, приводят к нарушению его нормальной работы и ухудшению его свойств. При капитальном ремонте разъединителей их полностью разбирают, очищают от загрязнений, осматривают и производят ремонт опорных изоляторов, главных и заземляющих ножей, приводов, передающих движение механизмов и подшипников, сигнальных и блокировочных устройств. Ремонт разъединителей включает ремонт изоляторов, токоведущих частей, приводного механизма и каркаса. Сначала изоляторы очищают от пыли и грязи (слегка смоченной в бензине тряпкой) и внимательно осматривают с целью выявления дефектов.

Последовательность при выполнении работ:

1. Оформить наряд-допуск бригады к работе.
2. Внешне осмотреть разъединитель.
3. Выявить дефекты.
4. Определить объем работы.
5. Расшиновать разъединитель.
6. Демонтировать:
  - 6.1 контактные ножи;
  - 6.2 неподвижные контакты;
  - 6.3 кожухи;

- 6.4 гибкие связи;
- 6.5 пружины.
- 7 Произвести дефектацию и ремонт контактной системы.
- 8 Демонтировать межполюсную и внутреполюсную тяги.
- 9 Произвести дефектацию и ремонт:
  - 9.1 изоляторов поворотных колонок;
  - 9.2 заменить дефектные;
  - 9.3 испытать колонки на сгиб.
- 10 Демонтировать заземляющие ножи.
- 11 Произвести дефектацию и ремонт заземляющих ножей.
- 12 Разобрать и произвести дефектацию и ремонт привода.
- 13 Смазать, собрать и отрегулировать привода.
- 14 Измерить сопротивление изоляции.
- 15 Выполнить общую сборку разъединителя.
- 16 Отрегулировать разъединитель.
- 17 Проверить:
  - 17.1 перемещения главных ножей;
  - 17.2 плавность хода;
  - 17.3 одновременность включения и отключения ножей.
- 18 Измерить и отрегулировать контактное давление.
- 19 Проверить фиксацию положения подвижных контактов в отключенном и включенном состояниях.
- 20 Произвести контрольную обтяжку.
- 21 Проверить заземление.
- 22 Покрасить разъединитель.
- 23 Восстановить надписи.
- 24 Ошинковать разъединитель.
- 25 Осмотреть спуски ошинковки к разъединителю в месте опрессовки аппаратных зажимов.
- 26 Измерить переходное сопротивление контактов.
- 27 Опробовать работу разъединителя.
- 28 Проверить блокировки.
- 29 Оформить окончание работы.
- 30 Сдать разъединитель в эксплуатацию.
- 31 Убрать рабочее место.

### **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### **Контрольные вопросы:**

- 1) Основные виды ремонта разъединителя?
- 2) Перечень работ при ремонте разъединителя?

## Практическое занятие № 10

**Тема:** Ремонт камер КРУ с масляным выключателем.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ при ремонте камер КРУ с масляным выключателем.

### Ход выполнения работы.

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 10.
- 3) Составить перечень работ при ремонте КРУ с масляным выключателем.
- 4)

### Теоретические сведения

При ремонте комплектных распределительных устройств проверяют состояние разъединяющих контактов первичной цепи, механизма доводки и блокировки, устройств вторичных цепей, заземляющих устройств.

Во время ревизии разъединяющих контактов первичных цепей проверяют следующее: переходное сопротивление каждой фазы (допускается его увеличение не более чем на 20% по сравнению с данными, измеренными при монтаже); отсутствие нагара или оплавления; свободный ход ламелей подвижных контактов в горизонтальной оси; давление контактных ламелей; состояние фарфоровых изоляторов; вертикальность установки подвижных и неподвижных контактов и отсутствие в них перекосов при включении. При ревизиях механизма доводки и блокировки проверяют четкость работы механизма при доводке, фиксации и расфиксации тележки в рабочем и испытательном положениях, смазку трущихся и вращающихся узлов и деталей. При ревизии устройств вторичных цепей измеряют сопротивление изоляции, проверяют состояние гибких переходов, испытывают вторичные цепи напряжением 1000 В переменного тока, проверяют состояние разъединяющих контактов вторичных цепей.

Во время ревизии заземляющих устройств комплектных распредустройств обращают внимание на следующее: состояние поверхности пружин, переходное сопротивление заземления тележки, увеличение которого не должно превышать 20% первоначального значения; состояние гибких связей заземления (дверок); состояние и плотность болтовых соединений аппаратуры с корпусом шкафа КРУ; переходное сопротивление заземляющих связей накладных конструкций КРУ с контуром заземления распределительного устройства.

Во время осмотров КРУ необходимо обращать внимание на:

1. Состояние изоляции КРУ (запыленность, состояние армировки, отсутствие видимых дефектов);
2. Состояние сети освещения и заземления;
3. Уровень масла в цилиндрах выключателей КРУ, отсутствие течи масла у выключателей и маслонаполненных трансформаторов;
4. Состояние (плотность затяжки) болтовых контактных соединений главных цепей;

5. Состояние (плотность затяжки) рядов клеммных зажимов, переходов вспомогательных цепей на дверь релейного шкафа, гибких связей, штепсельных разъемов, реле и приборов электрического монтажа;

6. Действие кнопок местного управления выключателей КРУ, находящихся в испытательном положении.

**Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

**Контрольные вопросы:**

1. Назначение КРУ.
2. Перечень работ при ремонте камер КРУ?
3. Перечень работ при осмотрах КРУ?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.



## Практическое занятие № 11

**Тема:** Оформление наряд-допуска.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Научиться оформлять наряд-допуск.

**Оснащение занятия:**

1) Якунина Е.В.- Шахты: ГБОУ СПО РО «ШРКТЭ им. ак. Степанова П.И.»  
Методическое указание к выполнению практического занятия № 11-2014-2с;

**Ход выполнения работы.**

- 2) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 3) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 11.
- 4) Оформить наряд-допуск с помощью приложения Б.

### Теоретические сведения

Наряд-допуск – это составленное на специальном бланке распоряжение на безопасное производство работы, определяющее её содержание, место, время начала и окончания, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасное выполнение работы.

Выдает наряд лицо, имеющее на это право, установив возможность безопасного проведения работы, определив необходимость и объем работы. Он отвечает за правильность и достаточность мер безопасности указанных в наряде, за качественный и количественный состав бригады.

Выписанный наряд-допуск передается допускающему, который дает наряду порядковый номер, регистрируя его в «Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям». В журнале учитывается только первичный допуск и полное окончание работы. Ежедневные допуски к работам оформляются записью в оперативном журнале, при этом указывается только номер наряда и рабочее место. Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью. Его срок хранения после последней записи 6 месяцев. В зависимости от местных условий форма журнала может видоизменяться от рекомендуемой Правилами.

В Правилах даются указания по заполнению наряда-допуска. За длительное время работы по этим правилам появилось много замечаний и непонятностей, разночтений данных указаний. Сейчас проводится работа по разъяснению и написанию Методических указаний по нарядной системе.

**Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

**Контрольные вопросы:**

1. Назначение наряд-допуска.
2. Перечень работ, описываемых в наряд-допуска?
3. Что называется наряд-допуском?
4. Кем заполняется наряд-допуск?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 12

**Тема:** Составление перечня мероприятий по ремонту силового кабеля.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ при ремонте силового кабеля.

### Ход выполнения работы.

1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.

1) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 12.

2) Составить перечень работ при ремонте силового кабеля.

### Теоретические сведения

В условиях эксплуатации следует устанавливать сезонные (летнюю - по июлю и зимнюю - по декабрю) длительно допустимые токовые нагрузки для каждой кабельной линии с учетом следующих конкретных условий, в которых они работают:

- температура окружающей среды (земли, воздуха, воды);
- количество рядом проложенных кабелей в земле;
- тепловое сопротивление грунта для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения;

- прокладка кабелей в земле в трубах на длине более 10 м.

Нагрузки определяются по участку трассы кабельной линии с наихудшими условиями охлаждения, если длина участка более 10 м.

При определении кратковременно допустимых перегрузок следует учитывать заполнение суточного графика нагрузки (коэффициент предварительной нагрузки).

При неравномерности распределения токов (более 20 - 30 %) по одножильным кабелям, проложенным в помещениях, когда отдельные кабели лимитируют пропускную способность всей группы кабелей, должны быть приняты меры по выравниванию токов по фазам одним из следующих способов:

- перекладка кабелей (схемы правильной раскладки приведены в приложении 6);

- пересоединение (перезаводка) концов кабелей.

При изменении в процессе эксплуатации кабельных линий исходных расчетных условий (параметры суточного графика нагрузки, перевод линии на другое рабочее напряжение, устройство вставок большего сечения, увеличение числа параллельно проложенных линий и др.) нагрузки на них должны быть пересмотрены.

Расчетные длительно допустимые значения токовых нагрузок и кратковременно допустимые значения перегрузок должны быть записаны в паспорте кабельной линии.

Определения возможности повышения длительно допустимых нагрузок кабельных линий по сравнению с расчетными, рекомендуется производить опытным путем.

Для этого измеряется температура бронелент, а при их отсутствии - металлических или пластмассовых оболочек (шлангов) кабелей. По результатам измерений сначала определяется фактическая температура нагрева жил кабеля при данном токе нагрузки, а затем нагрузка корректируется для действительных эксплуатационных условий.

Длительно допустимая токовая нагрузка кабельной линии, определенная на основании опытов, оформляется протоколом, который утверждается главным инженером или начальником (заместителем начальника) района сети (электростанции). К протоколу прилагаются результаты измерений и расчетов, на основании которых устанавливается новый режим работы кабельной линии. При этом в паспорте кабельной линии должно быть указано новое значение длительно допустимой токовой нагрузки.

На ответственных (питающих) кабельных линиях, отходящих от электростанций и подстанций с постоянным дежурным персоналом, должен вестись контроль за токовыми нагрузками с помощью стационарных измерительных приборов. Запись показаний приборов производится дежурным персоналом в суточной ведомости в сроки, установленные местной инструкцией. На шкале щитовых амперметров красной чертой должен быть отмечен длительно допустимый ток кабельной линии.

Если в результате измерений и проверок окажется, что температура жил кабелей выше допустимого значения или обнаружатся участки с неудовлетворительными условиями охлаждения, то рекомендуется выполнить следующее:

- улучшить вентиляцию в туннелях и каналах;
- заменить траншейные прокладки с большим количеством кабелей прокладками в туннелях и каналах хотя бы простейших типов (с технико-экономическим обоснованием);
- применить вставки кабелей большего сечения;
- применить дополнительную теплоизоляцию теплопроводов в местах пересечений их с кабелями;
- увеличить расстояния между кабелями в траншеях для уменьшения взаимного теплового влияния;
- засыпать траншеи более теплопроводящим грунтом.

## **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

## **Контрольные вопросы:**

1. Назначение силового кабеля.
2. Основные дефекты силового кабеля?
3. Перечень работ при осмотрах кабеля?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 13

**Тема:** Составление перечня работ по капремонту ВЛ.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ при капремонте Вл.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 13.
- 3) Составить перечень работ при капремонте ВЛ.

### Теоретические сведения

Перечень работ, выполняемых при капитальном ремонте воздушных линий электропередачи (производится один раз в три - шесть лет).

Деревянные опоры:

- а) замена деталей опор (стоек, приставок, траверс, ветровых связей и др.), у которых загнивание древесины больше допустимого, в том числе замена деревянных приставок железобетонными;
- б) замена опор целиком при недопустимом загнивании древесины всех основных деталей опоры (в том числе замена деревянных опор железобетонными);
- в) защита деталей опор от загнивания;
- г) выправка опор;
- д) замена и окраска бандажных и болтовых соединений деталей опор.

Металлические опоры:

- а) окраска металлоконструкций опор и их оснований (металлических и железобетонных);
- б) замена элементов опор, потерявших несущую способность, их усиление, выправка;
- в) замена единичных опор;
- г) ремонт фундаментов опор;
- д) выправка опор;
- е) ремонт и замена оттяжек и узлов крепления их.

Железобетонные опоры:

- а) заделка трещин, выбоин, сколов, установка ремонтных бандажей;
- б) окраска металлических узлов и деталей опор;
- в) усиление или замена металлических опор и деталей, потерявших несущую способность;
- г) защита бетона подземной части опор от действия агрессивной среды;
- д) замена единичных опор;
- е) ремонт и замена оттяжек и узлов крепления их;
- ж) ремонт фундаментов опор;
- з) выправка опор.

Провода и тросы:

- а) установка и замена соединителей, ремонтных муфт и бандажей, сварка проводов;
- б) закрепление оборванных проводок, подмотка лент в зажимах;
- в) замена дефектных дистанционных распорок, перестановка распорок;

г) вырезка или замена дефектных участков проводов или троса, а также перетяжка (регулировка) проводов и тросов;

д) замена изношенного провода (троса) без увеличения диаметра, а также провода (троса) проводом (тросом) большего сечения в соответствии с проектом на тех участках, где при строительстве были допущены отступления от проекта;

е) ремонт и испытания разъединителей на столбовых коммутационных пунктах;

ж) ремонт воздушных отпаек к зданиям и промышленным приемникам электроэнергии (от опоры воздушной линии до ввода в здание или до распределительного щитка токоприемника).

Изоляция и арматура:

а) замена дефектных изоляторов и арматуры;

б) увеличение количества или замена изоляторов грязестойкими на участках линии, проходящих в зонах с загрязненной атмосферой;

в) установка гасителей вибрации, замена поддерживающих и натяжных зажимов;

г) установка и замена трубчатых разрядников.

Заземление:

а) ремонт контуров заземления, включая замену отдельных контуров целиком;

б) уменьшение сопротивления заземления путем добавления электродов;

в) ремонт или замена заземляющих спусков и мест присоединения их к заземляющему контуру.

Трасса линии:

а) предохранение опор от низовых пожаров;

б) работы на трассе ВЛ, связанные с устройством проездов (без строительства дорог); планировка грунта у опор, подсыпка и трамбовка грунта у основания опор.

## **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

## **Контрольные вопросы:**

1. Периодичность капремонта ВЛ.
2. Основные дефекты ВЛ?
3. Перечень работ при капремонте ВЛ?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 14

**Тема:** Ремонт кабелей. Замена кабельных муфт.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Разработать перечень мероприятий по замене кабельных муфт.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 14.
- 3) Составить перечень работ при замене кабельной муфты.

### Теоретические сведения

Муфта предназначается для соединения разных видов кабеля. Установка муфты соединительной используется при проведении ремонтных работ на повреждённых кабельных линиях для обеспечения надёжного и прочного соединения разных кабелей, произведения врезки в сеть, переноса кабельной линии. **Установка концевой муфты необходима** при выполнении подключения кабельной линии к электрической сети, установке.

Установка муфты на кабель должна проводиться аккуратно, с соблюдением технических требований. Если монтаж муфты выполнен непрофессионально, без соблюдения определённой технологии, а также при неправильном выборе сечения или несоответствия напряжению, могут возникать её повреждения. Независимо от того, какие муфты используются – соединительные, переходные или муфты кабельные концевые, они должны быть качественными.

#### Ремонт кабеля

При проведении капитального ремонта кабельных линий производится полная или частичная замена участков сети, установка кабельных муфт, окраска конструкций, замена опознавательных знаков, установка дополнительной защиты в местах возможного повреждения кабеля.

Если необходимо провести ремонт кабеля, который проложен в траншее, то снимается покрытие, раскапывается траншея. При проведении земляных работ обязательно рядом с траншеей устанавливаются предупредительные знаки. При проведении полной замены повреждённого участка, выполняя ремонт кабельных линий 10 кВ, следует соблюдать установленные требования, учитывать тип грунта, близость инженерных сооружений, использовать только рекомендованные материалы, обеспечивающие надёжную защиту кабеля. Контролируется также и допустимые усилия тяжения, для этого применяют динамометр.

Осуществляя ремонт кабельных линий 0,4 кВ или 10 кВ, кабель укладывают с определённым запасом, чтобы избежать механических напряжений при перемещении почвы и изменении температурного режима. Если в траншее кабели прокладываются параллельно, то их концы, где предполагается установка соединительных муфт, располагаются на расстоянии не менее 2 м друг от друга. Также необходимо предусмотреть запас для проведения проверки на влажность изоляции, не только на монтаж муфты, но и на их переразделку при возникновении повреждения. В ограниченных условиях монтаж кабельных муфт может проводиться немного ниже уровня основной прокладки кабеля.

Ремонт кабельных линий 0,4 кВ или других проводят в соответствии с планом, который разработан на основе данных, полученных при осмотре и проведении испытаний. В обязательном порядке все работы согласовываются с эксплуатирующими и контролирующими организациями. Существует несколько технологий, при помощи которых производится ремонт кабельных линий 10 кВ, 0,4 кВт. Универсальный вариант – разрытие трассы, прокладка вставки кабеля, установка кабельных муфт. При проведении ремонта необходимо обязательно добиваться фазности соединения. Достигнуть этого помогает правильная установка концевой муфты.

Все ремонтные работы (монтаж кабельных муфт, замена участков кабеля и другие) должны выполняться профессиональными специалистами, имеющими доступ к проведению подобных работ и надлежащий опыт.

### **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назначение кабельной муфты.
2. Последовательность действий при замене муфты?
3. Случаи, при которых необходима установка муфты?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 15

**Тема:** Составление перечня работ на ремонт оборудования .

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ на ремонт электрического оборудования.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 15.
- 3) Составить перечень работ на ремонт оборудования.

### Теоретические сведения

Во всех действующих электроустановках периодически проводятся текущие и капитальные ремонты всех элементов оборудования. Проведение периодических профилактических ремонтов позволяет значительно продлить срок службы оборудования и своевременно обнаружить и устранить отклонения от нормального режима работы оборудования электроустановок. Основная задача энергоснабжающих компаний – правильная организация безопасного выполнения работ в электроустановках. Рассмотрим вкратце **порядок проведения ремонтов оборудования электроустановок.**

Инженерно-технический персонал предприятия составляет графики проведения ремонтов оборудования. Данные графики согласовываются с вышестоящим руководством, определяется возможность осуществления данных работ в соответствии с материальными возможностями предприятия.

В соответствии с утвержденными графиками проведения ремонтов в электроустановках подстанций, подаются заявки. Заявки в свою очередь должны согласовываться с ответственными лицами предприятий-потребителей. В данном случае оговаривается возможность отключения присоединения, время проведения работ, а также время аварийного восстановления. Время аварийного восстановления питания подразумевает время, которое необходимо оперативному персоналу электроустановки для включения, выведенного в ремонт оборудования

В случае разрешения заявки, производится дальнейшая организация работ. На подстанции, где будет производиться плановые ремонтные работы оборудования, обслуживающий персонал подготавливает необходимые бланки переключения. Перед непосредственным проведением оперативных переключений, бланки переключения проверяются дополнительно вышестоящим оперативным персоналом, а также работником, который контролирует процесс переключений.

Заблаговременно, как правило, за день до начала работ, выписывается наряд-допуск, а также назначаются люди, ответственные за безопасное проведение работ.

Перед выводом в ремонт оборудования, на потребительской подстанции снимается нагрузка с данного присоединения и, при необходимости, включается питание от резервных источников.

Далее обслуживающий персонал электроустановки осуществляет подготовку рабочего места по наряду-допуску. Подготовка рабочего места заключается в выполнении мер безопасности, предусмотренных данным нарядом. Это, прежде всего, операции по отключению и заземлению выводимого в ремонт



электрооборудования, в том числе и оборудования потребительской подстанции, посредством которого может быть подано напряжение на оборудование, на котором производятся ремонтные работы.

Кроме того, мерами по подготовке рабочего места является ограждение рабочего места и расположенных в непосредственной близости токоведущих частей, находящихся под напряжением, вывешивание плакатов и знаков безопасности, установка запирающих устройств на ограждения соседних электроустановок, на приводах коммутационных аппаратов.

После выполнения всех необходимых мероприятий по подготовке рабочего места, проводится инструктаж и допуск бригады к выполнению ремонтных работ

Выполнение текущих и капитальных ремонтов оборудования производится в соответствии с технологическими картами, инструкциями, паспортами оборудования и другой технической документации. После проведения работ обязательным условием является проверка работоспособности оборудования, а также, при необходимости, проведения испытаний и измерений необходимых электрических параметров.

После полного окончания работ оперативный персонал электроустановки проверяет возможность включения оборудования в работу, убирает ограждения, запирающие устройства, плакаты и знаки безопасности. После получения разрешения от вышестоящего оперативного персонала, производит необходимые оперативные переключения по вводу оборудования в работу, то есть восстанавливает схему нормального режима подстанции.

## **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

## **Контрольные вопросы:**

1. Перечень ремонтов электрического оборудования.
2. Основные работы при текущем ремонте?
3. Основные работы при капитальном ремонте?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 16

**Тема:** Составление перечня работ по капитальному ремонту трансформатора напряжения.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ по капремонту измерительных трансформаторов.

**Ход выполнения работы.**

- 1) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 2) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 16.
- 3) Составить перечень работ по капитальному ремонту измерительных трансформаторов.

### Теоретические сведения

Технология ремонта трансформатора напряжения, правила разборки магнитопровода, снятие и ремонт катушек, выполнение намоточных работ при изготовлении катушек, ремонт пластин магнитопровода и т. п. очень сходны с подобными работами силового трансформатора. На все время ремонта или монтажа первичные и вторичные обмотки трансформаторов напряжения в целях безопасности должны быть закорочены, так как случайные соприкосновения с временными проводками, предназначенными для освещения, сварки и измерений, могут вызвать обратную трансформацию и напряжение, опасное для людей.

В сравнении с текущим этот вид ремонта отличается объемом и сложностью работ. Согласно действующим нормам капитальный ремонт трансформаторов напряжением 10 кВ производится в первый раз в большинстве случаев после 12 лет эксплуатации. Применяя более совершенные способы диагностики, сроки проведения первого капитального ремонта можно пересматривать в сторону увеличения сверх 12 лет. В каждом конкретном случае изменение сроков капитального ремонта принимается после рассмотрения состояния трансформатора и необходимого обоснования.

Капитальный ремонт трансформатора производится, как правило, со вскрытием активной части, но без ее разборки. Необходимость подпрессовки обмоток является основной причиной периодического вскрытия активной части. Объясняется это тем, что в качестве основной твердой изоляции в конструкции трансформатора используется электрокартон с большой усадкой (около 10 %). При отсутствии автоматической подпрессовки в процессе эксплуатации обмотки трансформатора распрессовываются и, следовательно, теряют или снижают свою электродинамическую стойкость. Поэтому для предупреждения деформаций обмоток под воздействием токов КЗ обмотки хотя бы 1 раз в течение срока службы трансформатора подвергаются подпрессовке.

Кроме того, необходимость вскрытия может быть вызвана некоторыми дефектами активной части, которые появляются с течением времени. К таким дефектам следует отнести следующие: старение масла и зашламливание активной части, увлажнение изоляции, ослабление прессовки магнитопровода, ухудшение изоляции между элементами магнитопровода (шпильками, ярмовыми балками и др.), ослабление крепления изоляционных барьеров обмоток и междуфазной

изоляция, ослабление крепления отводов, излом изоляции отводов, износ механических деталей РПН; старение уплотняющих материалов, течи масла, разрушение покрытия внутренних поверхностей бака, разрушение опорной изоляции, прессующих винтов прессующего устройства обмоток, ослабление разъемных контактных соединений, нарушение узла установки ввода и дефекты вводов напряжением 500 кВ и выше, требующих их замены со сливом масла из бака трансформатора, повреждение схемы заземления магнитопровода и элементов прессующего устройства обмоток.

Вскрытие активной части налагает требования в отношении увлажнения изоляции: чтобы уложиться в сроки проведения ремонта (разные у трансформаторов разных классов изоляции), производится прогрев трансформаторов.

### **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назначение трансформаторов напряжения.
2. Периодичность капитального ремонта трансформатора напряжения?
3. Перечень работ при капремонте трансформатора напряжения?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.

## Практическое занятие № 17,18

**Тема:** Замена изоляторов на опорах ВЛ 110 кВ.

**Цель работы:** Освоение ПК 4.1.-4.3. Составить перечень работ при замене изоляторов на опорах ВЛ 110 кВ.

### Ход выполнения работы.

- 4) Провести инструктаж по выполнению практического занятия.
- 5) Изучить методические указания по выполнению практического занятия № 17.
- 6) Составить перечень работ по капитальному ремонту измерительных трансформаторов.

### Теоретические сведения

Количество и тип изоляторов на ВЛ должны быть выбраны в соответствии с проектом ВЛ, [требованиями ПУЭ](#), «Инструкции по выбору изоляции электроустановок», а также с учетом местных условий.

1. Фарфоровые изоляторы должны браковаться и подлежать замене, если: имеются радиальные трещины, бой фарфора (более 25 % объема фарфора); оплавления или ожоги глазури, стойкое загрязнение поверхности фарфора; трещины, искривления и выползания стержней изоляторов; трещины в шапках изоляторов;

не выдерживают напряжения (нулевые изоляторы) при измерении изоляторов штангой с постоянным или переменным искровым промежутком или другими штангами;

выдерживают не более 50 % значения напряжения, нормально приходящегося на изолятор, с учетом места его установки в гирлянде; значение напряжения, приходящегося на изолятор, устанавливается с помощью измерительной штанги с переменным искровым промежутком; нормальное распределение напряжений в гирляндах из изоляторов разных типов приведено в прил. 10;

при испытании повышенным напряжением 50 кВ частоты 50 Гц от постороннего источника они пробиваются или перекрываются при приложении испытательного напряжения в течение 1 мин;

при проверке мегаомметром на напряжение 2500 В сопротивление сухих изоляторов менее 300 МОм.

Изоляторы, имеющие незначительные повреждения фарфора (сколы ребер или краев «тарелки» и т.п.), а также незначительные следы перекрытия на поверхности фарфора могут быть оставлены в эксплуатации после контрольных измерений этих изоляторов по решению главного инженера ПЭС.

2. Стекланные изоляторы должны браковаться и подлежать замене при разрушении стекла, появлении на поверхности стекла волосяных трещин, стойком загрязнении поверхности стекла.

3. Выявленные на ВЛ 35-750 кВ неисправные изоляторы подлежат замене в сроки, приведенные в прил. 6.

Неисправные изоляторы на ВЛ 800 кВ подлежат замене:

в срочном порядке - при наличии в гирлянде изолирующей подвески свыше 30 % неисправных изоляторов;

в течение ближайших трех месяцев - при наличии в гирлянде изолирующей подвески свыше 20 до 30 % неисправных изоляторов;

при очередном капитальном ремонте - при наличии в гирлянде изолирующей подвески до 20 % неисправных изоляторов.

4. Значение допустимого отклонения поддерживающих изолирующих подвесок от проектного положения вдоль ВЛ должно быть не более:

50 мм для ВЛ 35 кВ;

100 мм для ВЛ 110 кВ;

150 мм для ВЛ 150 кВ;

200 мм для ВЛ 220 кВ и выше.

5. Разность длины различных цепей (ветвей) натяжных изолирующих подвесок одной фазы с общим узлом крепления к траверсе допускается не более  $\pm 1$  % длины подвески.

### **Выводы.**

**Домашнее задание:** завершить оформление отчета, подготовиться к защите.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назначение изоляторов.
2. Виды изоляторов?
3. Основные дефекты изоляторов?
4. Обслуживание изоляторов ВЛ?

Преподаватель

Чекомасова О.Н.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Бланк заполнил и  
переключения производит  
  
\_\_\_\_\_

(подпись)

Бланк проверил и  
переключения контролирует  
  
\_\_\_\_\_

(подпись)

Переключения разрешаю  
  
\_\_\_\_\_

(подпись)

**Приложение Б**

**НАРЯД - ДОПУСК № На проведение работ в электроустановках**

Организация \_\_\_\_\_

Подразделение \_\_\_\_\_

Ответственному руководителю работ \_\_\_\_\_

Допускающему \_\_\_\_\_ Производителю работ \_\_\_\_\_

Наблюдающему \_\_\_\_\_ с членами бригады \_\_\_\_\_

поручается \_\_\_\_\_

Работу начать: дата \_\_\_\_ время \_\_\_\_ Работу закончить: дата \_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Работу выполнить: со снятием напряжения, без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них; вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением (ненужное зачеркнуть).

1. Меры по подготовке рабочих мест к работе

Наименование электроустановок, в которых	Что должно быть отключено и где заземлено
--	---

нужно произвести отключения и наложить заземления	

Отдельные указания \_\_\_\_\_

Наряд выдал: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Фамилия, И., О. \_\_\_\_\_

Наряд продлил до: дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_ Фамилия, И., О. \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_

## 2. Разрешение на допуск к работе.

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работе получил	Дата, время	От кого (фамилия, должность)	Допускающий (подпись)

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались: \_\_\_\_\_

Допускающий \_\_\_\_\_ Ответственный руководитель работ \_\_\_\_\_

(подпись)

(подпись)

## 3. Ежедневный допуск к работе и ее окончание

Бригада проинструктирована и допущена на подготовленное место работы				Работа закончена, бригада из зоны производства работ удалена		
Наименование рабочих мест	Дата, время	ПОДПИСИ		Дата, время	О снятии заземлений, наложенных бригадой, сообщено (кому)	Производитель работ (подпись)
		Допускающего	Производителя работ			
1	2	3	4	5	6	7

## 4. Изменения в составе бригады

Введен в состав бригады	Выведен из состава бригады	Дата, время	Разрешил (подпись)	Фамилия, И., О.)

Работа полностью закончена, бригада из зоны производства работ удалена; заземления, наложенные бригадой сняты.

Сообщено (кому) \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ время \_\_\_\_\_ Производитель работ \_\_\_\_\_

Ответственный руководитель работ \_\_\_\_\_



(подпись)

Лицо, выдавшее наряд-допуск \_\_\_\_\_

(подпись)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основные источники:

1. *Воробьев, В. А.* Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации : учебник и практикум для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 338 с. — (Профессиональное образование).
2. *Бочаров, Ю. Н.* Техника высоких напряжений : учебное пособие / Ю. Н. Бочаров, С. М. Дудкин, В. В. Титков. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 264 с.

### Дополнительные источники:

1. *Латышенко, К. П.* Метрология и измерительная техника. Лабораторный практикум : учебное пособие для СПО / К. П. Латышенко, С. А. Гарелина. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 214 с. — (Профессиональное образование).
2. *Бредихин, А. Н.* Организация и методика производственного обучения. Электромонтер-кабельщик : учебное пособие для СПО / А. Н. Бредихин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 162 с. — (Профессиональное образование).
3. *Игнатович, В. М.* Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для СПО / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 181 с. — (Профессиональное образование).