

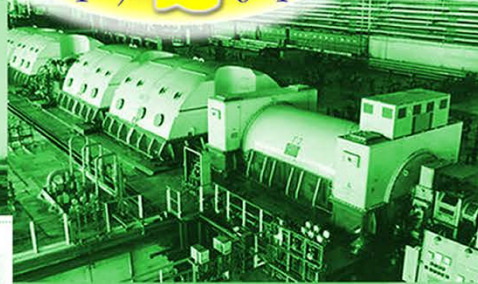
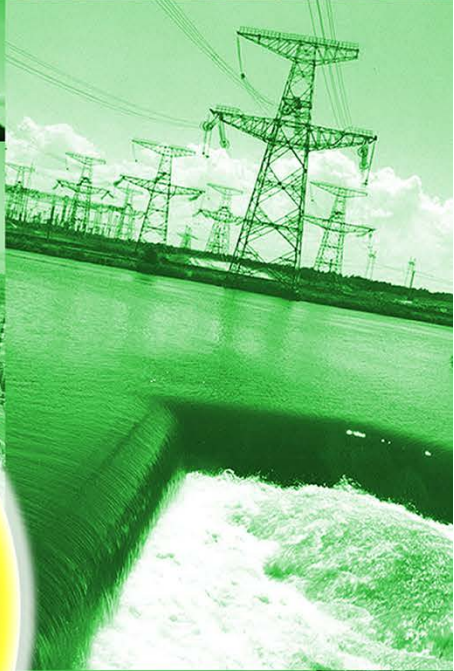
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
“ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по курсу «Режимы работы и эксплуатация
электротанций»





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электрические станции»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по курсу
«РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ»
для студентов ВУЗов специальностей:
090601 «Электрические станции»

Рассмотрено
на заседании кафедры
Электрические станции
Протокол № ____ от _____ 2010 г .
Утверждено
на заседании учебно-издательского
совета ДонНТУ
Протокол № ____ от _____

Донецк ДонНТУ 2010

УДК 621.311 (07)

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Режимы работы и эксплуатации электростанций» (для студентов специальности 090601) / Сост. В.А. Павловский, А.Ю. Федоров, - Донецк: ДонНТУ, 2010. – 88с.

Приведена методика проведения лабораторных работ по ведению режимов основного оборудования, оперативным переключениям, ликвидации аварий в электрической части станций.

В модернизации лабораторных стендов приняли участие студенты Ковалева А.В., Лещинский Д.В., Любавский В.А.

Составитель: В.А. Павловский, к.т.н. доцент

А.Ю. Федоров, ассистент

Рецензенты: М.И. Филь

А.М. Ларин

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Лабораторная работа 1. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ.....	6
Лабораторная работа 2. ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОТКЛЮЧЕНИЕМ ГЕНЕРАТОРОВ.....	17
Лабораторная работа 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ БЛОКИРОВКИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ.....	25
Лабораторная работа 4. ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ.....	32
Лабораторная работа 5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ.....	45
Лабораторная работа 6. ЛИКВИДАЦИЯ АВАРИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СТАНЦИЙ.....	57
Лабораторная работа 7. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ.....	66
Лабораторная работа 8. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.....	75
Лабораторная работа 9. ОПЕРАТИВНАЯ РАБОТА В СХЕМЕ РУ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ С ОБХОДНОЙ СИСТЕМОЙ СБОРНЫХ ШИН.....	82
Приложение А. ПЕРЕЧЕНЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ СТУДЕНТУ НА ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №9.....	88

Лабораторная работа 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ.

Цель работы: изучение основных эксплуатационных режимов работы синхронных генераторов электрических станций, отработка на физической модели практических навыков по управлению и контролю основных режимов работы турбогенераторов.

Общие указания.

Студенту следует уяснить, что надежная работа генераторов на электростанциях зависит от правильного ведения их режимов. Режимы работы генераторов делятся на: нормальные (включение генераторов в А сеть, набор нагрузки, несение нагрузки, останов); специальные (работа генераторов при повышении температуры охлаждающего газа, уменьшение коэффициента мощности ниже номинального, перегрузке, в режиме синхронного компенсатора); аварийные (выпадение генератора из синхронизма, асинхронный режим работы генератора без возбуждения, работа генератора на несимметричную нагрузку, при неисправности генератора или турбины).

Для исследования режимов работы генератора в лаборатории используется физическая модель. Она включает в себя следующие элементы: синхронную машину (генератор) с параметрами ($P=2,5\text{кВт}$, $U_H=220\text{В}$, $n=3000$ об/мин); машину постоянного тока (турбина), сочлененную с валом синхронной машины (генератора), позволяющую регулировать скорость и активную нагрузку; систему-сеть 380В; трансформатор связи ($S=2,5\text{кВА}$, 220/380В); электромашинный рабочий возбудитель; электромашинный резервный возбудитель (модулируется выпрямителями и реостатами).

Модель турбина-генератор выполнена на базе передвижной электростанции и смонтирована на металлической раме. Модель позволяет контролировать следующие параметры: напряжение и частоту сети; напряжение, частоту, токи в фазах генератора, активную и реактивную мощность генератора, коэффициент мощности ($\cos\phi$); напряжение и ток ротора рабочего и резервного возбудителя; напряжение и ток машины постоянного тока.

Схема модели дана на рис. 1. где на панели указаны контрольно-измерительные приборы и органы дистанционного управления

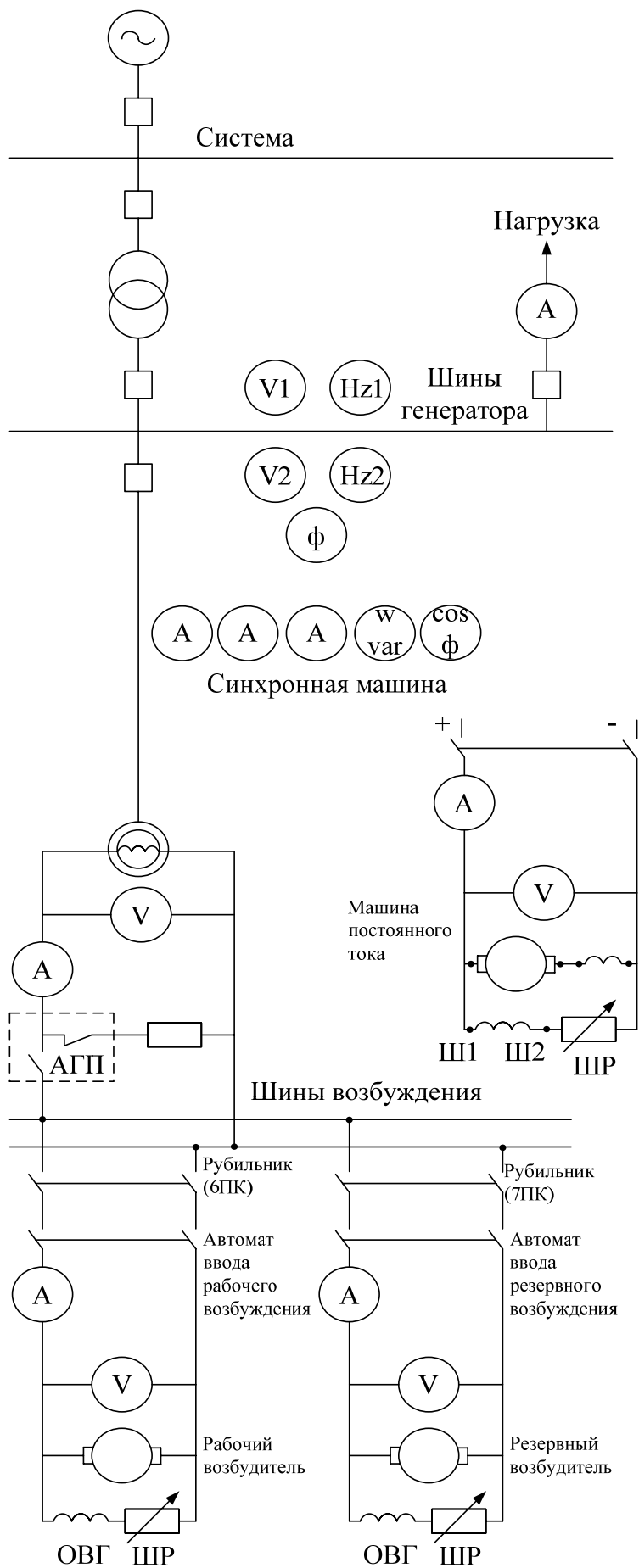


Рисунок 1.1 – принципиальная схема модели

коммутационными аппаратами, коммутационные аппараты ручного управления: автоматы (ввод В1, трансформатор В2, сеть В3, выпрямитель В4); пакетные переключатели (ЗПК - 7ПК); реостаты (регуляторы тока и скорости): вывода различных точек схемы.

Порядок выполнения работы.

Согласно правилам технической эксплуатации (ПТЭ), на электростанциях включение турбогенераторов, имеющих косвенное охлаждение обмоток и работающих на шины генераторного напряжения (например, на ТЭЦ), а также генераторов с непосредственным охлаждением обмоток должно осуществляться, как правило, способом точной синхронизации. Перед включением генератора в сеть способом точной синхронизации эксплуатационный персонал должен после достижения номинальной скорости вращения турбогенератора возбудить машину и поднять номинальное напряжение. При этом необходимо выполнить следующие условия:

Напряжение на выводах обмотки статора и напряжение сети должны быть равны друг другу по величине ($U_g = U_c$), допускается разница в напряжениях в нормальных условиях на 5%, в аварийных условиях на 20%;

Скорость подключаемого генератора должна совпадать со скоростью работающих генераторов системы, разность в скоростях (частотах) не должна превышать 1%;

Векторы напряжений подключаемого генератора и сети должны совпадать по фазе, угол сдвига между ними должен быть не более 10-20 градусов.

Точная синхронизация производится либо вручную с контролем по приборам колонки синхронизации за состоянием подключаемого генератора, либо с помощью автоматических синхронизаторов с автоматическими уравнивателями частоты и напряжения, воздействующими на цепи возбуждения генератора и сверломотор турбины. Во избежание неправильных воздействий персонала на генераторах устанавливаются блокировки от несинхронного включения.

Таким образом, основной недостаток способа точной синхронизации состоит в том, что для подгонки параметров генератора и сети требуется определенное время. При несинхронном включении между генератором и сетью появляются уравнительные токи,

величины которых могут достигать значений токов коротких замыканий на выводах генераторов. Усилия между стержнями в лобовых частях статора пропорциональны квадрату токов. Поэтому несимметричное включение (несоблюдение условий синхронизации) при неблагоприятных условиях приводит к разрушению лобовых частей генератора, что неоднократно наблюдалось в эксплуатации. При плановых пусках генераторы на электростанциях выключаются по способу точной синхронизации, при авариях, когда возникает необходимость быстрого включения генератора – по способу самосинхронизации.

Порядок операций на физической модели при включении генератора на параллельную работу способом точной синхронизации устанавливается следующий.

Исходное положение органов управления: Автоматы - отключены; пакетные выключатели - включены (в вертикальном положении); переключатель «Машина П» - в положении «двигатель» (вправо); переключатель регулятор оборотов - в положении «реостат».

Реостаты: сопротивление самосинхронизации - в среднем положении, реостат регулировки тока возбуждения - в нижнем положении; реостат регулировки оборотов машины постоянного тока - в нижнем положении.

На панели приборов: переключатель «ваттварметр» - в среднем положении.

Порядок проведения операций:

1. Включить автоматы 1,2,3,4.
2. Включить кнопку «Машина П», средняя панель внизу. Осуществлять запуск разгонного электродвигателя (турбины).
3. Включить кнопку «Рабочий возбудитель».
4. Включить кнопку «АГП» (подается возбуждение на генератор).
5. Реостатом «Регулировка тока возбуждения» установить ток ротора 4А.
6. Реостатом «Регулировка оборотов» добиться равенства частот генератора и сети (по частотомерам «Сеть», «Ст»). Отметить положение движка реостата.
7. Реостатом «Регулировка тока возбуждения» добиться равенства показания вольтметров U_g и U_c .

8. Регулятором оборотов добиться минимальной скорости вращения стрелки синхроскопа.

9. В момент нахождения синхроскопа в верхнем положении включить кнопку «Сеть». Генератор втягивается в синхронизм.

10. Записать показания всех приборов.

Останов генераторов.

На электростанциях различают останов генератора оперативным персоналом (плановый, по оперативным заявкам) и останов при работе защиты генератора и технологической защиты блока. Если останов производится оперативным персоналом, то генератор разгружается по активной и реактивной мощности, отключается из сети выключателем, отключается АГП (с генератора снимается возбуждение и гасится поле обмотки ротора). С целью равномерного остывания ротора и недопущения возникновения остаточных механических напряжений на мощных турбогенераторах предусматривается установка валоповоротного устройства, которое включается после остановки турбины. После этого оперативным персоналом производятся изменения режимов механизмов котла и турбины. На ГЭС пуск и останов гидрогенератора производятся, как правило, автоматически без участия персонала.

Отключение генератора на модели в лаборатории производится в такой последовательности:

1. Поставить ключ «ваттварметр» в положение «Р».
2. Разгрузить генератор по активной мощности (реостатом «Регулировка скорости, мощности»).
3. Поставить ключ «ваттварметр» в положение «Q».
4. Разгрузить генератор по реактивной мощности (реостатом «Регулировка тока возбуждения»),
5. Отключить кнопку «Сеть».
6. Отключить «АГП».
7. Вывести реостат «Регулятор скорости» в нижнее положение.
8. Отключить машину постоянного тока («Машина П»).

Включение генераторов на параллельную работу способом самосинхронизации.

Согласно ПТЭ турбогенераторы мощностью до 200 МВт включительно и гидрогенераторы 500 МВт включительно при ликвидации аварий разрешается включать на параллельную работу способом самосинхронизации; генераторы большой мощности разрешается включать способом самосинхронизации при условии, что кратность сверхпереходного тока к номинальному не превышает 3,0.

При включении генератора в сеть способом самосинхронизации генератор разворачивается турбиной в невозбужденном состоянии (АГП - отключено, обмотка ротора замкнута на гасительное сопротивление). По достижении подсинхронных оборотов, близких к номинальным (скольжение равно 2-3%) генератор включается в сеть, и на него подается возбуждение.

Преимущества способа самосинхронизации перед способом точной синхронизации состоит в том, что при самосинхронизации исключается возможность ошибочного включения генераторов на несинхронное напряжение, резко сокращается время включения (что особенно важно при авариях в системе, когда возникает необходимость быстрого включения генераторов в сеть), упрощается автоматизация процесса включения, появляется возможность включения генераторов при глубоком снижении частоты и напряжения в сети.

Недостаток способа самосинхронизации- всплеск тока статора в момент включения невозбужденной синхронной машины, что вызывает динамическое воздействие на обмотку статора турбогенераторов; кратковременное понижение напряжения на сборных шинах в момент включения.

Включение генераторов на параллельную работу способом самосинхронизации на модели выполняется в следующем порядке:

1. Включить автоматы 1,2,3,4.
2. Включить кнопку «Машина П».
3. Поставить движок реостата скорости оборотов в отмеченное ранее положение.
4. Включить кнопку «Сеть». 5. Сразу же включить «АГП».
6. Наблюдать за показаниями приборов (бросок тока, втягивание в синхронизм).

Регулирование активной и реактивной мощности.

Согласно ПТЭ скорость набора активной нагрузки для всех генераторов определяется условиями работы турбины или котлоагрегатов. Скорость повышения тока статора и ротора генераторов, синхронных компенсаторов с косвенным охлаждением обмоток, а также гидрогенераторов с непосредственным охлаждением обмоток не ограничивается: на турбогенераторах с непосредственным охлаждением обмоток эта скорость не должна превышать в нормальных режимах скорости набора активной нагрузки, а в аварийных условиях она не ограничивается.

Регулирование активной мощности на модели выполняется в следующем порядке:

1. После синхронизации генератора переключатель «ваттварметр» поставить в положение «Р».

2. Реостатом «Регулировка скорости» добиться нулевого показания ваттметра, $P=0$

3. Реостатом «Регулировка возбуждения» добиться показания $\cos\varphi=1$. Записать показания всех приборов.

4. Реостатом «Регулировка скорости» увеличивать ток на 1А (деления 60,70,80,90,100). Записать показания приборов на каждой точке.

Регулирование реактивной мощности на модели производится в такой последовательности:

1. Произвести набор мощности, установить ток статора 1А, $\cos\varphi=1$. Записать показания приборов.

2. Переключить прибор «ваттварметр» в положение «Q».

3. Изменить ток возбуждения от 2А до 6А. Записать показания приборов на каждой точке.

Работа генератора в режиме синхронного компенсатора.

Если при работающем нагруженном генераторе перекрыть подачу воды или пара в турбину, то гидро- или турбогенератор, не меняя направления вращения, переходит в режим двигателя. Он потребляет активную мощность из сети, а в сеть выдает реактивную. Поскольку генератор разгружен по активной мощности, его можно загрузить реактивной, увеличивая ток возбуждения. В этом случае

генератор переходит в режим работы электродвигателя на холостом ходу с перевозбуждением, т.е. в режим синхронного компенсатора (СК).

Допустимость и продолжительность работы электродвигателя ограничивается условиями работы турбины и определяется заводом-изготовителем турбины.

Паровая турбина может работать в беспаровом режиме 2-3 минуты. Более длительная работа в таком режиме приводит к сильному нагреву лопаток турбины (особенно последней ступени) и их повреждению. Поэтому, если по какой-либо причине при работающем турбогенераторе происходит прекращение подачи пара в турбину (закрываются стопорные клапаны), турбогенератор отключается от сети технологической защитой.

Гидравлические турбины по своим конструктивным особенностям (тихоходные, имеющие лучшие условия охлаждения) могут длительно работать, если вода не подается на лопатки, т.е. они могут быть легко переведены из режима генератора в режим синхронного компенсатора. Такой перевод на ГЭС осуществляется автоматически по режиму системы. Например в случае дефицита реактивной мощности, понижения напряжения.

Перевод генератора в режим синхронного компенсатора на модели выполняется в следующем порядке:

1. На работающем генераторе перевести переключатель «ваттварметр» в положение «Р».
2. Установить $\cos\phi=0$.
3. Разгрузить генератор по активной мощности.
4. Поставить переключатель «ваттварметр» в положение «Q».
5. Изменить ток возбуждения от 3А до 6А через 1А. Записать показания приборов на каждой точке.

Асинхронный режим работы генераторов.

Если у генератора, работающего параллельно с другими генераторами, скорость вращения ротора отличается от скорости вращения поля статора, то генератор переходит в асинхронный режим чаще всего вследствие недовозбуждения или полной потери возбуждения (ошибочное или самопроизвольное отключение, АГП, обрыв цепи возбуждения, короткие замыкания в цепи возбуждения).

Физический процесс перехода генератора в асинхронный режим происходит в такой последовательности. При исчезновении или уменьшении тока в обмотке возбуждения генератора уменьшается магнитный поток и соответствующий ему электромагнитный момент на валу генератора. Для поддержания магнитного поля генератор начинает забирать намагничивающий ток из сети. Равновесие между вращающим моментом турбины и электромагнитным (тормозным) моментом генератора нарушается и турбоагрегат начинает увеличивать скорость. Система регулирования турбины при этом уменьшив впуск пара или воды в турбину, что позволит сохранить нормальную скорость вращения, при этом активная нагрузка генератора несколько снижается.

Взаимодействие наведенных в контурах ротора токов с основным потоком статора создает асинхронный электромагнитный момент на валу генератора, затормаживающий ротор. Установившийся асинхронный режим наступает при равенстве асинхронного электромагнитного момента генератора и момента вращения турбины. В этом режиме генератор выдает в сеть активную и потребляет реактивную мощность.

Допустимость работы генераторов в асинхронном режиме определяется следующими положениями:

1. Ток статора не должен превышать допустимого по условиям длительного режима. Ток статора содержит кроме активного намагничивающий ток, потребляемый из сети генератором. Этот ток пропорционален ОКЗ генератора. Поскольку у турбогенераторов ОКЗ меньше единицы, намагничивающий ток, забираемый ими из сети, колеблется в пределах $1\tau=(0,3-0,35)1_{нст}$. У гидрогенераторов величина ОКЗ больше единицы. При потере возбуждения гидрогенератор потребляет из сети ток больше номинального. Поэтому при потере возбуждения гидрогенератор работать не может и отключается защитой от сети.

2. Потери в роторе турбогенератора не должны превышать потерь в нормальном режиме. Дополнительные потери в асинхронном режиме возникают за счет протекания токов по замкнутым контурам бочки ротора. Увеличение потерь в роторе выше допустимых приводит к быстрому нагреву ротора. Что представляет серьезную опасность для машины.

Согласно ПТЭ допускается кратковременная работа турбогенераторов в асинхронном режиме без возбуждения при сниженной нагрузке. Для турбогенераторов с косвенным охлаждением обмоток допустима нагрузка в указанном режиме до 60% номинальной, а продолжительность работы при этом не более 30 минут.

Допустимая нагрузка и продолжительность работы в асинхронном режиме без возбуждения турбогенераторов с непосредственным охлаждением обмоток устанавливается на основании специальных испытаний или директивных материалов (обычно активная нагрузка снижается до 40% номинальной, продолжительность работы не более 15 минут).

Перевод генератора в асинхронный режим на модели выполняется в следующем порядке:

1. Загрузить генератор по активной и реактивной мощности.
2. Отключить АГП.
3. Наблюдать за увеличением тока статора. Записать показания приборов.
4. Включить АГП.

Содержание отчета.

1. Перечень исследуемых режимов генератора.
2. Схема установки.
3. Запись показаний приборов в табличной форме в каждом исследуемом режиме.
4. Построить графики во всех режимах $I_{ст}=f(I_{возб})$, $Q=f(I_{возб})$ при $P=0$, $P=\max$.
5. Выводы о работе (указать сущность, преимущества и недостатки метода точной синхронизации и самосинхронизации, способы регулирования активной и реактивной мощности, сущность работы генератора в режиме СК, асинхронном режиме).

Контрольные вопросы.

1. На какие виды подразделяются режимы работы генераторов?
2. Почему в физической модели в качестве привода используется машина постоянного тока?

3. Сущность метода точной синхронизации, применение на электростанциях, достоинства и недостатки.

4. Сущность метода самосинхронизации, применение на электростанциях, достоинства и недостатки.

5. Что произойдет с генератором, если при останове и отключении от сети на турбину будет подаваться небольшое количество пара?

6. Каким образом осуществляется регулирование активной и реактивной мощности генератора?

7. Почему при необходимости перевода ТГ в режим СК, как правило, необходимо отсоединить ТГ от турбины?

8. Как осуществляется перевод ГГ в режим СК?

9. Допустимость работы ТГ без возбуждения для различных типов генераторов.

10. Какими условиями ограничивается допустимость работы ТГ без возбуждения?

11. Почему недопустима работа ГГ при потере возбуждения?

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергия, 1978.- 224с.

2. Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций.- М.: Энергия, 1968.- 508с.

3. Сыромятников Б.А. Режимы работы синхронных и асинхронных двигателей.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984.- 550с.

4. Грудинский П.Г., Мандрыкин С.А., Улицкий М.С. Техническая эксплуатация основного электрооборудования станций и подстанций. - М.: Энергия, 1974.- 575с.

5. Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. /Под ред. Л.С. Линдорфа и Л.Г. Мамякянца. - М.: Энергия, 1972.- 352с.

6. Пособие для изучения Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей: Разд. 6,7 /Под ред. К.М. Антипова.- М.: Энергия, 1979.-480с.

7. Тер-Газарян Г.Н. Несимметричные режимы синхронных машин. - М.: Энергия. 1969.- 147с.

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОТКЛЮЧЕНИЕМ ГЕНЕРАТОРОВ.

Цель работы: исследовать режимы работы генераторов при отключении от работы защитного блока, при неотключении выключателя, при неполнофазном включении и отключении выключателя.

Задание для проведения лабораторной работы.

1. На электростанции произошло отключение блока №1 800 МВт от действия технологической защиты (исчезло напряжение на сборке G/H 0,4 кВ, снизилось давление масла в масляной системе). Кроме этого выяснено, что выключатель 330 кВ блока поврежден. Изложите порядок действия персонала по восстановлению нормального режима работы блока и вывода в ремонт поврежденного выключателя.

2. Произошло отключение Ис.ш. 110 кВ от работы защиты шин, на Ис.ш. 110 кВ работал один блок и четыре ЛЭП. При осмотре выяснилось повреждение ТН Ис.ш. 110 кВ. Порядок ввода в работу блока.

3. При остановке блока, работающего на шины и выводе его в ремонт, не отключается одна фаза выключателя. Выключатель ОВ-220 в ремонте. Порядок вывода в ремонт поврежденного выключателя с помощью ШСВ-220.

4. При остановке блока 5, работающего на шины 110 кВ и вывода его в ремонт, не отключается одна фаза выключателя. Выключатель ШСВ-110 в ремонте. Порядок вывода в ремонт поврежденного выключателя с помощью ОВ-110.

Порядок выполнения работы.

1. Каждому студенту необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание на проведение лабораторной работы.

2. На стенде «Ликвидация аварий» восстановить нормально-эксплуатационную схему работы РУ с указанием положения выключателей и разъединителей.

3. На мнимой схеме проделать в определенной последовательности операции по ликвидации аварийного положения

оперативным персоналом сразу после аварии и при производстве необходимых переключений.

Порядок ликвидации аварий при повреждении выключателя генератора.

Из статистических данных известно, что более половины (48-61%) всех повреждений электрических аппаратов РУ электрических станций приходится на выключатели. Из анализа повреждений следует, что у масляных выключателей чаще всего повреждаются механизмы приводов и цепи управления, а у воздушных клапанные системы.

Действия персонала при повреждении выключателя состоят в следующем:

1. Выключатель 110-330 кВ не отключился при выводе в ремонт:

-проверить наличие оперативного тока и исправность предохранителей в цепи управления;

-сообщить начальнику смены и начальнику электроцеха; -вывести в ремонт поврежденный выключатель через ОВ или ШСВ.

2. При неполнофазном отключении выключателя действия должны быть аналогичны действиям в пункте 1. С неполнофазно отключившегося выключателя должен быть снят оперативный ток.

3. Выключатель не включается:

-проверить наличие напряжения и исправность предохранителей в цепи управления (цепь постоянного тока 220 В);

-проверить положение КСА;

-сообщить начальнику смены и начальнику электроцеха;

-если не найдено повреждение на выключателе, вызвать персонал лаборатории РЗ.

Если из-за механической неисправности отключение масляного выключателя окажется неуспешным, следует создать схему для резерва тока в цепи с дефектным выключателем с помощью ОВ или ШСВ. Аналогичные действия должны быть предприняты также при неполнофазном отключении выключателя, при низком уровне масла в банке масляного выключателя, при повреждении камер воздушного выключателя и т.д.

Для вывода из работы поврежденного выключателя с помощью ШСВ необходимо (см. рис. 2.1):

1. Снять предохранители в цепях управления выключателя, отключение которого невозможно провести или нельзя допустить из-за дефекта:

2. Если в работе находятся обе системы шин и ШСВ отключен, необходимо включить ШСВ;

3. Снять с привода ШСВ оперативный ток. При наличии дифференциальной защиты шин перевести ее в режим работы «с нарушением фиксации»;

4. Проверить на месте включенное положение ШСВ;.

5. С помощью разъединителей перевести все присоединения на одну рабочую систему шин, оставив на другой системе цепь с дефектным выключателем;

6. Обеспечить питание защит, автоматики и измерительных приборов, переведенных на другую систему шин присоединений, от соответствующего трансформатора напряжения;

7. Проверить по амперметру, что через ШСВ проходит ток нагрузки отключаемой цепи;

8. Подать оперативный ток на привод ШСВ и отключить его;

9. Проверить отключенное положение ШСВ и отключить и отключить линейные и шинные разъединители цепи с дефектным выключателем;

10. Восстановить нормальную схему РУ.

Для отключения цепи обходным выключателем необходимо:

1. Снять предохранители в цепях управления выключателя, отключение которого невозможно провести или нельзя допустить из-за дефекта;

2. Проверить отключенное положение ОВ, а его разъединители на обходную систему шин (ОСШ) выключены;

3. Проверить, что шинные разъединители ОВ включены на ту систему шин, на которую работает цепь, имеющая дефектный выключатель. В противном случае произвести переключение разъединителей ОВ, отключив сначала включенные шинные разъединители, а затем включить его разъединители на другую систему шин;

4. Проверить включенное положение защит на ОВ с минимальными уставками по току и времени, включить ОВ, т.е. опробовать напряжением ОСШ;

5. Отключить ОВ;

6. Проверить отключенное положение ОВ и включить разъединители цепи с дефектным выключателем на ОСШ;

7. Включить ОВ, снять с его привода оперативный ток;

8. Проверить включенное положение ОВ и отключить линейные и шинные разъединители цепи с дефектным выключателем. При этом блокирующее устройство должно быть деблокировано, т.к. операции с разъединителями производят при включенном выключателе. Затем цепь, выключатель которой выведен из схемы, может быть отключена обходным выключателем или оставлена в работе через ОВ. В последнем случае необходимо подать оперативный ток на привод ОВ и включить защиты с уставками, соответствующими рабочим уставкам данной цепи. Провести измерения в схеме дифференциальной защиты шин, поскольку ОВ остается в работе вместо выведенного в ремонт выключателя цепи.

Ликвидация аварий при неполнофазном отключении выключателя блока.

Неполнофазное отключение выключателя при остановке блока в резерв или ремонт.

Допустим, что к моменту отключения выключателя блок был разгружен по активной и реактивной мощности и турбина отключена по пару. Тогда при неполнофазном отключении выключателя генератор перейдет в неполнофазный режим синхронного двигателя. В двигательном режиме при включенном АГП и возбуждении, соответствующим холостому ходу, ток обратной последовательности в генераторе ничтожно мал и генератор может длительно оставаться включенным в сеть. Ограничивать ремонт в данном случае может только турбина, длительность работы которой без подачи свежего пара по условию нагрева лопаток, как правило, не превышает 4 мин. (что определяется местными инструкциями, учитывающими характеристики и особенности каждой турбины).

Если персонал не проконтролирует положение всех фаз выключателя и отключит АГП, генератор перейдет в неполнофазный режим асинхронного двигателя. В таком режиме ток обратной последовательности в генераторе резко возрастет до 0,3-0,5 номинального тока статора, при этом возможно срабатывание УРОВ. Чтобы избежать этого, необходимо до отключения АГП проверить

отключение всех фаз выключателя по сигнализации неполнофазного отключения и по показаниям амперметра в цепи статора. Обнаружив неотключение какой-либо фазы выключателя блока, персонал, не отключая АГП генератора, должен попытаться ликвидировать несимметричный режим путем подачи повторного импульса на отключение выключателя блока. Если эта попытка окажется неуспешной, следует возобновить подачу пара в турбину и перевести генератор из двигательного в генераторный режим холостого хода. При таком режиме в течение 30-40 мин. Следует подготовить схему в РУ и снять напряжение с неисправного выключателя со стороны системы при помощи ШСВ или ОВ, а при отсутствии такой возможности - путем отключения выключателей всех других присоединений данной системы (секции) сборных шин.

В тех случаях, когда быструю подачу пара в турбину осуществить невозможно (котел уже погашен), несимметричный режим ликвидируется путем отключения выключателей всех других присоединений, которые должны отключаться УРОВ при повреждении выключателя блока.

Неполнофазное включение выключателя при остановке блока в резерв или ремонт.

При включении одной или двух фаз выключателя блока в момент его синхронизации генератор может втянуться в синхронизм и остаться в работе синхронно с системой. Обнаружить несимметричный режим в данном случае можно только по сигнализации неполнофазного включения. При подъеме нагрузки несимметрия тока в фазах обнаруживается по показаниям амперметров а цепи статора. Обнаружив неполнофазное включение выключателя, персонал должен попытаться ликвидировать несимметричный режим путем подачи повторного импульса на отключение выключателя блока. В случае неудачной попытки следует подготовить схему в РУ и снять напряжение с неисправного выключателя со стороны энергосистемы при помощи ШСВ или ОВ, а при отсутствии такой возможности - путем отключения смежных выключателей.

Заметим, что после перевода блока на обходную систему шин (ОСШ) и включения ОВ восстанавливается полнофазный режим работа генератора, что позволяет на необходимое время продолжить его работу.

Отключение генератора при работе релейной защиты.

1. При между фазном КЗ в обмотке статора на выводах и присоединенным к ним шинах генератор отключается продольной дифф. защитой;
2. При витковых замыканиях (замыкания между витками обмотки одной фазы)- поперечной дифф. защитой;
3. При замыканиях обмотки статора на корпус- земляной защитой, действующей на отключение при $I_{з.н.з.}=5A$ и более, на сигнал при $I_{з.н.з.}$ менее $5A$;
4. При внешнем КЗ- максимальной защитой с блокировкой по напряжению и токовой защитой обратной последовательности; отключение выключателя производится действием защиты ротора: перегрузка по току ротора, замыкания на корпус во второй точке ротора.

Дежурный персонал обязан:

1. Проверить, что на секции с.н., отключившегося генератора имеется напряжение;
2. Загрузить оставшиеся в работе генераторы по активной и реактивной мощности;
3. Сообщить диспетчеру об отключении турбогенератора;
4. Установить причину отключения генератора (по работе указателей релейной защиты, опросить дежурный персонал);
5. Если отключение не связано с повреждением генератора, принять меры к включению генератора в сеть. При повреждении генератор выводиться в оперативный ремонт.

Автоматическое отключение блока.

На генераторах блочных электростанций устанавливаются более чувствительные и надежные защиты. При повреждении отдельных элементов блока (котел, турбина, генератор, трансформатор) возникает необходимость отключения всей блочной установки: погашении котла, отключении турбины, генератора.

К числу таких защит относятся:

1. От недопустимого сдвига ротора турбины;

2. От недопустимого понижения давления масла в системе смазки турбины;
3. От прекращения работы питательных насосов;
4. От отключения дымососов или дутьевых вентиляторов.

Действия персонала в случае автоматического отключения блока:

1. Проверить наличие напряжения на шинах 6 кВ с.н. (питаются дымососы, питательные насосы и т.д.);
2. Проверить наличие напряжения на шинах 0,4 кВ питающих электродвигатели насосов системы смазки, водородных уплотнений, валоповоротного устройства;
3. Если переключение питания с.н. блока АВР не произошло (отказало), необходимо быстро включить резервный источник вручную;
4. Осмотреть световое табло и указатели срабатывания РЗ и установить от работы какой защиты отключился блок;
5. Сообщить диспетчеру о происшедшем, осмотреть оборудование блока для выяснения причины отключения.

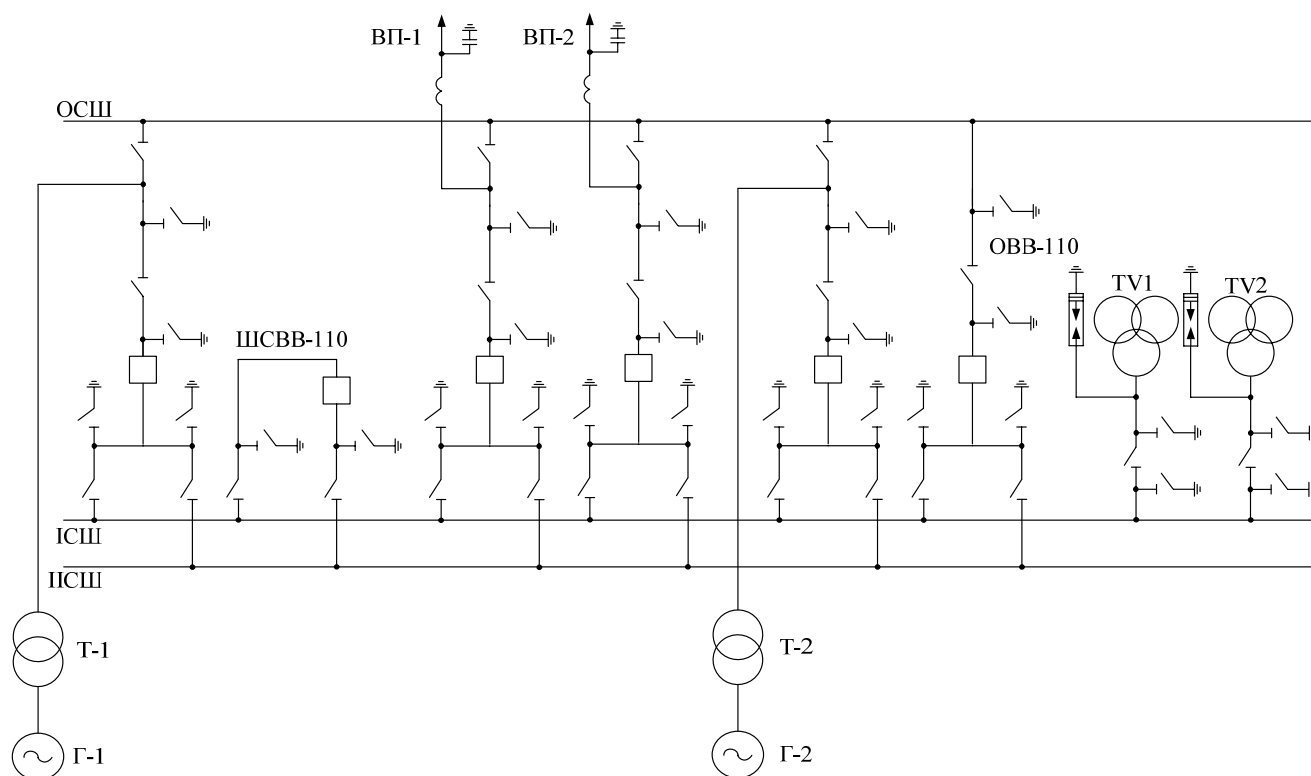


Рисунок 2.1 - Принципиальная однолинейная схема нормального режима ОРУ 110 кВ.

Содержание отчета.

В отчете необходимо указать цель работы, привести нормально-эксплуатационную схему (фрагмент) и ремонтную схему (фрагмент), изложить порядок действия персонала при возникновении аварии, порядок производства оперативных переключений, представить бланк переключений.

Контрольные вопросы.

1. Какие режимы возможны при эксплуатации генераторов на электростанциях?
2. Какие защиты работают при повреждении генераторов?
3. Действия оперативного персонала, если выключатель на ОРУ не отключается (включается) при выводе его в ремонт.
4. Порядок вывода поврежденного выключателя на ОРУ с помощью ШСВ.
5. Порядок вывода поврежденного выключателя на ОРУ с помощью ОВ.
6. Опасность работы генератора на несимметричную нагрузку.
7. Каков порядок действий оперативного персонала при неполнофазном отключении выключателя, при отключении генератора от собственной защиты и от защиты блока?

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергия, 1978.- 224с.
2. Сыромятников П. А. Режимы работы синхронных и асинхронных двигателей.- М: Энергоиздат, 1984.
3. Филатов А. А. Ликвидация аварий в главных схемах электрических станций и подстанций.- М: Энергоатомиздат, 1983.

Лабораторная работа 3

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ БЛОКИРОВКИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ.

Цель работы: Ознакомление с работой электромагнитной блокировки в распределительных устройствах с двумя системами сборных шин; изучение конструкции ключа и замка электромагнитной блокировки на разъединителях; отработка на стенде навыков проведения оперативных переключений при – наличии электромагнитной блокировки.

Общие указания.

Студент должен знать, что согласно ПТЭ распределительные устройства напряжением 3 кВ и выше должны быть оборудованы блокировкой, предотвращающей возможность ошибочных операций с разъединителями, отделителями, короткозамыкателями, выкатными тележками комплектных РУ (КРУ) и заземляющими ножами. Блокировочные устройства, кроме механических, должны быть постоянно опломбированы.

Оперативному персоналу, непосредственно выполняющему переключения, запрещается самовольно деблокировать блокировку.

Из коммутационных аппаратов, применяемых в РУ, напряжением 3 кВ и выше, для отключения токов предназначены только выключатели. При отключении в результате ошибочных действий тока нагрузки разъединителями, отделителями, или разъемными контактами выкатных тележек комплектных РУ возникает дуга, приводящая к разрушению этих аппаратов и тяжелым авариям, сопровождающимся зачастую несчастными случаями.

То же может происходить и при подаче напряжения на включенные заземляющие ножи или при включении заземляющих ножей на напряжение. Блокировка разъединителей с выключателями должна запрещать отключение и включение разъединителя при включенном выключателе. В связи с этим оперативные переключения в РУ должны проводиться в строго определенной последовательности. Для предотвращения нарушения такой последовательности и служит блокировка. Наиболее распространенными типами блокировок являются механическая, механическая ключевая и электромагнитная. В последнее время для особо ответственных РУ с большим числом

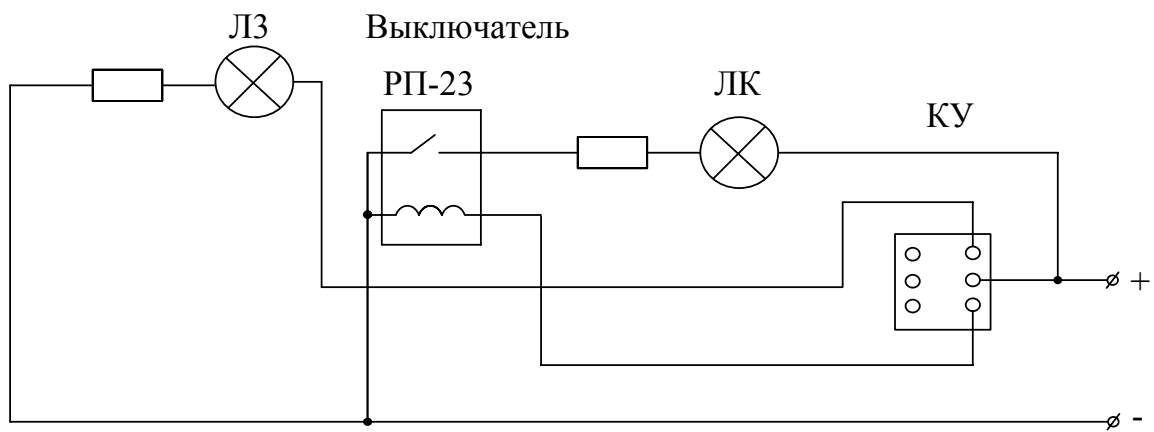


Рисунок 3.1 - Схема питания сигнальных ламп.

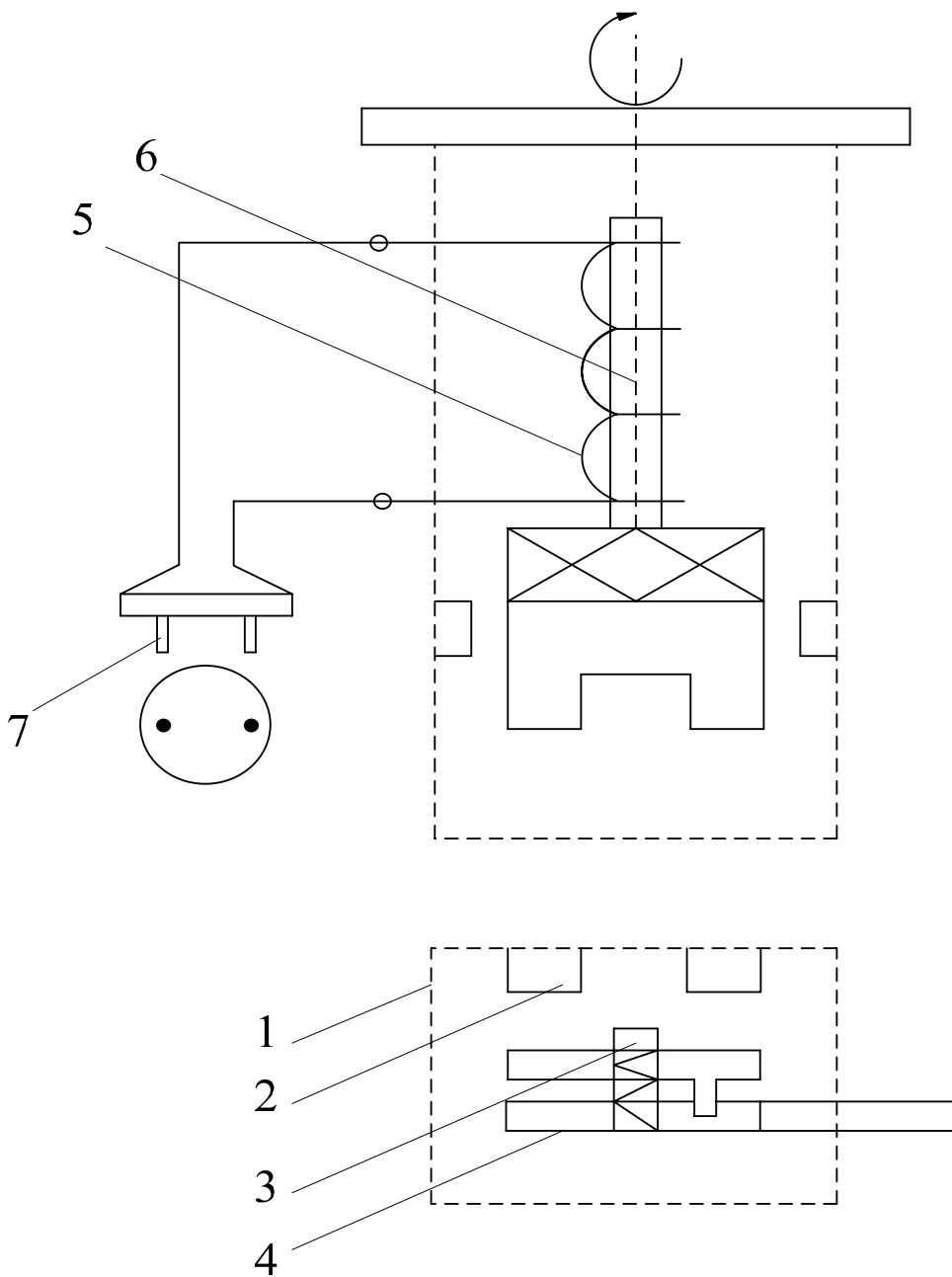


Рисунок 3.2- Схема электромагнитного ключа.

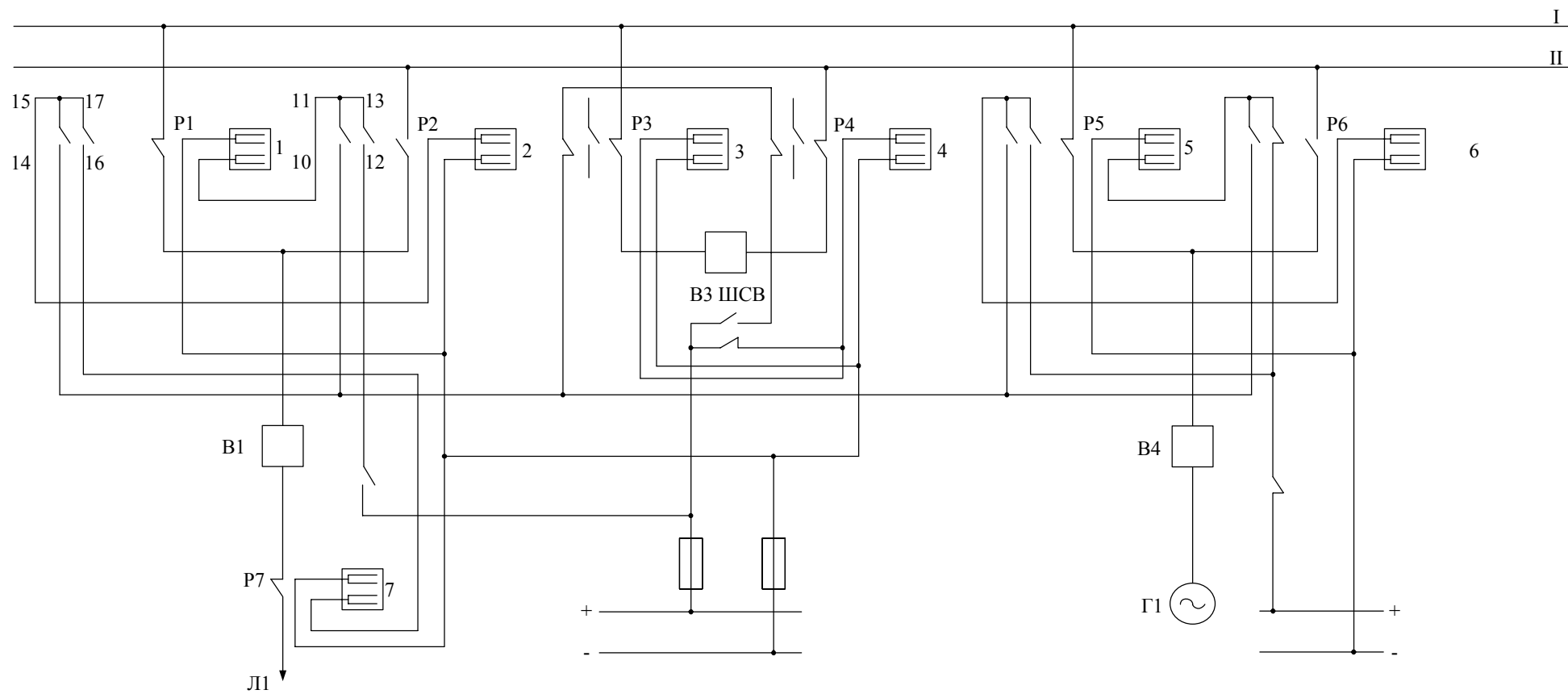


Рисунок 3.3- Схема электромагнитной блокировки.

присоединений разрабатываются схемы блокировок с использованием логических элементов.

В схемах РУ с двумя системами сборных шин широко применяется электромагнитная блокировка разъединителей с использованием электромагнитных замков. Схематически конструкция такого ключа изображена на рис. 3.2. Замок состоит из пластмассового корпуса 1, в котором размещаются контактные гнезда 2 и запорный стержень 3 с пружиной 4. Замок монтируется так, чтобы стержень 3 фиксировал положение привода, входя в специальные отверстия на нем.

Переносной ключ состоит из катушки 5, внутри которой располагается подвижный сердечник 6. Выводы катушки присоединяются к штырям 7.

Если отключение разъединителя разрешается (при отключенном выключателе), к гнездам 2 подводится напряжение от источника оперативного тока. Ключ вставляется штырями в гнезда замка. По катушке протекает ток и сердечник намагничивается. Запорный стержень замка соприкасается с намагниченным сердечником ключа. При помощи кольца вытягивают сердечник, а вместе с ним и стержень замка из блокировочного гнезда - замок отпирается.

В случае двух систем сборных шин схему блокировки цепи питания выполняют так (см. рис. 3.3), чтобы возможно было включать и отключать шинные разъединители при включенном шиносоединительном выключателе в последовательности, не опасной для разъединителей. Для этого цепь питания замков разъединителей блокируют через блок-контакты привода шиносоединительного выключателя. Схема с подобной блокировкой при двух системах сборных шин показана на рис. 3.3. Линия I питается от шин I. Ознакомимся с порядком переключения разъединителей при такой блокировке.

Допустим, требуется линию I переключить с системы шин I на систему шин II. Для этого выполняем следующие операции:

1. Включаем шиносоединительный выключатель ВЗ.
2. Отпираем замок 2 и включаем разъединитель Р2. Необходимо отметить, что без предварительного включения ВЗ разъединитель Р2 включить невозможно, т.к. цепь питания замка 2 разорвана блок-контактами 16-17 включенного разъединителя Р1. При включенном шиносоединительном выключателе замок 2 получает питание через блок-контакты. Цепь тока: шинка плюс, предохранитель, блок-

контакты 8-9 привода выключателя В3, блок-контакты разъединителей Р4 и Р5. блок-контакты 14-15 включенного разъединителя Р1. верхняя контактная пружина замка 2, обмотка электромагнитного ключа, нижняя контактная пружина замка 2, предохранитель, шинка минус.

3.Отпираем замок 1. Цепь тока: шинка плюс, предохранитель, блок-контакты 8-9 привода выключателя В2, блок-контакты разъединителей Р3 и Р4, блок-контакты 10-11 включенного разъединителя Р2, нижняя контактная пружина замка 1, обмотка электромагнитного ключа, верхняя контактная пружина замка 1, предохранитель, шинка минус и отключают разъединитель Р1.

4.Отключаем выключатель В2.

Допустим, требуется отключить линию I. Для этого выполняем следующие операции:

1.Отключаем выключатель В1

2.Электромагнитным - ключом отпираем замок привода 7 и отключаем разъединитель Р7.

3.Переносим ключ и отпираем замок привода 1, после чего отключаем разъединитель Р1.

Допустим, требуется включить линию 1 на систему шин I. Для этого выполняем следующие операции:

1.Электромагнитным ключом отпираем замок привода 1 и отключаем разъединитель Р1.

2.Отпираем замок привода 7 и включаем разъединитель Р7.

3.Включаем выключатель В1.

Стенд для проведения переключений с использованием электромагнитной блокировки.

На панелях представлен фрагмент схемы генераторного распределительного устройства (ГРУ) с двумя системами сборных шин. Показаны присоединения: линия I, ШСВ, генератор I. Предполагается, что на обе системы шин подано напряжение от системы.

Модель разъединителя состоит из подвижных и неподвижных рабочих контактов, привода (рукоятка), блок-контактов (нормально открытых и нормально закрытых) горизонтальной тяги, соединяющей привод с блок-контактами. Замки крепятся к приводам

разъединителей, а ключ является схемной переносной частью- один на все РУ. Замки фиксируют привод разъединителя во включенном или отключенном положении.

Выключатели имитируются промежуточными реле типа РП-23. Для управления выключателями служат тумблеры. Верхнее положение тумблера (выключатель «включен»)- реле находится в подтянутом состоянии и загорается красная лампа. Нижнее положение тумблера (выключатель «отключен»)- реле отпадает и загорается зеленая лампа. На схеме выведены клеммы нормально замкнутых и клеммы нормально разомкнутых контактов разъединителей и выключателей.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить схему электромагнитной блокировки.
2. Ознакомиться с принципом работы электромагнитного ключа.
3. Собрать схему электромагнитной блокировки.
4. Подготовить схему первичных соединений ГРУ: линия I питается от Ис.ш., ШСВ-схема разъединителями разобрана, генератор I собран на Ис.ш.
5. Подать напряжение на схему.
6. Включить выключатель В2 генератора и выключатель В1 линии I.
7. Отключить выключатель В1, с использованием электромагнитного ключа разобрать схему линии (отключить линейный разъединитель, потом шинный).
8. Собрать схему линии на Наш., включить выключатель В1.
9. Перевести присоединения Л1 со Ис.ш. на первую.
10. Аналогично осуществить перевод генератора I с Ис.ш. на Пс.ш.

Содержание отчета.

1. Схема электромагнитной блокировки.
2. Задание.
3. Последовательность производства операций при переключении.

Контрольные вопросы.

1. Назначение блокировок в РУ.
2. Виды блокировок.
3. Каковы достоинства и недостатки электромагнитных блокировок?
4. Состав электромагнитных блокировок.
5. Последовательность работы блокировок в РУ при переводе с одной системы шин на другую.

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергия, 1978.- 224с.
2. Электрическая часть электростанций и подстанций: Учебник для ВУЗов /Под ред. А.А.Васильева.- М.: Энергия, 1980.- 608с.

Лабораторная работа 4

ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ.

Цель работы: ознакомление с порядком оперативных переключений в электрических распределительных устройствах электростанций и подстанций напряжением 6 кВ и выше в нормальном режиме работы, а также при выводе оборудования в ремонт.

Общие указания.

Студент должен уяснить, что оперативные переключения в распределительных устройствах производятся при необходимости изменения оперативного состояния оборудования (вывод в ремонт, ввод в работу, отключение в резерв) или изменения схемы первичных соединений электрической части электростанций и подстанций.

Сложные переключения, к которым относятся, в первую очередь, перевод более чем одного присоединения с одной системы шин на другую, а также замена какого-либо выключателя обходным, связаны с большим числом операций с разъединителями и выключателями и в целях релейной защиты и автоматики. Поэтому в целях обеспечения выполнения установленной последовательности операций с коммутационными аппаратами в силовых цепях и цепях релейной защиты эти переключения в нормальных условиях должны производиться по бланкам переключений.

Производство переключений разрешается ПТЭ без бланка только на одном присоединении при наличии на нем действующих блокировочных устройств, исключающих неправильные операции с разъединителями и заземляющими ножами в процессе всех операций. Переключения при ликвидации аварий также производятся без бланков с последующей записью в оперативном журнале.

Бланк переключений.

Бланк переключений составляется для предупреждения возможных неправильных операций. Он является основным оперативным документом, определяющим содержание задания и последовательность производства особо сложных и опасных

переключений. В бланк переключений в технологической последовательности записываются следующие операции:

1. Включение и отключение коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей, отделителей);
2. Проверка положения коммутационных аппаратов;
3. Переключения в цепях оперативного тока, релейной защиты и автоматики;
4. Изменение уставок на реле;
5. Проверка отсутствия напряжения на оборудовании;
6. Включение и отключение заземляющих ножей;
7. Положение и снятие переносных заземлений.

Каждая операция, вносимая в бланк, должна иметь порядковый номер. Правильность записанных в бланк операций проверяется по оперативной схеме, которая должна точно отражать оперативное состояние оборудования распределительного устройства перед началом производства переключений. После проверки бланк подписывается тремя лицами: производящим операции, контролирующим их и отдавшим распоряжение на производство переключений.

Переключения по бланку производятся в такой последовательности:

1. На месте переключений персонал обязан внимательно проверить по надписи наименование присоединения и название оборудования, на котором предстоит проведение операций;
2. Убедившись в правильном выборе присоединения и аппарата, контролирующее лицо зачитывает по бланку содержание операции, подлежащей выполнению;
3. Лицо, проводящее операцию, повторяет содержание операции и, получив разрешение контролирующего лица, выполняет ее;
4. По мере выполнения отдельных операций в бланке необходимо делать соответствующие отметки, чтобы исключить возможность пропуска какой-либо операции.

Запрещается переключать по памяти, без прочтения надписи на оборудовании, а также изменять установленный в бланке порядок переключения. При возникновении сомнений в правильности производимых операций переключения должны быть прекращены, порядок операций проверен по оперативной схеме и в случае необходимости заполнен новый бланк.

По окончании переключений в оперативном журнале делается запись о выполнении задания с описанием окончательной схемы и номера бланка, а также вносятся соответствующие изменения в оперативную схему; сообщается об окончании всех операций лицу, отдавшему распоряжение о переключениях.

При составлении бланков переключений допускается употребление сокращенных слов и наименований оборудования (например, включить- вкл., присоединение- присоед., распределительное устройство- РУ, силовой трансформатор №2-Т2, система сборных шин- СШ, обходной выключатель- ОВ, шинный разъединитель- ШР, автоматическое повторное включение- АПВ).

В качестве примера ниже приведены формы бланка переключений и порядок его заполнения. На рис. 4.1 изображена однолинейная схема ОРУ 110 кВ с двумя системами шин, для которой составлен бланк переключений.

БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ №36

Подстанция Центральная - 330 кВ начало 8 ч 20 мин

«23» августа 2004 г конец 9 ч 30 мин

Задание: Освободить ИСШ-110кВ и заземлить.

Последовательность операций при переключении.

1. Установить переключатель ДЗШ-110 в полож. «Фиксация нарушена».
2. Установить накладку 1Н в полож. «Запрет АПВ от ДЗШ-110» на ВЛ-1.
3. Установить накладку 2Н в полож. «Запрет АПВ от ДЗШ-110» на ВЛ-2.
4. Установить переключатель в полож. «Питание цепей напряж. УРОВ от Т ПСШ/110 кВ».
5. Перевести питание осциллографа 110 кВ с ИСШ-110 кВ на ПСШ-110 кВ.
6. Снять опер, токе ШСВВ-110 кВ.
7. Проверить вкл. полож. ШСВВ-110 кВ на ОРУ.
8. Включить ШР ПСШ-110 кВ присоед. АТ-1.
9. Проверить вкл. полож. ШР ПСШ-110 кВ присоед. АТ-1.
10. Включить ШР ПСШ-110 кВ присоед. ВЛ-1.
11. Проверить вкл. полож. ШР ПСШ-110 кВ присоед. ВЛ-1.
12. Отключить ШР ИСШ-110 кВ присоед. ВЛ-1.
13. Проверить откл. полож. ШР ИСШ-110 кВ присоед. ВЛ-1.
14. Отключить ШР ИСШ-110кВ присоед. АТ-1.
15. Проверить откл. полож. ШР ИСШ-110 кВ присоед. АТ-1.
16. Включить опер, ток на ШСВВ-110 кВ.
17. Проверить отсутствие перетока через ШСВВ-110 кВ по амперметру в цепи ШСВВ-110кВ.
18. С разрешения дежурного диспетчера отключить ШСВВ-110 кВ.
19. Проверить отсутствие напряжения ИСШ-110 кВ по вольтметру.
20. Снять опер, токе ШСВВ-110 кВ.

21. Установить накладку 2Н в полож. «Работа АПВ от ДЗШ-110» на ВЛ-2.
22. Проверить откл. полож. ШСВВ-110 кВ на ОРУ.
23. Отключить ШР ІСШ-110 кВ в яч. ШСВВ-110 кВ.
24. Проверить откл. полож. ШР ІСШ-110 кВ в яч. ШСВВ-110 кВ.
25. Отключить ШР ІІСШ-110 кВ в яч. ШСВВ-110 кВ.
26. Проверить откл. полож. ШР ІІСШ-110 кВ в яч. ШСВВ-110 кВ.
27. Отключить ШР в яч. ТН-1.
28. Проверить откл. полож. ШР в яч. ТН-1.
29. Снять предохранитель с низкой стороны ТН-1.
30. Проверить отсутствие напряжения на ІСШ-110 кВ.
31. Включить 3Н в яч. ТН-1.
32. Проверить вкл. полож. 3Н на ІСШ-110 кВ в яч. ТН-1.

Переключение производил

(подпись)

Переключение контролировал

(подпись)

Бланк проверил

(подпись)

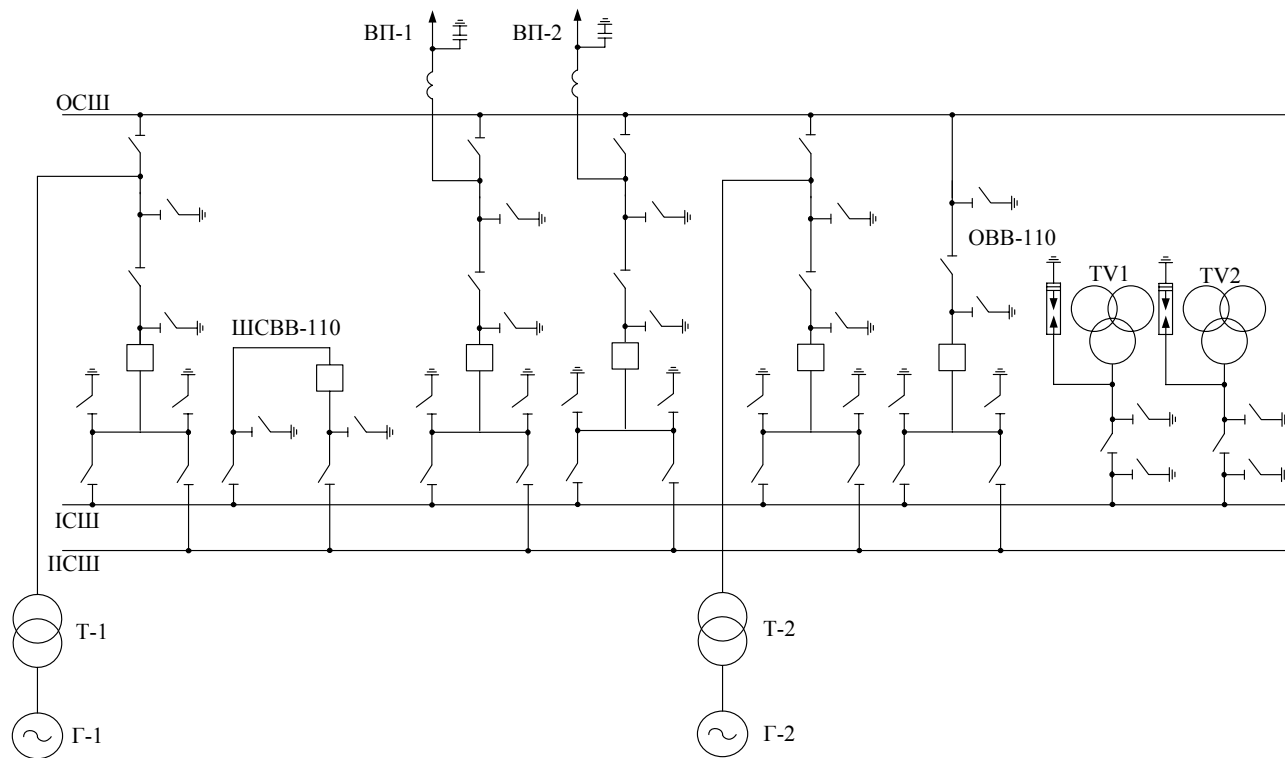


Рисунок 4.1 - Принципиальная однолинейная схема нормального режима ОРУ 110 кВ.

Операции с выключателями, разъединителями, отделителями.

Студент должен помнить, что включать и отключать воздушные выключатели можно, как правило, дистанционно со щита управления. Допускается отключать воздушный выключатель кнопкой местного пневматического управления только для предотвращения несчастного случая.

В момент включения выключателя необходимо следить за показаниями амперметров включаемого присоединения. При сильном броске тока, указывающем на наличие короткого замыкания или несинхронного включения, необходимо немедленно отключить выключатель, не дожидаясь отключения его с помощью релейной защиты.

Запрещается

1. Включать воздушный выключатель кнопкой местного пневматического управления;
2. Производить операции масляными выключателями при отсутствии уровня масла в гасительных камерах и воздушными выключателями при давлении воздуха ниже 1,6 МПа.

Операции с разъединителями осуществляются после проверки отключенного положения выключателя и снятия предохранителей или отключения оперативного тока. На ключе управления выключателем вывешивается плакат «Не включать - работают люди».

Включать разъединители следует быстро и решительно, но без удара в конце хода. Начатая операция включения должна быть продолжена до конца. Запрещается обратный отвод ножей при появлении дуги.

Отключать разъединители следует медленно и осторожно. Вначале необходимо небольшое движение привода, чтобы убедиться в отсутствии качаний и дефектов изоляторов. Если в момент расхождения контактов между ними возникает дуга, разъединители следует немедленно отключить и до выяснения причины возникновения дуги операции с ним не проводить.

Исключение составляют операции по отклонению разъединителями (отделителями) намагничивающего тока силовых трансформаторов, зарядного тока воздушных и кабельных линий.

Отключать разъединители в этих случаях следует быстро, чтобы обеспечить быстрое гашение возникшей дуги.

На присоединениях напряжением 35-220 кВ, имеющих в одной цепи разъединители и отделители, отключать и включать намагничивающие токи трансформаторов и зарядные токи линий следует отделителями, которые в отличие от разъединителей быстро отсоединяют элементы оборудования благодаря специальным встроенным пружинам, действующим на отключение.

Разъединителями и отделителями можно отключать небольшие токи (единицы ампер), что не представляет опасности. К таким токам относятся зарядные токи воздушных и кабельных линий, намагничивающие токи силовых трансформаторов. Дуга, возникающая при отключении этих токов, слаба, быстро гаснет и практически не вызывает повреждения контактных поверхностей. Максимальные значения токов, которые можно отключать разъединителями и отделителями, регламентированы ПТЭ. Например, разъединителями типа РВ-10 разрешается отключать зарядный ток 2 А и намагничивающий ток 2,5 А, а разъединителями типа РЛНД-110 с расстоянием между осями полюсов 3,5 м- зарядный ток 5 А и намагничивающий ток 14,5 А.

Для расширения пределов отключаемых зарядных и намагничивающих токов разъединителями и отделителями применяют дополнительные дутьевые приставки. Дутье происходит сжатым воздухом, что способствует интенсивному охлаждению дуги и деионизации дугового промежутка в процессе отключения. При наличии дутьевых приставок становится возможным отключать и включать разъединителями напряжением 35кВ и 110 кВ намагничивающие токи трансформаторов всех мощностей и зарядные токи линий любой длины.

Разъединителями разрешается также шунтировать и расшунтировать включенные выключатели, включать и отключать трансформаторы напряжения, нейтрали силовых трансформаторов и дугогасящих реакторов при отсутствии в сети замыкания на землю.

Примером операции по включению и отключению разъединителей, когда включен шунтируемый ими выключатель, являются операции по полному и частичному переводу присоединений с одной системы шин на другую с использованием шиносоединительного выключателя. Во избежание отключения этого выключателя- ошибочного или от действия защиты- на время операции

по переводу присоединений с него снимается оперативный ток, так что между шинами образуется жесткая связь.

Намагничивающие токи трансформаторов сильно зависят от подведенного к ним напряжения. При наибольшем длительно допустимом в эксплуатации напряжении ($1,05 U_N$) намагничивающий ток увеличивается почти в 1,5 раза. При отключении ненагруженного трансформатора отделителями ток намагничивания желателно понизить, чтобы уменьшить интенсивность горения дуги. Для этого трансформаторы с РПН, работающие с напряжением больше номинального, рекомендуется установить в положение, соответствующее номинальному напряжению. Операция по переключению РПН записывается в бланк переключений.

При проведении любой операции с разъединителями, имеющими ручной привод и находящимися под напряжением, выполняющий операцию и контролирующий его действия должны предварительно выбрать такие места у аппарата, чтобы не подвергать себя прямому воздействию электрической дуги в случае ее образования и интенсивного горения.

Не рекомендуется в процессе проведения самой операции смотреть непосредственно на ножи аппарата. Однако после завершения операции включения или отключения проверка положения ножей-разъединителей всех типов и конструкций, а также заземляющих ножей является обязательной, поскольку на практике неоднократно наблюдались случаи недовключения ножей, попадания ножей мимо контактных губок, обрыва тяг у разъединителей отдельных фаз, нарушения регулировки приводов и т.д.

Проверка положения выключателя.

Действительное положение выключателя на месте определяется по механическому указателю на выключателе или по показанию воздушных манометров у выключателей с воздухонаполненными отделителями. Этот способ проверки является обязательным, если:

1. После отключения выключателя предстоит операция с разъединителями данного присоединения;
2. После отключения выключателя КРУ предстоит операция по перемещению тележки выключателя из рабочего в испытательное положение;

3. При включенном положении шиносоединительного выключателя предстоят операции с шинными разъединителями при переводе присоединений с одной системы шин на другую.

Проверка положение выключателя по показаниям сигнальных ламп и измерительных приборов (амперметров, вольтметров) применяется в случае:

1. Отключения присоединения только выключателем без проведения операций с разъединителями;

2. Отключения выключателя присоединения и в операциях с разъединителями, если последние управляются дистанционно;

3. Включения под нагрузку линии, трансформатора генератора, двигателя;

4. Подачи и снятия напряжения с шин.

Последовательность операций при типичных переключениях.

При отключении линии рекомендуется следующий порядок операций:

Отключение выключателя; отключение линейных разъединителей; отключение шинных разъединителей.

Указанная последовательность операций с шинными и линейными разъединителями объясняется стремлением уменьшить последствия тех повреждений, которые могут иметь место при ошибочных действиях персонала. Допустим, что в результате ошибки произведено отключение под нагрузкой линейных разъединителей. Возникшее при этом дуговое короткое замыкание будет устранено автоматически отключением выключателя линии, и развитие аварии локализуется одним присоединением. При отключении под нагрузкой шинных разъединителей дуга перебрасывается на сборные шины, что может повлечь за собой их повреждение и отключение.

Включение линии производится в обратном порядке по сравнению с принятым порядком отключения.

В кольцевых схемах (четырёх- и многоугольников) отключение линии производится двумя выключателями, после чего отключаются разъединители, ближайšie к отключаемой линии, а затем, если это нужно, разъединители в сторону других объектов. При выводе в ремонт только одного выключателя последовательность отключения разъединителей по его сторонам безразлична. В кольцевых схемах и в полукруглой схеме обычно в цепи каждой линии имеется

разъединитель: независимо от наличия разъединителей по обе стороны выключателей. При ремонте линии, не совмещенном с ремонтом выключателей, целесообразно этот разъединитель отключить, а затем снова включить оба выключателя. При этом надежность работы схемы в ремонтном режиме повышается. В распределительных устройствах с двумя рабочими системами сборных шин и обходной системой шин (рис. 4.1) последняя позволяет проводить ремонт выключателей присоединений без отключения цепей, в которых установлены эти выключатели. Замену выключателя присоединения обходным выключателем выполняют в следующей последовательности:

1. Выключают разъединители в яч. ОВ на обходную и рабочую систему шин, от которой питается данное присоединение;
2. Включает оперативный ток цепей управления ОВ;
3. Выставляют минимальные уставки на защитах ОВ;
4. Включают ОВ (этой операцией ОСШ опробуют напряжением);
5. Отключают ОВ;
6. На защитах ОВ устанавливают уставки защит присоединения;
7. Включают шинный разъединитель ОСШ в ячейке ОВ (попадают напряжение на ОСШ);
8. Отключают быстродействующие защиты присоединения (ДФЗ, ДЗЛ);
9. При помощи испытательных блоков в схему ДЗШ вводят цепи трансформаторов тока ОВ (они не были подключены к схеме ДЗШ, чтобы при опробовании напряжением ОСШ входила в зону ее действия; в противном случае при КЗ на ОСШ эта защита реагировать не будет);
10. Включают ОВ;
11. Отключают выводимый в ремонт выключатель;
12. Отключают ДЗШ и из ее схемы исключают цепи трансформаторов тока отключенного выключателя;
13. Проверяют ДЗШ под нагрузкой путем измерения тока небаланса и включают ее в работу (для этого в схеме установлены накладки);
14. Переводят быстродействующие защиты с выводимого в ремонт выключателя на ОВ;
15. Проверяют исправность оперативных цепей и включают в работу АПВ и УРОВ;

16. Отключают разъединители в ячейке выводимого в ремонт выключателя и после проверки отсутствия напряжения на ножах разъединителей в сторону выключателя включают заземляющие ножи.

Обходная система шин позволяет также сократить число переходов одной системы шин на другую при ремонте шинных разъединителей. Целесообразен такой порядок ремонта: одна система шин освобождается, заземляется, выключатель одного из присоединений заменяется обходным, ремонтируется шинный разъединитель этого присоединения, после чего вводится в работу, и начинается ремонт шинного разъединителя следующего присоединения. После ремонта шинных разъединителей одной системы сборных шин в том же порядке проводится ремонт шинных разъединителей другой системы шин.

Вывод в ремонт систем шин. Для ремонта система шин освобождается путем перевода (переключения) всех ее присоединений на другую систему шин, оставшуюся в работе.

Необходимым условием перевода является равенство потенциала обеих систем шин. Это условие обеспечивается включением ШСВ, который шунтирует при переводе каждую пару шинных разъединителей принадлежащих одному присоединению. В этом случае включение одних шинных разъединителей при включении других, а также отключение одних от двух включенных на обе системы шин разъединителей переводимого присоединения не представляет опасности, поскольку шунтирующая их цепи ШСВ имеет очень малое сопротивление и, следовательно, падение напряжения на нем будет небольшим. Тогда, и разность потенциалов подвижными и неподвижными контактами разъединителей при их коммутации будет такой незначительной, что дуга между ними не возникнет.

Стенд для переключений в распределительных устройствах.

Лабораторная работа по переключениям в распределительных устройствах выполняется на стенде. Для этого используется часть тренажера (см. лабораторную работу 7). Распределительное устройство напряжением 110 кВ, 220 кВ выполнено по схеме с двумя системами сборных и обходной системой шин. Для напряжения 330 кВ применена полуторная схема.

Разъединители на панели тренажера выполнены в виде штекеров. Положение выключателей фиксируется сигнальными лампами. Управление сигнальными лампами осуществляется с пульта управления.

Порядок выполнения работы.

1. С помощью ключей управления на пульте тренажера собрать схему нормального режима электрической сети.
2. Составить бланк переключений (содержание задания переключения определяет преподаватель).
3. С помощью ключей управления на пульте тренажера произвести переключения по бланку.

Содержание отчета.

Отчет должен содержать цель работы, принципиальную однолинейную схему распределительного устройства, бланк переключения.

Контрольные вопросы.

1. Какое переключение в распределительных устройствах производится по бланку переключений?
2. Какие переключения в распределительных устройствах производится без бланка переключений?
3. Какие операции записываются в бланк переключений?
4. Действия оперативного персонала в случае, если блокировка не разрешает проводить операции с разъединителями или заземляющими ножами.
5. Последовательность основных операций с коммутационными аппаратами при выводе в ремонт линии (трансформатора).
6. В каких случаях снимается оперативный ток с привода выключателя?

7. В каких случаях допускается проверка положения выключателя по показателям сигнальных ламп и измерительных приборов?
8. Техника производства операций разъединителями?
9. Примеры переключений релейной защиты и автоматизации при выводе в ремонт системы шин.
10. Как осуществляется проверка отсутствия напряжения на отключенном оборудовании распределительных устройств?

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергия, 1978.- 224с.
2. Типовая инструкция по производству переключений в электрических распределительных устройствах электрических станций и подстанций.- М: Энергонот ОРГРЭС, 1972.- 76с.
3. Обслуживание электрических подстанций / О.В. Белецкий, СИ. Левнов, А.А.Филатов.- М.: Энергоиздат, 1965.-416с.

Лабораторная работа 5 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ.

(Моделирование производственных ситуаций).

Цель работы: изучение организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности работ, приобретение навыков безопасной организации работ в электроустановках электростанций, обучение правилам заполнения наряда-допуска.

Общие указания.

Студент должен знать, что согласно «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок» (ПТБ) работы в электроустановках подразделяются:

1. Со снятием напряжения (с токоведущих частей снято рабочее напряжение);
2. под напряжением на токоведущих частях (с применением средств защиты для изоляции человека);
3. без снятия напряжения на нетоковедущих частях (за постоянными и временными ограждениями, на корпусах оборудования, на поверхности обмоток кабелей).

Вывод основного электрооборудования в ремонт (генераторов, трансформаторов, выключателей, шин РУ и др.) на электростанциях производится по специально подаваемым заявкам в диспетчерскую службу энергосистемы.

Заявки на вывод в ремонт оборудования должны, как правило, подаваться на основании утвержденных графиков ремонтов и подписываться главным инженером электростанции.

При передаче отчета, на заявке должны быть указаны повторные сроки выполнения и все замечания и примечания, которые вынесены при разрешении заявки.

Если оборудование, согласно ПТЭ и другим директивным материалам, необходимо отключать немедленно, то оно отключается персоналом без предварительного оформления заявок.

Для непосредственного выполнения работ в действующих электроустановках необходимо выполнить организационные и технические мероприятия.

Организационные мероприятия по обеспечению безопасности работ.

К организационным мероприятиям относятся:

выдача нарядов и распоряжений; выдача разрешений на подготовку рабочих мест и допуск, допуск к работе; надзор во время работы; перевод на другое рабочее место; перерыв в работе и ее окончание.

Наряд - это составленное на специальном бланке задание на безопасное производство работы, определяющее содержание работы, место, бригады, лиц, ответственных за безопасность выполнения работы.

Распоряжением является заседание на безопасное производство работы, определяющее содержание работы, место, время, меры безопасности и лиц, которым поручено ее выполнение. Распоряжение может быть письменным или устным произвольной формы. По распоряжению обычно выполняются разовые работы небольшой продолжительности.

Самовольное производство работ и расширение рабочих мест, определяемых нарядом или распоряжением, запрещается.

Лица, ответственные за безопасность работ, их права и обязанности.

Ответственность за безопасность работ являются:

1. Выдающий наряд и отдающий распоряжение;
2. Руководитель работ, выполняемых по наряду;
3. Дежурный, дающий разрешение на подготовку рабочего места и допуск;
4. Дежурный или лицо из числа оперативно-ремонтного персонала, подготавливающие рабочие места;
5. Допускающий к работе;
6. Производитель работ, наблюдающий, члены бригады.

Выдающий наряд, распоряжение обязан назначить производителя работ (наблюдающего) и членов бригады, определить место, обеспечивающие их безопасность. Право выдачи нарядов и распоряжений может быть предоставлено лицам из числа административно-технического персонала, имеющим группу.

Руководитель работ обязан проверить перед допуском подготовку рабочего места, проинструктировать при допуске бригаду и организовать безопасное выполнение работы. Руководителями работ должны назначаться инженерно-технические работники с группой.

Дежурный, выдавая разрешение на подготовку рабочих мест и допуск, обязан сообщить дежурным или лицам из числа оперативно-ремонтного персонала, подготавливающим рабочее место, а также допускающим, о предварительно выполненных операциях по отключению и наложению заземлений, вести учет допущенных бригад.

Дежурный или оперативно-ремонтный персонал, подготавливающий рабочее место, обязан выполнить относящиеся к нему указанные в наряде меры по подготовке рабочего места, а также принять дополнительные меры безопасности (установка плакатов, ограждений и т.п.). Дежурный должен иметь группу IV при работе в электроустановках выше 1000 В.

Производитель работ обязан принять рабочее место от допускающего, выяснить у него, какие меры приняты при подготовке этих мест. Он также обязан: проинструктировать бригаду о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы; обеспечить выполнение членами бригады необходимых мер безопасности; контролировать исправность и пригодность инструмента, инвентарных средств защиты, приспособлений и т.п., а также сохранность установленных на рабочих местах заземлений ограждений, плакатов, запирающих устройств приводов. Производитель работ должен иметь группу IV.

Наблюдающий должен назначать для надзора за бригадами работников различных специальностей, не имеющих права самостоятельно работать в электроустановках по нарядам и распоряжениям.

Член бригады обязан выполнять «Правила техники безопасности и указания, полученные при допуске к работе и во время работы.

Наряд заполняется в соответствии со следующими указаниями:

1. Записи в наряде должны быть разборчивыми. Исправление текста запрещается.

2. Система нумерации нарядов устанавливается руководством предприятия.

3. Не подлежащих заполнению графиках таблиц следует ставить знак Z, а в строках делать прочерк.

4. В строке «дата» указываются число, месяц и две последние цифры, обозначающие год. например, 02.11.2002, 25.04.2003.

5. Вместе с фамилией лиц, указываемых в наряде, вписываются их инициалы, а для допускающего, руководителя и производителя работ, наблюдающего и членов бригады, кроме того, вписываются их группы по электробезопасности.

6. В наряде должны указываться диспетчерская наименования электроустановок, присоединения, оборудования.

Пример заполнения лицевой и обратной сторон наряда приведен ниже.

Наряд выписывается в двух, а при передаче его по телефону, радио - в трех экземплярах. Состав бригады по численности и квалификации должен определяться с учетом выполнения работы. При работе по наряду бригада должна состоять не менее чем из двух человек.

Наряд разрешается выдавать на срок не более 15 календарных суток. Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток, после чего они могут быть уничтожены. Периодически контролируется правильность оформления нарядов в том числе и на рабочих местах.

Допуск бригады к работе, надзор во время работы.

Перед допуском бригады к работе ответственный руководитель и производитель работ совместно с допускающим проверяют выполнение технических мероприятий по подготовке места работы. Проверка оформления подписью ответственного руководителя в графе «подготовка рабочего места проверил».

После проверки производится отпуск бригады, который заключается в том, что допускающий проверяет соответствие состава бригады и квалификации записи в наряде:

- прочитывает по наряду фамилии ответственного руководителя работ, членов бригады и содержание работ;
- докладывает бригаде об отсутствии напряжения;
- сдает рабочее место руководителю работ.

Один экземпляр, по которому сделан допуск, должен находиться у производителя работ, второй - у оперативного персонала в папке действующих нарядов.

С момента допуска бригады к работам надзора за ней в целях поддержания требований техники безопасности возлагается на производителя работ или наблюдающего. Производитель работ должен осуществлять постоянный надзор за членами бригады, а также давать им необходимые указания по технике безопасности.

После полного окончания работ рабочее место приводится в порядок производителем работ и сдает его оперативному персоналу.

Производитель или наблюдающий закрывает наряд совместно с оперативным персоналом после того, как будут выполнены следующие операции: снятие заземления с проверкой; удаление плакатов «Работать здесь» и другие.

Технические мероприятия.

Для подготовки рабочего места со снятием напряжения необходимо выполнить следующие технические мероприятия:

1. Отключить коммутационные аппараты (выключатели, разъединители) и принять меры, препятствующие ошибочному или самопроизвольному их включению.

2. Вывести запрещающие плакаты на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратурой.

3. Проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током.

4. Установить заземление (включить заземляющие ножи, установить переносные заземления).

5. Определить при необходимости рабочие места или оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывесить на ограждениях плакаты безопасности.

Необходимо отключить токоведущие части, на которых будет производиться работа, неогражденные токоведущие части, к которым возможно приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин.

В электроустановках с каждой стороны, откуда коммутационными аппаратами может быть подано напряжение, должен быть видимым разрыв.

При подготовке рабочего места после окончания разъединителей необходимо визуально убедиться в их отключении. Для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение

к месту работы, у разъединителей приводы в отключенном положении необходимо запереть на механический замок; у приводов выключателей - снять оперативный ток с цепей управления.

Плакаты вывешиваются на приводных разъединителях, отделителях и выключателях нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления. В этом случае должен быть вывешен плакат «Не включать! Работают люди».

На временных ограждениях токоведущих частей (в качестве ограждений могут применяться щиты, ширмы, экраны) должен быть плакат или надписи: «Стой! Напряжение».

В ОРУ при работах, проводимых с землей и на оборудовании, рабочее место должно быть ограждено канатом, веревкой, шнуром. На них должен быть вывешен плакат «Стой! Напряжение», обращенный внутрь огражденного пространства.

На подготовленных рабочих местах должен быть вывешен плакат «Работать здесь». В ОРУ на участках, по которым от рабочего места можно пройти к участкам, находящимся под напряжением, должны быть установлены хорошо видимые плакаты «Стой! Напряжение».

На конструкциях, граничащих с той, по которой разрешается подниматься, внизу должен быть вывешен плакат «Не влезай! Убьет!».

На стационарных лестницах и конструкциях, по которым разрешено подниматься для проведения работ, должен быть вывешен плакат «Влезать здесь!».

Запрещается убирать или переставлять до полного окончания работ плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочих мест.

Проверка отсутствия напряжения производится в электроустановках свыше 1000 В с помощью указателей напряжения. Перед применением указателя необходимо проверить его исправность приближением к токоведущим частям, расположенным поблизости и заведомо находящимся под напряжением. Пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

В электроустановках 35 кВ и выше для проверки отсутствия напряжения можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признаком отсутствия искрения и потрескивания. В ОРУ 330 кВ и выше отсутствие напряжения разрешается проверять выверкой схемы в натуре.

Установка заземлений на токоведущих частях производится непосредственно после разовой проверки отсутствия напряжения. Переносное заземление сначала присоединяется к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, устанавливается на токоведущие части. Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности. Установка и снятие заземления переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках свыше 1000 В изолирующей штанги.

В электроустановках выше 1000 В заземляться должны токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенного для работ участка со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, за исключением отключенных для работ сборных шин, на которые достаточно установить одно заземление.

Заземленные токоведущие части должны быть определены от токоведущих частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом.

Допускается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочих мест, если это требуется по характеру выполняемых работ (испытание, измерение сопротивлений изоляции и т.п.). разрешение на временное снятие заземлений, а также на выполнение этих операций производителем работ должно быть вынесено в строку наряда «Отдельные указания» с записью о том, где и для какой цели должны быть сняты заземления.

В электроустановках до 1000 В операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику с группой III из дежурного или оперативно-ремонтного персонала.

В электроустановках выше 1000 В установить переносные заземления должны два работника: один с группой IV (из дежурного или оперативно-ремонтного персонала), другой с группой III; включать заземляющие ножи может один работник с группой IV, а отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления - с группой III.

Стенд для обработки навыков и приемов безопасного обслуживания электроустановок свыше 1000 В.

На панели представлен фрагмент схемы ОРУ 110 кВ с двумя системами сборных шин и обходной системой шин. Показаны ячейки генератора-трансформатора (Г-1.Т-1), обходного шиносоединительного выключателя (ОШСВ), линии (Л-1), переключки

с двумя разъединителями. Приведена схема подсоединения секций собственных нужд 6 кВ (1с, 2с) к трансформатору собственных нужд (ТСН-1).

Нормальная схема: обе схемы шин ПО кВ находятся под напряжением, на 1с.ш. 110 кВ включены Т-1, Л-1; ОШСВ - отключен, схема разобрана, разъединители перемычки - отключены. Выключатели выводов ТСН-1 (ввод1, ввод2) включены, 1 секция 6 кВ и 2 секция 6 кВ - под напряжением.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить основные положения организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности работ на установках напряжением выше 1000В.

2. Назначить из бригады студентов, выполняющих лабораторную работу, лиц, ответственных за безопасность работ:

выдающего наряд, руководителя работ;

дежурного подготавливающего рабочее место (он же допускающий), производителя работ;

членов бригады. Изучить их права и обязанности.

3. Согласно заданию преподавателя выписать наряд-допуск на производство работ.

4. Провести необходимые технические и организационные мероприятия на стенде согласно заданию: провести отключение, вывесить предупреждающие плакаты, оградить рабочее место проверить отсутствие напряжения, наложить заземление.

5. Оформить выдачу наряда.

6. Осуществлять надзор во время работы, изменения состава бригады, перевод на другое рабочее место, перерыв в работе, полное окончание работ. Отметить все мероприятия в наряде.

7. Совместно с преподавателем провести разбор действий лиц, ответственных за безопасность работ, с выставлением оценки каждому.

Содержание отчета.

1. Нормально-эксплуатационная схема РУ.
2. Схема РУ при выводе оборудования в ремонт с указанием положения коммутационных аппаратов, мест установки заземлений, вывешивания плакатов.
3. Наряд-допуск заполненный по установленной форме.

Контрольные вопросы.

1. На какие виды с точки зрения техники безопасности разделяются работы в электроустановках?
2. Как оформляется разрешение на вывод в ремонт основного оборудования электростанций?
3. Что включают в себя организационные мероприятия?
4. Что такое наряд?
5. Обязанности лиц, ответственных за безопасность работ.
6. Порядок заполнения наряда.
7. Каков порядок допуска бригады к работе, надзор во время работы, ее окончания?
8. Содержание технических мероприятий.
9. Какие существуют виды плакатов по технике безопасности и где они вывешиваются?
10. Как производится проверка отсутствия напряжения в электроустановках?
11. Порядок установки заземлений в электроустановках.

Список литературы.

1. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.- М: Энергоатомиздат, 1986 - 144с.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергия, 1978.- 224с.

Лицевая сторона наряда

Предприятие _____

Подразделение _____

НАРЯД - ДОПУСК № _____

(для выполнения работ в электроустановках)

Руководителю работ (наблюдающему) _____
(фамилия, инициалы, группа по электробезопасности)

Допускающему _____
(фамилия, инициалы, группа по электробезопасности)

с членами бригады _____
(фамилия, инициалы, группа по электробезопасности)

Поручается _____

Работу начать дата _____ час _____ мин _____

Работу закончить дата _____ час _____ мин _____

Таблица 1. Меры по подготовке рабочих мест

Наименование электроустановок, в которых необходимо провести отключения и установить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено
1	2

Отдельные указания _____

Наряд выдал: дата _____ время _____ подпись _____ фамилия _____

Наряд продлил по: дата _____ время _____ подпись _____ фамилия _____

Таблица 2. Разрешение на подготовку рабочих мест и допуск

Решение на подготовку рабочих мест и на допуск выдал (должность, фамилия, подпись)	Дата, время	Подпись работника, получившего разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск
1	2	3

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались _____

Допускающий _____ Руководитель работ _____

(подпись) (наблюдающий) (подпись)

Обратная сторона наряда

Таблица 3. Инструктаж членов бригады (целевой) при первичном допуске

Члены бригады (фамилия, инициалы)	Подпись членов бригады, которые прошли инструктаж
1	2

Павловский работников, которые провели инструктаж.

Допускающий _____ Руководитель работ _____

(подпись) (наблюдающий) (подпись)

Таблица 4. Ежедневный допуск к работе и ее окончание

Бригада проинструктирована и допущена на рабочее место				Работа окончена, бригада выведена	
Наименование рабочего места	Дата, время	Подписи		Дата, время	Подписи Руководителя работ (наблюдающего)
		допускающего	Руководителя работ (наблюдающего)		

Таблица 5. Изменения в составе бригады

Работник, введенный в состав бригады (фамилия, инициалы, группа)	Работник, выведенный в состав бригады (фамилия, инициалы, группа)	Дата, время	Разрешение (подпись)
1	2	3	4

Работа полностью окончена, бригада выведена, заземления, установленные бригадой, сняты, сообщено (кому) _____
 (должность, фамилия, инициалы)

Дата _____ час _____ мин _____

Руководитель работ (наблюдающий) _____
 (подпись)

Лабораторная работа 6 ЛИКВИДАЦИЯ АВАРИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СТАНЦИЙ.

(Деловая игра)

Цель работы: ознакомление с оперативными схемами главных электрических соединений электростанций и ведение режимов основного оборудования; изучение действий персонала при ликвидации аварий в электрических распределительных устройствах электростанций; обработка навыков приемов по ликвидации аварий.

Общие сведения.

Для эксплуатации современных тепловых и атомных электростанций требуется персонал с высокой технической культурой. Будущий инженер-электрик должен иметь необходимые навыки по управлению сложными технологическими процессами электростанций, быть обучен методам и приемам ликвидации возможных аварий.

Одним из наиболее перспективных путей решения задачи по совершенствованию подготовки специалистов является освоение активных методов обучения, среди которых ведущее место занимают деловые игры. Игра представляет собой групповое упражнение по выработке последовательных решений в искусственно созданных условиях, имитирующих реальную производственную обстановку. При проведении настоящей лабораторной работы участники игры распределяются по ролям, согласно дежурному персоналу электростанции. В качестве модели объекта используется тренажер. В процессе игры студенты приобретают необходимые навыки по ликвидации аварий в электрической части станций.

Аварией называется нарушение нормальной работы электрических установок и устройств, вызвавшее перерыв электроснабжения или резкое снижение качества электроэнергии, передаваемой потребителям или повреждение основного оборудования с выводом его из работы. Аварии в электрических системах, связанные с перерывом электроснабжения, как правило, влекут за собой нарушение технологического прогресса на предприятиях, брак и недовыработку продукции, а в некоторых случаях - расстройство нормальной жизни городов и поселков.

Наиболее эффективным средством обеспечения локализации аварии и быстроты восстановления электроснабжения потребителей является наличие необходимого резерва генерируемой мощности и широкое оснащение энергосистем автоматикой (АРЧ, АРВ, АПВ, АВР, длительные защиты при качаниях и др). В ряде случаев автоматические устройства полностью восстанавливают электроснабжение, и оперативному персоналу остается только привести ключи управления коммутационными аппаратами в соответствие происшедшим автоматическим переключениям.

В других случаях аварийное состояние на электроустановках ликвидируется с помощью оперативного персонала. Наиболее серьезной и ответственной частью действий оперативного персонала является определение четкой картины того, что произошло.

По указаниям сигнальных устройств, сработавших при авариях, и измерительных приборов, а в необходимых случаях и по сообщениям о результатах осмотра отключившегося оборудования, оперативный персонал обязан составить себе четкое представление о том, что отключилось и какие участки остались без напряжения, где источник возникновения аварии, и какую опасность может представить повредившееся оборудование для персонала. Действовать необходимо без промедления, но и неторопливо, чтобы не была допущена ошибка или недоучет каких-либо элементов при составлении картины и плана ликвидации аварий, как правило, приводят к ее развитию.

Аварии на электростанциях или подстанциях могут быть связаны с потерей генерируемой мощности, потерей транзитных питающих или распределительных линий. Такие аварии требуют вмешательства диспетчерских энергосистемы (в некоторых случаях объединенной энергосистемы), которых может и должен обеспечить компенсацию потери мощности на данной станции за счет резервной мощности на других станциях, изменить конфигурацию сети для обеспечения транзитных линий или подачу питания по резервным связям.

Общим руководителем ликвидации системных аварий и в устройствах основной сети энергосистемы является оперативный диспетчер системы. Ликвидацией аварий в распределительных сетях руководит районный диспетчер городской связи. Непосредственно ликвидирует аварии дежурный персонал тех участков сети, которые затронуты аварией.

Практикой выработан ряд приемов ликвидации наиболее типичных аварий, которые отражаются в инструкциях по ликвидации аварий, имеющихся на каждой подстанции. Одним из основных разделов работы с эксплуатационным персоналом является противоаварийная тренировка, при помощи которой контролируется знание и умение персонала ориентироваться в сложных аварийных условиях.

Ниже рассмотрены примеры типичных аварий в распределительных устройствах подстанций и порядок их ликвидации.

Ликвидация аварий при исчезновении напряжения на системе сборных шин.

При коротком замыкании на сборных шинах или присоединениях к шинам, а также при коротком замыкании на отходящей линии и отказе релейной защиты линии или линейного выключателя (в том числе при его неполнофазном отключении) должны срабатывать соответственно дифференциальная защита шин (ДЗШ) или устройство резервирования при отказе выключателей (УРОВ) и отключать все присоединения повредившейся системы шин.

Если при работе ДЗШ или УРОВ один из выключателей подстанции не отключится или отключился негюлнофазно и АПВ шин действовало неуспешно, при дальнейшей ликвидации аварии следует исходить из того, что причина отключения системы шин вызвана неотключенным коротким замыканием на присоединении с неотключившимся выключателем. В этом случае необходимо отключить шинные разъединители присоединения с неотключившимся выключателем, и после осмотра распределительного устройства подать напряжение на шины от линии, оставшейся под напряжением, со стороны сети или при наличии ОРУ другого напряжения через трансформатор связи.

При исчезновении напряжения на одной из систем шин и отсутствии АПВ шин на них со стороны сети попадаетея напряжение по одной из отключившихся линий без отключения от шин выключателей, оставшихся во включенном положении после исчезновения напряжения. Если при включении выключателя возникает толчок тока с отклонением стрелки амперметра до упора при одновременном снижении напряжения, выключатель необходимо отключить, но дожидаясь защиты. После этого отключаются все

выключатели, оставшиеся включенными, и напряжение подается на шины вторично.

Если шины остались после этого под напряжением, поочередно включаются отключенные цепи вплоть до того выключателя, при включении которого обнаруживаются признаки короткого замыкания. Этот выключатель немедленно отключается, после чего продолжается восстановление схемы. Если повреждение окажется на сборных шинах, поврежденная система шин или поврежденное присоединение выводится из работы.

Ликвидация аварий при повреждении выключателей.

Наиболее ответственным оборудованием в распределительных устройствах являются выключатели. От их четкой и надежной работы во многом зависит безаварийная работа станций и подстанций. Из статических данных известно, что более половины (48-61%) всех поврежденных электрических аппаратов приходится на выключатели. Из анализа повреждений следует, что у масляных выключателей чаще всего повреждаются механизмы приводов и цепи управления, а у воздушных - клапанные системы.

Если из-за неисправности отключение масляного или воздушного выключателя окажется неуспешным, следует создать схему для разрыва тока в цепи с дефектным выключателем с помощью ШСВ или ОВ. Аналогичные действия должны быть предприняты также при неполнофазном отключении выключателя, низком уровне масла в банке масляного выключателя, повреждении камер воздушного выключателя и т.д.

Для вывода из работы поврежденного выключателя с помощью ШСВ необходимо соблюдать ПТЭ и ПТБ.

Противоаварийные тренировки в условиях станции.

Противоаварийные тренировки проводятся с оперативным персоналом станции. Они являются одной из форм обучения методам и приемам предупреждения, локализации и ликвидации аварий.

На каждой станции в течение года с каждым оперативным работником проводится не менее четырех тренировок. Для этого заранее составляются специальные тематические планы. Темы тренировок выбираются с учетом аварий и неполадок, имевших место

с аналогичным оборудованием в данной электроустановке или в схеме других станций энергосистемы. При этом принимаются к сведению «узкие места», дефекты оборудования и возможные ненормальные режимы в работе.

Тренировки, в зависимости от темы и числа участников могут быть индивидуальными (по каждому рабочему месту) и групповыми (цеховыми и общественными). В общественной тренировке участвует вахта, свободная от дежурства. Руководителем тренировки назначается инженерно-технический работник предприятия, хорошо знающий оперативную работу (начальник электроцеха, начальник смены станции). При проведении цеховых и общественных тренировок назначаются контролеры, наблюдающие за действиями отдельных участков.

Тренировки проводятся на оборудовании, которое находится в работе по специально составленным программам, в каждой из которых указывается исходная схема" электроустановки, режим ее работы, показания измерительных приборов, работа устройств сигнализации, действие автоматических устройств в период аварии, оптимальный порядок ликвидации аварии. Тренировки, как правило, проводятся на рабочих местах. Для предотвращения ошибок действия персонала контролируются. Не разрешается проводить какие-либо операции на оборудовании.

Информация об аварии во время проведения тренировки носит условный характер. Поступает она не с действующих приборов, а с тренировочных плакатов, заранее развешенных на щитах управления, панелях релейной защиты и других местах, где разворачиваются те или иные учебные события. Перед началом тренировки ее участники подробно инструктируются руководителем: излагаются обязанности контролеров, тренирующиеся изучают схему электроустановки, режим работы и другие сведения. Руководитель в процессе тренировки дополняет картину событий, сообщает участникам тренировки все интересующие их сведения, принимает сообщения персонала, ликвидирующего аварию, передает распоряжения, якобы поступившие от диспетчера, одновременно наблюдает за действием персонала и фиксирует ошибки и нарушения ПТЭ и ПТБ.

После окончания тренировки в присутствии всех участников руководитель проводит технический разбор: отмечаются правильные оперативные действия, анализируются допущенные ошибки,

нарушения правил и инструкций, персонально оценивается действие каждого работника.

Тренажер для проведения деловых игр.

В последнее время для обучения персонала выполнению переключений и ликвидации аварий используются различные тренажеры. С помощью тренажера моделируются различные аварийные ситуации и изучаются методы их устранения, что практически неосуществимо в действующих электроустановках.

Цель обучения на тренажерах: научиться решать разнообразные аварийные задачи, которые ставит перед оперативным персоналом практическая работа.

Достоинство тренажера состоит в следующем:

1. Они максимально приближают условия обучения к реальным (например, с их помощью можно проследить действие реле автоматики и защиты);

2. Исключают всякую опасность для оборудования и персонала в случае ошибочных действий;

3. Персоналу при обучении представляется возможность многократного повторения операций, пока не будут приобретены необходимые умения и навыки.

Для проведения занятий в лаборатории используется тренажер, изготовленный силами студентов. В комплект тренажера входит щит с мнемосхемой, пульт управления и телефонная связь.

Щит тренажера подвесного типа, размерами (3250x1300мм) смонтирован на общем основании. На поле щита изображена схема главных электрических соединений станции типа ГРЭС 1300МВт(5x100+300+500). Генераторы Г-1+1-5 выдают мощность на шины 110-220кВ; генераторы 300 и 500 МВт-6ГА, 6ГВ - на шины 330кВ. на напряжении 110-220кВ применена схема «две рабочие и обходная система шин с установкой шиносоединительных и обходных выключателей». Связь между напряжением 220 и ПО кВ осуществляется через автотрансформаторы 11 АГ и 12 АГ, в низшую обмотку которых включены генераторы Г-1, Г-2. связь между напряжением 220 и 330кВ - автотрансформаторная (13 АТ). На напряжении 330кВ применена полуторная схема. Показана также схема РУ собственных нужд блоков (нижняя часть щита).

Положение выключателей на схеме имитируется индикаторными лампами (горит - выключатель включен, не горит - отключен). Положение разъединителей и заземляющих ножей штекерами (снят - разъединитель отключен).

На пульте управления размещены тумблеры, с помощью которых имитируется режим работы генераторов линий и собственных нужд.

Порядок проведения деловых игр.

Учебный процесс разбит на две части - теоретическую и практическую.

Преподаватель (руководитель игр) заранее (за неделю) назначает группу студентов из 6-8 человек для проведения тренировки. На первом этапе каждый студент должен во время внеаудиторных занятий самостоятельно изучить данное методическое указание, содержание учебных задач (2,3) и методы их решения. На этом этапе рекомендуется изучение конспекта лекций по курсу и литературных источников.

Перед началом практической части занятий проводится собеседование (опрос), в процессе которого выясняется степень усвоения материала. Неподготовленные студенты к занятиям не допускаются.

Деловая игра на тренажере состоит из следующих этапов:

1. Руководитель распределяет роли участвующих в игре: НСС, НСЭ, СДЭМ, ДЩУ и т.д. заполняется заранее подготовленная табл. 1. контролеры подготавливают бланки для записи (на листе указывается Ф.И.О., должность «играющего» и «контролирующего»).

2. Участники игры подробно инструктируются руководителем (напоминаются их обязанности, указывается место, где они должны находиться и т.д.), контролеры разъясняют их роль и обязанности на каждом этапе тренировки, указывается на необходимость вести запись действий за каждым играющим.

3. Играющим дается вводная информация, сообщается схема установки режим ее работы и другие сведения. Руководитель (лично или через контролера) сообщает внешние признаки аварии: исчезло напряжение на шинах, отключились какие-то присоединения и т.п.

4. Участвующие в тренировке начинают действовать согласно их ролям. Игра проводится в быстром темпе, чтобы воссоздать эффект

«дефицита времени», который часто испытывает персонал в реальных условиях.

5. Руководитель (преподаватель) в процессе игры дополняет картину событий, сообщает участникам тренировки все интересующие их сведения, принимает сообщения персонала, ликвидирующего аварию, передает распоряжения, якобы поступившие от диспетчера, одновременно пристально наблюдает за действиями персонала и фиксирует ошибки и нарушения правил эксплуатации и техники безопасности.

6. Руководитель может прибегать к искусственному приему введения полей (частые телефонные звонки, отказ в работе средств связи, настойчивые требования потребителей срочно дать напряжение, отказ в работе коммутационного оборудования и т.д.)

7. По окончании игры руководителем проводится технический ее разбор в присутствии всех участников. Подробно рассматриваются допущенные ошибки, дается персональная оценка по четырехбалльной системе оценок каждого.

При оценке действий персонала принимается во внимание его поведение во время ликвидации учебной аварии (нерешительность, замедленность действий, подверженность действию полей, т.п.). Студент, получивший неудовлетворительную оценку за игру, должен сдать дополнительный зачет по соответствующим разделам «правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок» и «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей».

Данные по результатам игры представляются табл.1.

Таблица 1. Результаты деловой игры на тему «Ликвидация аварий в электрической части станций и подстанций».

Группа _____ от _____ 20____ г.

Играющая группа			Контролирующая группа	
Должность	Ф.И.О.	Оценка	Ф.И.О.	Оценка
НСС				
НСЭ				
ДЭМ				
ДЩУ				

Подпись преподавателя _____

Содержание отчета.

Отчет должен содержать цель работы, принципиальную однолинейную схему распределительного устройства, где проводилась противоаварийная тренировка, последовательность производства операций при ликвидации аварийного режима, таблицу с результатами деловой игры, в которой приведены распределения по должностям играющей и контролирующей группы.

Контрольные вопросы.

1. Виды аварий в электрической части станций.
2. Действия оперативного персонала при возникновении аварийного режима в РУ электростанций.
3. Последовательность операций по восстановлению нормального режима при аварийном отключении системы сборных шин.
4. Порядок переключений при замене поврежденного выключателя обходным.
5. Действия персонала при обнаружении недопустимого уровня масла в баке масляного выключателя.
6. Действия персонала при автоматическом отключении генератора его защитой.
7. Порядок включения генератора в сеть после действия защиты шин (генератор не поврежден).
8. Какова роль автоматики при ликвидации аварий (приведите пример)?
9. Действия оперативного персонала при авариях на шинах с.н. электростанции.
10. Какие мероприятия проводятся на электростанциях по профилактике аварий?

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М.: Энергия, 1978.- 224с.
2. Грудинский П.Г., Мандрыкин С.А., Улицкий М.С. Техническая эксплуатация основного электрооборудования станций и подстанций. - М.: Энергия, 1974.- 575с.

Лабораторная работа 7
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ
НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ.

Цель работы: Изучение методов включения трансформаторов на параллельную работу. Ознакомление с работой приборов. Отработка на стенде навыков проведения испытаний при включении трансформаторов электростанций и подстанций на параллельную работу.

Общие указания.

Студент должен уяснить, что при параллельной работе двух или нескольких трансформаторов должны быть выполнены следующие условия:

1. Номинальные напряжения на высокой и низкой стороне должны быть одинаковы. Допускается разность коэффициентов трансформации не более 0,5%.

2. Группы соединения обмоток должны быть одинаковы.

3. Напряжения короткого замыкания должны быть одинаковы. Допускается отклонение от среднего значения не более чем на $\pm 10\%$.

Не рекомендуется параллельная работа трансформаторов с отношением номинальных мощностей большим трёх.

Неравенство коэффициентов трансформации у параллельно работающих трансформаторов приведёт к тому, что при одинаковом первичном напряжении на трансформаторах вторичные напряжения будут различными. Если, например, включаются на параллельную работу два трансформатора с коэффициентами трансформации K_1 и K_2 , то на вторичной стороне появится разность напряжений

$$\Delta U = U_{2I} - U_{2II} = U_1 \cdot (K_{ТPI} - K_{ТPII})$$

При этом уравнивающий ток

$$I_Y = \frac{\Delta U}{Z_{ТPI} - Z_{ТPII}}$$

где $Z_{ТPI}$, $Z_{ТPII}$ - полные сопротивления обмоток трансформаторов, Ом. Эти сопротивления можно определить по известным напряжениям к.з. по формуле:

$$Z_{TP} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_H \cdot U_K}{100 \cdot U_H}$$

где I_H, U_H - номинальные ток и напряжение во вторичных обмотках трансформатора.

Коэффициент трансформации может быть при необходимости изменен, если эксплуатационные условия требуют этого.

Относительное значение уравнивающего тока можно определить на примере параллельной работы двух одинаковых однофазных трансформаторов с одинаковыми напряжениями короткого замыкания $U_K=5\%$ и имеющих вторичные Э.Д.С. отличные друг от друга на $\Delta U=5\%$.

Номинальный и уравнивающий токи определяются следующими выражениями:

$$I_H = \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U_H}{Z_K}, \quad I_{YP} = \frac{\Delta U}{100} \cdot \frac{U_K}{2 \cdot Z_K},$$

Откуда $\frac{I_{YP}}{I_H} = \frac{\Delta U}{2 \cdot U_K} = \frac{5}{2 \cdot 5} = 0,5$, т.е. уравнивающий ток составляет

50% от номинального.

Таким образом, при отсутствии нагрузки трансформаторы уже оказались нагруженными токами, равными половине номинальных. Совершенно очевидно, что при таких условиях использовать полную мощность трансформаторов нельзя, так как при полной нагрузке они, окажутся перегруженными и в случае продолжительной работы выйдут из строя. Если бы коэффициенты трансформации были отличными в большей мере, то уравнивающий ток оказался бы ещё большим.

Группа соединений обмоток определяется фазовым сдвигом векторов линейных и фазных напряжений первичных и вторичных обмоток. Исходной является векторная диаграмма напряжений на первичной стороне.

Наиболее распространённые группы соединения обмоток трёхобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов следующие:

чётные группы $\Delta/\Delta/\Delta-0-0$

нечётные группы $Y_0/\Delta/\Delta-11-11, Y_0/Y_0/\Delta-0-11$.

Наиболее распространённые группы соединения первичных и вторичных обмоток двухобмоточных трансформаторов:

Y/Y_0-0 ; $Y/Y-6$; $\Delta/\Delta-0$; $\Delta/\Delta-6$; $Y/\Delta-11$; $Y/\Delta-5$.

Группа соединения обмоток обозначена на щитке трансформатора и в проверке не нуждается. Группы соединений отличные от стандартных могут быть получены при соединении однофазных трансформаторов в трёхфазную группу.

При включении на параллельную работу трансформаторов с разными группами, соединения в лучшем случае возникает расхождение векторов напряжения на 30° , что вызывает уравнивающие токи, в 3-5 раз превышающие номинальные токи трансформаторов.

Трансформаторы с чётными группами соединений, включаться на параллельную работу с трансформаторами у которых нечётная группа соединений не могут. Недопустимо включение групп 12, 4 и 8 с группами 6, 10 и 2.

Неравенство напряжений короткого замыкания вызовет распределение нагрузки между параллельно включёнными трансформаторами, не пропорциональное их номинальным мощностям.

Гели напряжения короткого замыкания неравны, то будут неодинаковы потери напряжения в трансформаторах, а следовательно напряжения на вторичных обмотках. В следствие чего появляется уравнивающий ток I_Y как и при неравенстве коэффициентов трансформации у параллельно работающих трансформаторов.

У трансформаторов с различными мощностями не одинаковые активные и реактивные составляющие напряжения короткого замыкания (U_K). Чем больше отличаются мощности друг от друга, тем больше различия в составляющих U_K . Поэтому вторичные напряжения двух трансформаторов работающих параллельно могут быть не одинаковы, что приводит к появлению уравнивающих токов.

Стенд для исследования режимов работы трансформаторов.

В лаборатории для исследования режимов работы трансформаторов используется стенд, который включает в себя трансформаторы T_1 и T_2 .

Трансформатор T_1 , мощностью 1,6 МВА, напряжением 220/127В, схема соединения Y/Y_0 .

Трансформатор T_2 , мощностью 2,5 МВА, напряжением 220/127В, схема соединения $Y/Y-0$.

На передней панели изображены шины А, В, С 380В и шины А, В, С-5В (используются в опыте короткого замыкания трансформаторов). На стенде представлены выводы трансформаторов Т₁ и Т₂, т.е. их первичных и вторичных обмоток. Для включения на параллельную работу трансформаторов имеются соединительные шины, выводы которых представлены на панели. Для снятия значений напряжения при различных режимах работы трансформаторов и режимов их работы на стенде представлены вольтметры PV(500В). PV(250В).

При исследовании работы трансформаторов в режиме х.х. и к.з. используется комплект К505 - предназначенный для измерений силы тока, напряжения и мощности в однофазных и трёхфазных трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока при равномерной и неравномерной нагрузке фаз.

Порядок выполнения работы.

Ознакомиться со стендами для исследования режимов работы трансформаторов.

Собрать схему (подключить трансформаторы Т₁ и Т₂, к сети 380В) и определить коэффициент трансформации трансформаторов с помощью вольтметров. Данные занести в табл.7.1.

Таблица 7.1 - Результаты измерений для определения коэффициента трансформации трансформаторов.

	U_{AB}, B	U_{BC}, B	U_{AC}, B	u_{ab}, B	u_{bc}, B	u_{ac}, B	K_{TAB}	K_{TBC}	K_{TAC}	K_T
T ₁										
T ₂										

Разность коэффициентов трансформации

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot 100$$

Выполнить опыт холостого хода трансформаторов.

Собрать схему (рис 7.1) для подачи напряжения 380В через прибор

К-505 на первичную обмотку трансформатора T_1 , при разомкнутой вторичной обмотке (подключить генератор к сети, нагрузку к трансформатору). Подать напряжение на стенд, пользуясь схемой включения приборов измерить I , P в каждой фазе, аналогично проделать опыт холостого хода для трансформатора T_2 . Результаты занести в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 - Результаты измерений при выполнении опыта холостого хода трансформатора

Обозначения	I_0A	I_0B	I_0C	I_0	P_0A	P_0B	P_0C	P_0
	А	А	А	А	Вт	Вт	Вт	Вт
T_1								
T_2								

$$P_0 = \frac{P_0A + P_0B + P_0C}{3}; \quad I_0 = \frac{I_0A + I_0B + I_0C}{3}.$$

По данным опыта холостого хода определяют потери в стали, полное Z_0 , активное r_0 , и реактивное x_0 сопротивление трансформаторов при холостом ходе.

$$P_{CT} = P_0, \quad Z_0 = \frac{U_1}{I_0}, \quad r_0 = \frac{P_0}{I_0^2}, \quad x_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}.$$

Выполнить опыт короткого замыкания трансформаторов.

Если на первичную обмотку трансформатора, при закороченной вторичной подавать номинальное первичное напряжение, то этот опыт будет сопровождаться большими бросками тока, что приведёт к чрезмерному нагреву обмоток трансформатора и созданию больших механических усилий, действующих на провода обмоток.

Для проведения опыта короткого замыкания следует вторичные выводы трансформатора T , закоротить, на первичные подать через К-505 напряжение с шин 5В (рис 7.2).

1. Снять величины значений U_K, I_K, P_K .
2. Результаты измерений занести в табл. 7.3

3. По данным опыта короткого замыкания определим полное Z_K , активное R_K и реактивное X_K , сопротивление, $\cos\varphi_K$, по следующим формулам:

$$Z_K = \frac{U_K}{I_K}; \quad R_K = \frac{P_K}{I_K^2}; \quad X_K = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2}; \quad \cos\varphi_K = \frac{P_K}{U_H \cdot I_K}$$

Результаты вычислений заносим в табл. 7.3.

Таблица 7.3 – Результаты измерений при выполнении опыта короткого замыкания трансформаторов.

Обозначения	$U_K, В$	$I_K, А$	$P_K, Вт$	$Z_K, Ом$	$R_K, Ом$	$X_K, Ом$	$\cos \varphi_K$
T ₁							
T ₂							

Определить группу соединения трансформаторов.

Производится определение группы соединения трансформаторов графическим методом. Для этого устанавливается перемычка между выводами А и а, служащей для обеспечения электрической связи обмоток высокого и низкого напряжения U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} и в масштабе строится диаграмма линейных напряжений обмотки высокого напряжения (рис.7.3).

Для нахождения точек b и c измеряются напряжения U_{Bb} , U_{bc} , U_{cb} , U_{cc} и в принятом масштабе с помощью циркуля засечками определять положение точек b и c.

По векторной диаграмме устанавливается группа соединения обмоток.

Группа соединений, определяется углом сдвига между первичным и вторичным напряжением трансформатора. Угол сдвига принимается 30° .

Произвести фазировку трансформатора.

Под фазировкой трансформаторов понимают отыскание в трёхфазной системе одноимённых фаз, между которыми не должно быть разности напряжения.

Для проведения фазировки трансформаторы T_1 , и T_2 , подключаются к сети, перемежаются выводы a_1 , a_2 , на первичные обмотки трансформаторов подаётся одинаковое напряжение (380В). При помощи вольтметра V , необходимо убедиться в правильности фазировки трансформатора. Должны выполняться условия: $U_{b1,b2} = 0$; $U_{c1,c2} = 0$; $U_{b1,c2} = U_L$; $U_{c1,b2} = U_L$.

Произвести включение трансформаторов T_1 , и T_2 , на параллельную работу.

Проведённые проверки условий параллельной работы и фазировка трансформаторов позволяет включить трансформаторы T_1 , и T_2 , на параллельную работу. Собрать схему для включения трансформаторов на параллельную работу, подать напряжение и замерить напряжение на первичных и вторичных обмотках, уравнивательные токи на вторичной стороне между T_1 , и T_2 , при помощи прибора К-505.

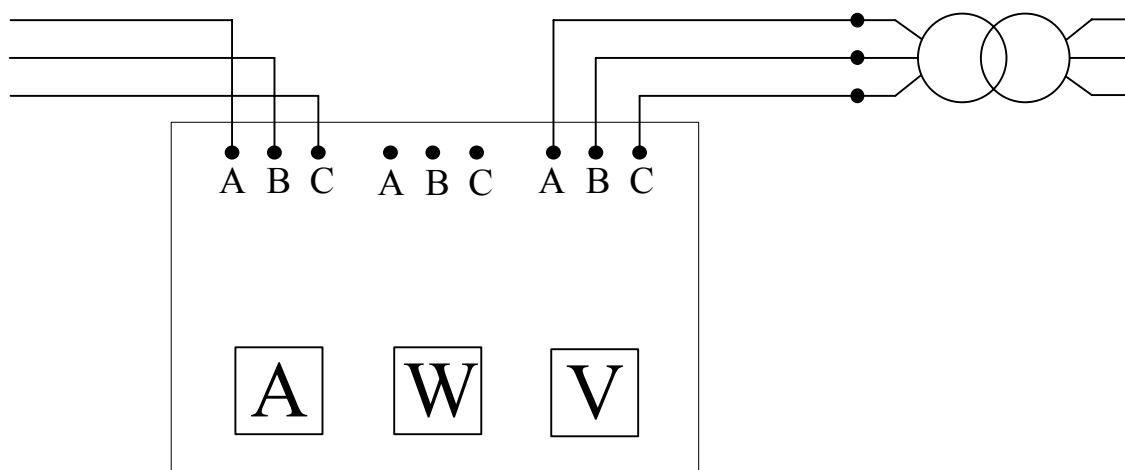


Рисунок 7.1 - Схема для выполнения опыта холостого хода трансформатора.

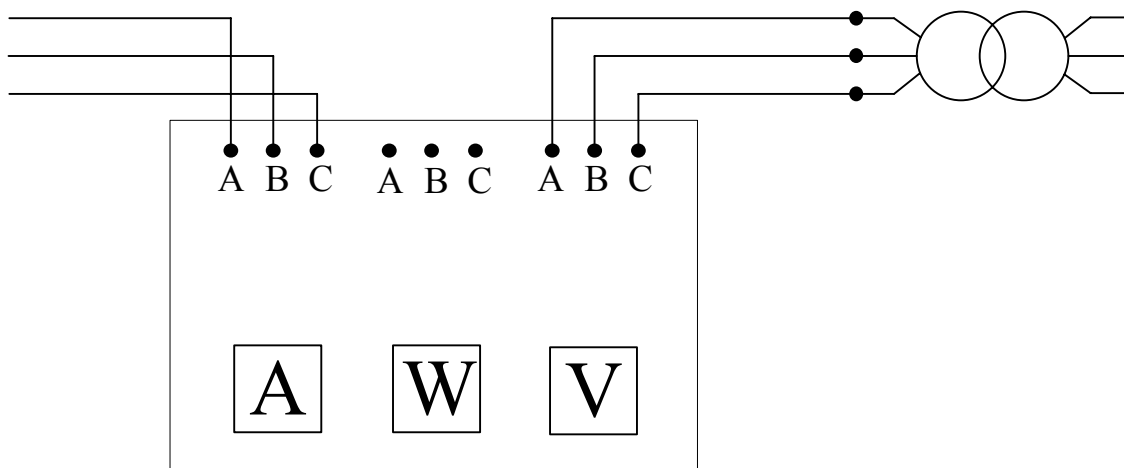


Рисунок 7.2 - Схема для выполнения опыта короткого замыкания трансформатора.

- $U_{AB} =$
- $U_{ab} =$
- $U_{Bb} =$
- $U_{cb} =$
- $U_{Bc} =$
- $U_{Cc} =$

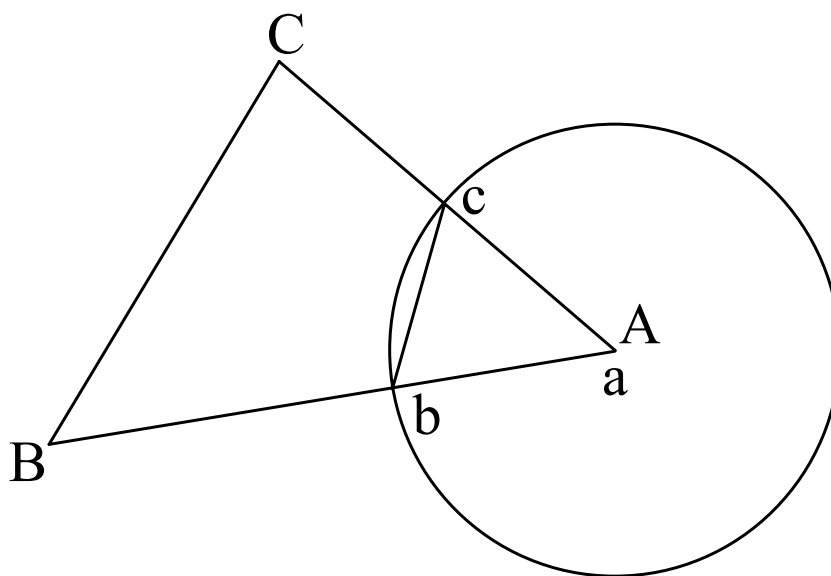


Рисунок 7.3 - Определение группы соединения трансформаторов графическим методом.

Содержание отчёта.

Отчёт должен содержать:

1. Цель работы.
2. Схемы, используемые в работе.
3. Результаты замеров.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы.

1. Допустимые отклонения параметров при включении трансформаторов на параллельную работу.
2. К каким последствиям приводит несоблюдение равенства коэффициентов трансформации и напряжений к.з. при включении трансформаторов на параллельную работу?
3. Какие существуют группы соединения трансформаторов, с какими группами можно включать трансформаторы на параллельную работу?
4. Назовите способы изменения равенства коэффициентов трансформации при эксплуатации трансформаторов.
5. В чём сущность опыта х.х. трансформатора, на что указывает ω , PQ в эксплуатации трансформаторов?
6. В чём сущность опыта к.з. трансформаторов? На что указывает изменение P , в эксплуатации трансформаторов?
7. Как определяется группа соединения трансформаторов графическим методом?
8. Что такое фазировка трансформаторов? Как и в каких случаях она проводится?
9. Почему перед проведением фазировки трансформаторов T_1 и T_2 используемых в лабораторной работе, необходимо установить перемычку на выводах одноимённых фаз?

Лабораторная работа 8

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: изучение основных эксплуатационных режимов работы асинхронных электродвигателей, определение состояния изоляции, пуск двигателя, исследование работы двигателя на двух фазах и на пониженном напряжении.

Общие указания.

Трёхфазные асинхронные двигатели находят самое широкое применение в различных областях техники. Не менее 90% всех электродвигателей, применяемых в народном хозяйстве, являются асинхронными. Такое широкое использование эти двигатели получили благодаря простоте конструкции и надёжности в работе. В устройствах автоматики они применяются главным образом для привода механизмов собственных нужд электрической станции, требующих регулирования частоты вращения.

Принцип действия трёхфазного двигателя основан на способности трёхфазной обмотки при включении её в сеть трёхфазного тока создавать вращающееся магнитное поле. Частота вращения этого поля n , или синхронная частота вращения (об/мин) прямо пропорциональна частоте переменного тока f_1 и обратно пропорциональна числу пар полюсов P трёхфазной обмотки: $n_1 = f_1 \cdot 60 / P$, где для частоты $f_1 = 50$ Гц ниже приведены некоторые синхронные частоты вращения магнитного поля.

Если необходимо изменить направление вращения магнитного поля, то изменяют порядок следования фаз трёхфазной системы токов /меняют местами фазы/, подводимых к трёхфазной обмотке. Число полюсов асинхронного двигателя определяется конструкцией обмотки статора, при этом число полюсов ротора равно числу полюсов статора.

При включении обмотки статора в трёхфазную сеть возникает магнитное поле, вращающееся с синхронной частотой n_1 . Поле сцепляется с обмоткой ротора и индуцирует в его стержнях электродвижущие силы, направление которых определяют по правилу «правой руки». Обмотка ротора замкнута, поэтому ЭДС, наведённые в стержнях этой обмотки, создадут в них токи. В результате взаимодействия токов в роторе с вращающимся полем

статора на стержнях ротора создаются электромагнитные силы $F_{ЭМ}$, направление которых определяют по правилу «левой руки». Совокупность электромагнитных сил $F_{ЭМ}$ образует на роторе электромагнитный момент M , под действием которого ротор приводится во вращение с частотой n_2 в направлении вращения магнитного поля статора. Вращение ротора через вал передаётся рабочему механизму. Таким образом, электрическая энергия, поступающая из сети в обмотку статора, преобразуется в асинхронном двигателе в механическую энергию.

Отличительный признак асинхронного двигателя состоит в том, что частота вращения n_2 ротора меньше синхронной частоты вращения n_1 магнитного поля статора, т.е. $n_2 < n_1$, частотой скольжения $n_s = n_1 - n_2$. При этом скольжение: $S = (n_1 - n_2) / n_1$. Скольжение асинхронного двигателя может изменяться в диапазоне от 0 до 1 т.е. 0-100%. Если $S=0$, то это режим х.х., а если $S=1$, то это режим короткого замыкания (к.з.).

Скольжение, соответствующее номинальной нагрузке двигателя, называется номинальным скольжением. Для асинхронных двигателей малой и средней мощности номинальное скольжение изменяется в пределах от 0,08 до 0,02, т.е. 2-8%.

В процессе эксплуатации имеет большое значение контроль состояния изоляции асинхронного двигателя. Изоляция является одним из важнейших элементов электрооборудования, непосредственно определяющим надёжность его работы. Пробой или перекрытие изоляции приводит к нарушению работы асинхронного двигателя. Увлажнение, загрязнение, старение- характеристики изоляции. Изоляция, имеющая свойство впитывать влагу (бумага, электрокартон, лакоткань) при увлажнении резко снижает свою электрическую прочность. Поэтому в процессе эксплуатации необходимо периодически контролировать состояние изоляции.

В условиях лаборатории представлении двигатель, имеющий следующие данные:

- тип-МКТН-112-6;
- трёхфазный, частота 50Гц, мощность 4,5 кВт;
- статор Y-Δ 380/220В – 12,7/22А;
- скорость вращения 900 об/мин;
- вес 85 кг.

На стенде для проведения испытаний выведены обмотки двигателя.

В работе используются следующие приборы:

- вольтметр Э-378, диапазон 0-500 В;
- амперметр Э-378, диапазон 0-30 А;
- миллиамперметр М4200, диапазон 0-100мА – В₂ 1,5;
- трансформатор тока - лабораторный.

Порядок выполнения работы.

Лабораторная работа выполняется в следующей последовательности:

Ознакомиться со стендом для исследования режимов работы асинхронного двигателя;

Измерить сопротивление изоляции двигателя. Измерение сопротивления изоляции каждой фазы относительно заземлённого корпуса проводится мегомметром напряжением 500В. Согласно ГОСТ сопротивление изоляции при температуре +75⁰ должно быть

$$R_{60} = \frac{U_{НОМ}}{100 + 0,01 \cdot P}$$

но не менее 0,5 МОм, где R₆₀ - сопротивление изоляции, МОм, измеренное после приложения напряжения мегомметра в течение 1 мин; U - номинальное напряжение, В; P - номинальная мощность машины, кВт.

Для приведения измеренного сопротивления к температуре 75⁰С рекомендуется считать, что сопротивление снижается в 2 раза при повышении температуры изоляции на 20⁰С . Данные рекомендуется свести в таблицу.

Таблица 8.1 - Результат определения сопротивления изоляции электродвигателя

Фазы	R, измеренное мегомметром, МОм	R, приведенное к температуре +75 ⁰ С, МОм	R, допустимое (рассчитанное по формуле), МОм
А			
В			
С			

Определение полярности обмоток.

При проверке электрической машины необходимо определить полярность обмоток и правильность заводской маркировки выводов. Однополярными выводами обмоток считаются такие, которые при наличии потока в магнитопроводе (условно - от любого другого источника) имеет один и тот же знак ЭДС. Если присоединить плюс источника постоянного тока к началу первой обмотки, а плюс гальванометра поочередно к началу второй и третьей обмоткам, то в момент замыкания цепи источника постоянного тока, гальванометр в случае правильной их маркировки будет отклоняться влево, при размыкании - наоборот. Аналогично проверка производится присоединением источника к другим обмоткам.

Пуск двигателя на напряжении 380В.

Собрать схему пуска двигателя с помощью контактора. Изучить работу схемы. Осуществить пуск двигателя. Зафиксировать пусковые и рабочий ток.

Работа двигателя на двух фазах.

Отключить в работе рубильником одну фазу двигателя. Убедиться в ненормальной работе двигателя. Записать ток. Осуществить пуск двигателя на двух фазах. Убедиться в невозможности такого пуска.

Пуск двигателя на напряжении 220В.

Собрать схему пуска двигателя на напряжении 220В. Осуществить пуск двигателя включением вводного автомата. Записать рабочий ток двигателя. Трансформатор 380/220В запитать от верхних клемм автомата 380В на стенде "Режимы двигателей".

Содержание отчета.

Отчёт должен содержать:

1. Цель работы.
2. Схемы, используемые в работе.
3. Результаты замеров.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы.

1. Конструктивные особенности синхронных и асинхронных двигателей переменного тока.
2. Как определить полярность обмоток двигателя?
3. Почему за номинальное принимается сопротивление изоляции двигателя, приведённое к температуре 75°C?
4. Объясните схему управления двигателем с помощью контактора.
5. Почему не разрешается работа двигателя на двух фазах?
6. Как влияет режим работы электродвигателя на понижение напряжения и частоты в питающей сети?

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М.:Энергия, 1978.-224с.
2. Сыромятников Н.А. Режимы работы синхронных и асинхронных двигателей. 4-е изд., перераб. И доп.-М.:Энергоиздат,1984.-550с.
3. Грудинский П.Г.,Мандрыкин С.А. Техническая эксплуатация основного электрооборудования станций и подстанций.- М.:Энергия,1974.-575с.
4. Кауман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств.-М.:Высшая школа,1987.-335с.
5. Копылов И.П. Электрические машины: учебник для вузов.- М.:Энергоиздат,1986.-360с.
6. Мусаэлян Э.С. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций.- М.:Энергоиздат, 1988.-504с.

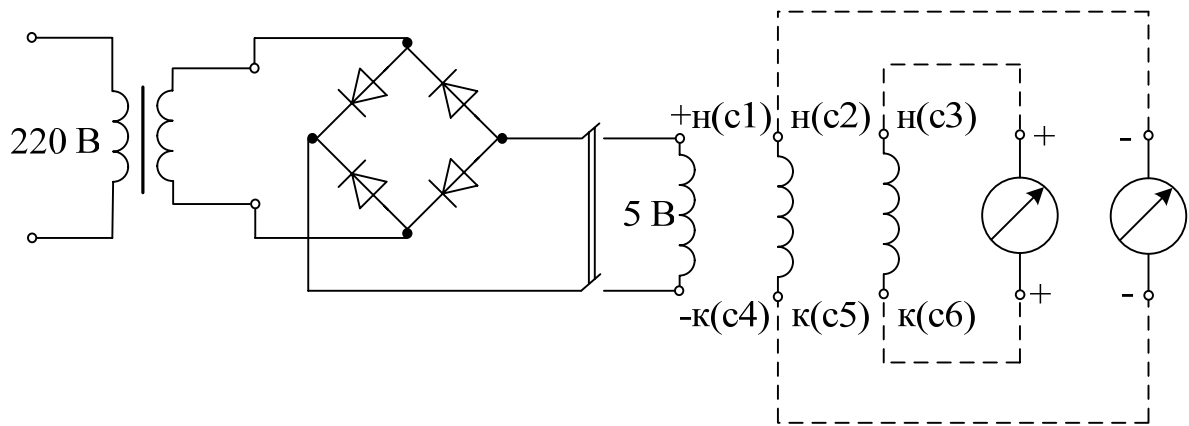


Рисунок 8.1 - Схема измерения полярности обмоток электродвигателя

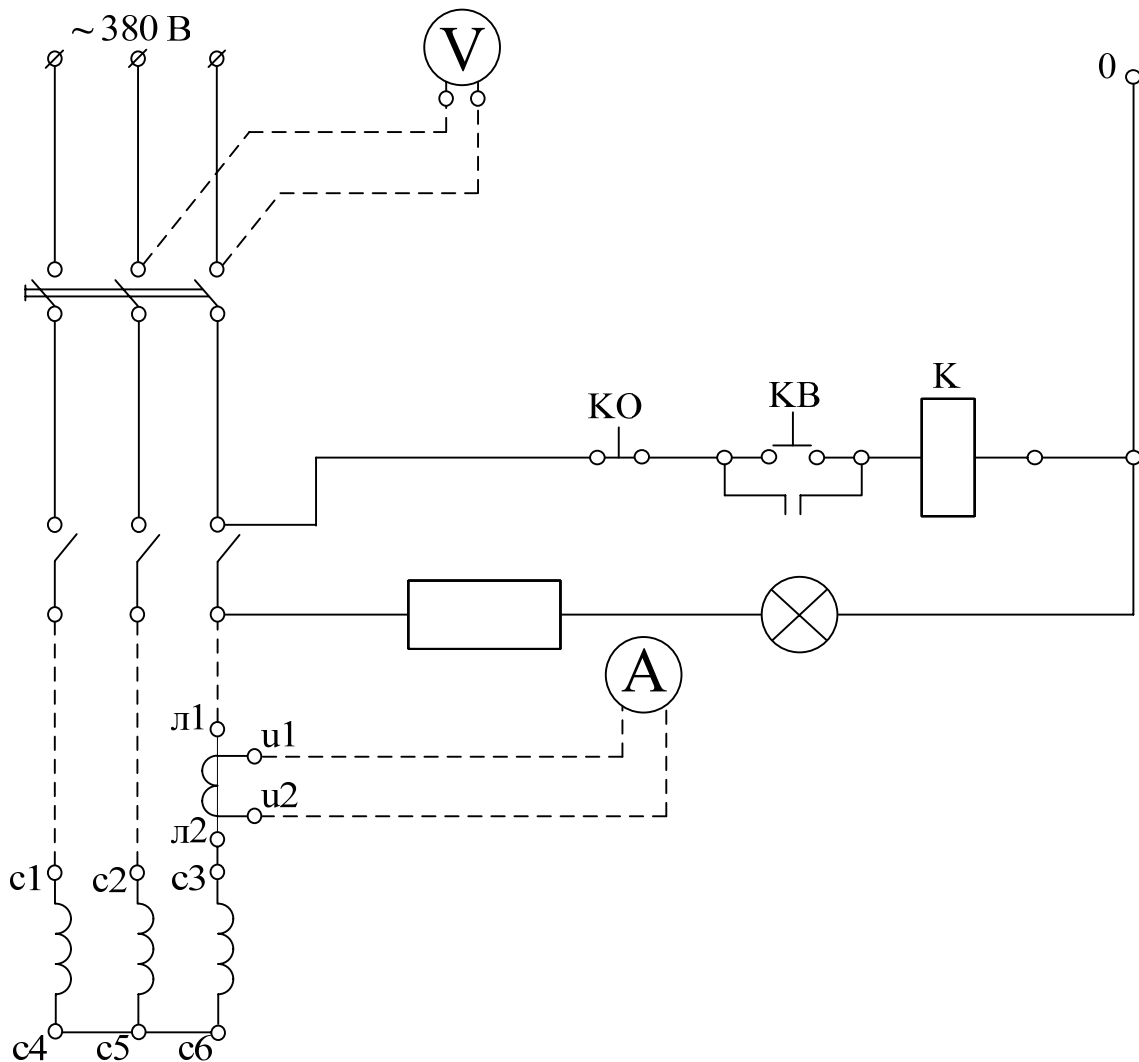


Рисунок 8.2 - Принципиальная схема пуска электродвигателя

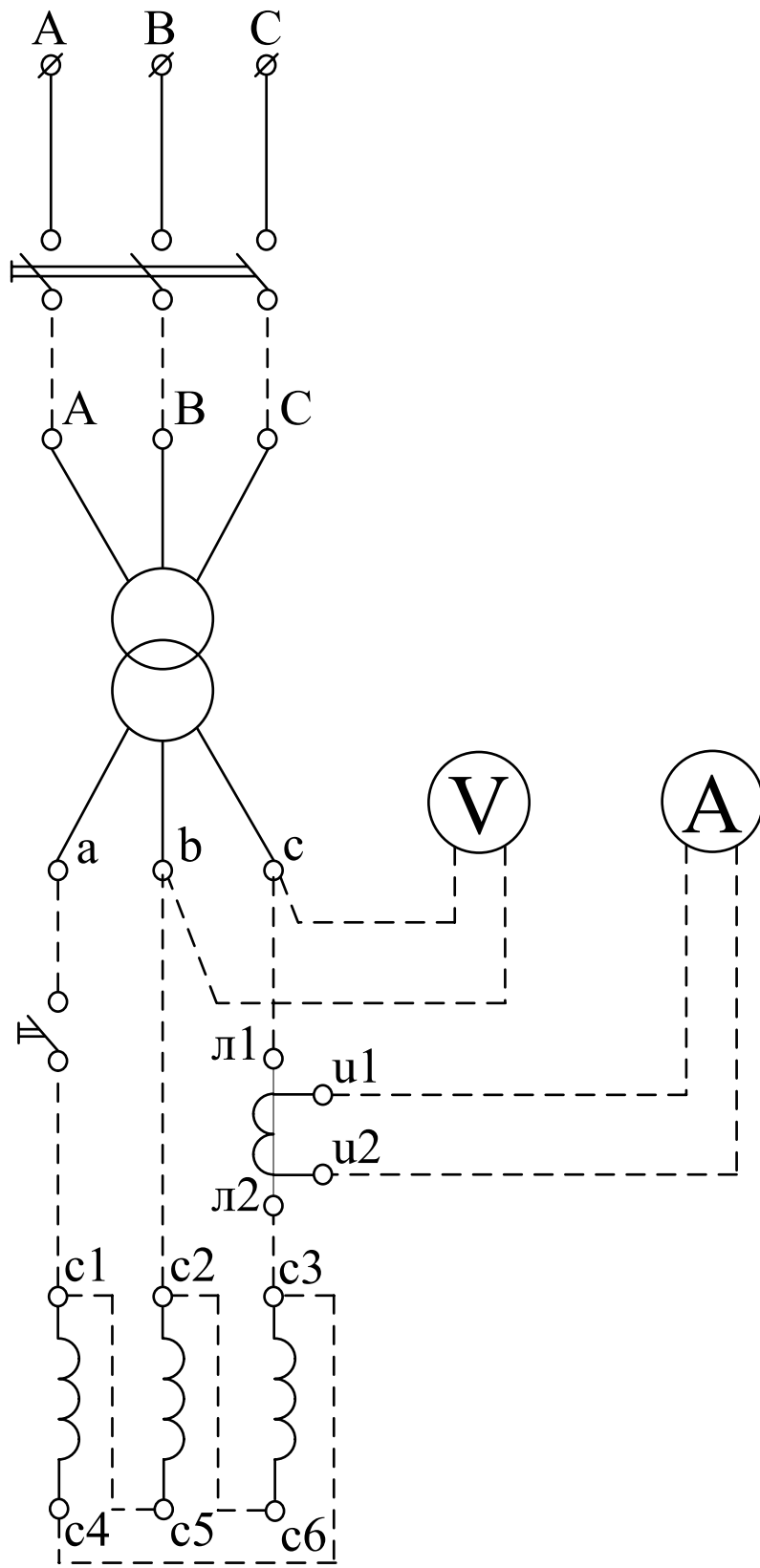


Рисунок 8.3 - Схема для исследования работы электродвигателя при напряжении 220В и на двух фазах.

Лабораторная работа 9

ОПЕРАТИВНАЯ РАБОТА В СХЕМЕ РУ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ С ОБХОДНОЙ СИСТЕМОЙ СБОРНЫХ ШИН.

Цель работы: изучить оперативные переключения и получить навыки оперативной работы в схемах РУ 110-220кВ с обходной системой шин.

Задание для проведения лабораторной работы.

1. Нормально-эксплуатационная схема подстанции 110 кВ с одной рабочей секционированной системой шин с обходной системой шин (СШ) (стенд «Оперативные переключения»). Все линии и трансформаторы в работе, ОВ-110 на АВР. Произошло резкое снижение уровня масла в выключателе линии 1 (Л1). Вывести в ремонт выключатель Л1 с сохранением питания потребителей по Л1. Составить бланк переключений.

2. Стенд «Оперативные переключения», нормально-эксплуатационная схема ГРЭС: I и II СШ 110 кВ в работе; все линии и генераторы включены; ОВ-110, ШСВ-110 отключены, схемы разобраны. При осмотре обнаружены сколы на колонках выключателя блока 1. Вывести выключатель блока 1 с сохранением в работе блока. Составить бланк переключений.

3. В схеме ОРУ-110 кВ (стенд «Организация работ») блок и линия в работе. ОШСВ-110 включен и работает в качестве ШСВ-110. При выводе в ремонт блока выключатель 110 кВ не отключается. Вывести в ремонт выключатель блока 1 с переводом на ОВ-110.

4. В схеме ОРУ-110 кВ (стенд «Организация работ») блок и линия в работе. Блок питается через ОШСВ-110. Перевести питание блока с ОШСВ-110 на собственный выключатель. ОШСВ-110 вывести в ремонт и заземлить.

Порядок выполнения работы.

1. Каждому студенту необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание на проведение лабораторной работы.

2. На стенде восстановить нормально-эксплуатационную схему работы РУ с указанием положения выключателей и разъединителей.

3. Составить бланк переключений по установленной форме.

4. На мнимой схеме проделать в определенной последовательности оперативные переключения согласно бланку переключений.

Общие сведения.

Схемы РУ с обходной системой шин (ОСШ) применяются на напряжении 110-220кВ.

Схема одна рабочая секционированная выключателями и обходная система шин (рис. 9.1) применяется на подстанциях напряжением 110-220кВ при пяти и более присоединениях, обычно при парных ЛЭП. При этом используется секционный (СВ) и обходной выключатель (ОВ).

В схемах электрических соединений электростанций напряжением 110-220кВ применяется схема с двумя рабочими и обходной системой шин, с установкой ШСВ и ОВ (рис. 9.2).

Схема две рабочие секционированные выключателями и обходная система шин с двумя ШСВ и двумя ОВ применяется на напряжении 110-220кВ при необходимости снижения тмшв КЗ и при числе присоединений более 15.

С целью экономии выключателей в РУ с одной системой СШ и ОСШ применяют совмещение ОВ и СВ, используя один обходной секционный выключатель (ОСВ). А в схемах с двумя системами СШ применяют совмещение ОВ и ШСВ, используя один обходной шиносоединительный выключатель (ОШСВ). Варианты совмещения приведены на рис. 9.3.

В схемах РУ с ОСШ ШСВ используется при переводе соединений с одной системы шин на другую, а ОВ для замены при повреждении или ремонте одного из выключателей присоединений.

В схемах РУ с двумя рабочими и ОСШ в нормальном режиме часть присоединений включены на Ис.ш., другая часть на Пс.ш. Обходная система шин без напряжения.

Схема ШСВ собрана в зависимости от режима работы системы.

Для перевода работающих присоединений с одной системы сборных шин на другую, в РУ с двумя системами сборных шин оперативному персоналу необходимо выполнить операции по переключению в следующей последовательности:

1. Установить накладку дифф. защиты шин (ДЗШ) в положение - Фиксация нарушена», установить накладку в положение «Запрет АПВ от ДЗШ» (обычно АПВ шин устанавливается на одной из линий);

2. Включить ШСВ, если он был отключен, убедиться в его включении по амперметру на месте установки;

3. Включить шинные разъединители присоединения, которое переводится на одну СШ и отключить от другой;

4. ДЗШ переводятся в нормальное состояние, «ДЗШ с фиксацией», вводятся в работу «АПВ шин».

Все эти операции записываются в бланк переключений. Кроме операций с коммутационными аппаратами («включить», «отключить») в бланк переключений заносятся проверочные операции («убедиться в отключении, включении разъединителя» и т.д.), операции по снятию и установке оперативного тока, блокировки, заземлений. Перед установкой заземления обязательно записывается операция «Проверить отсутствие напряжения» с конкретным указанием места.

Для вывода выключателя любого присоединения в ремонт без перерыва питания потребителей по данному присоединению (замена выключателя обходным) необходимо:

1. Собрать схему ОВ на систему шин, с которой питается присоединение;

2. Опробовать ОСШ: с минимальной выдержкой времени включить и отключить ОВ;

3. При отключенном ОВ и снятом с него оперативном токе включить обходной разъединитель присоединения;

4. Подать оперативный ток на ОВ и включить его (запитать присоединение через два выключателя: его собственный и ОВ);

5. Перевести защиту присоединения на ОВ;

6. Отключить выключатель присоединения, разобрать его схему линейными и шинными разъединителями, при необходимости установить заземления.

В схемах РУ с одной или двумя системами сборных шин, содержащих совмещенные выключатели (ОСВ, ОШСВ), если один из них выполнял роль секционного (СВ) или шиносоединительного (ШСВ) при замене выключателя присоединения обходным необходимо:

1. Отключить ОСВ, ОШСВ, снять с них оперативный ток;

2. Отключить и включить соответствующие разъединители (тем самым подготовить ОСВ, ОШСВ для работы в качестве ОВ);

При этом, если ОСШ была под напряжением, ее опробование включением ОВ производить не следует.

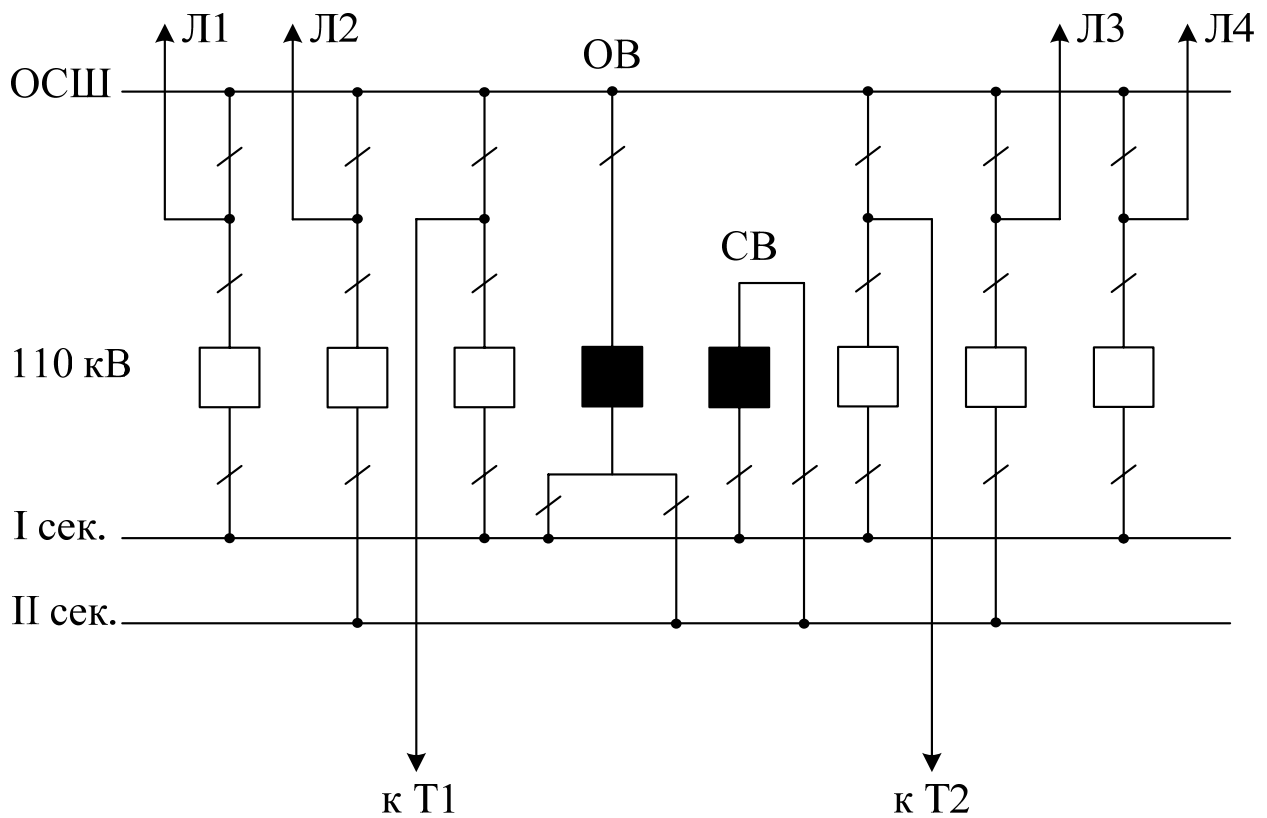


Рисунок 9.1- Принципиальная схема РУ с одной рабочей, секционированной выключателем и обходной системой шин с двухрядным расположением секций.

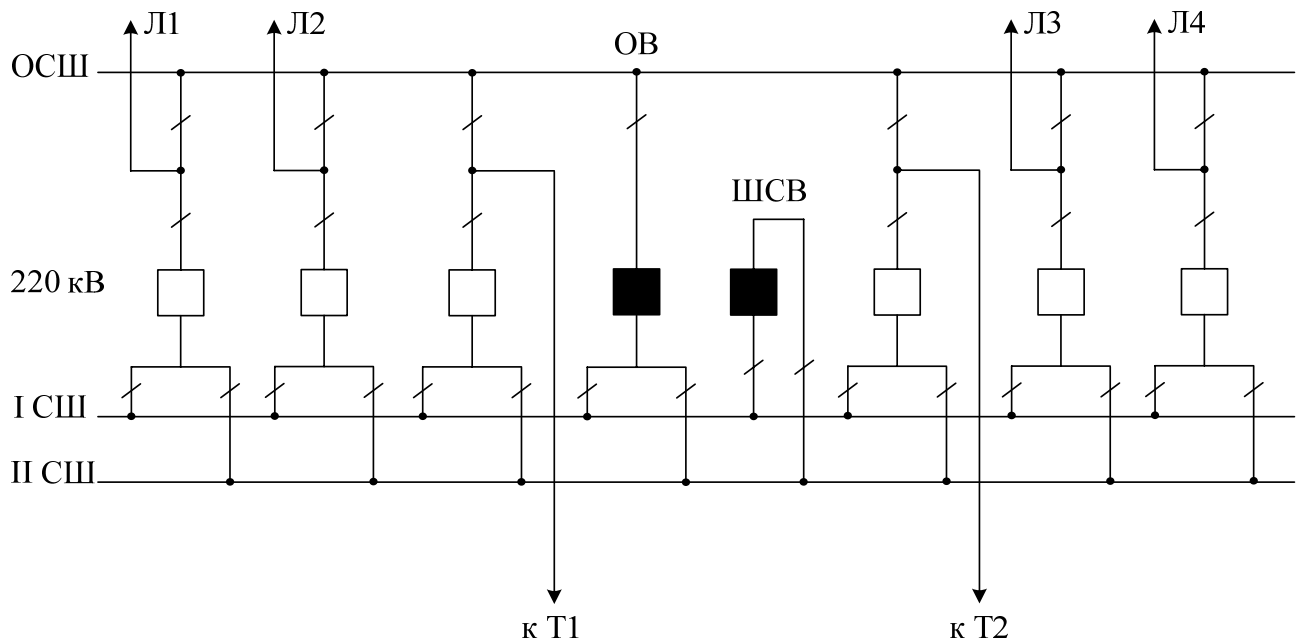


Рисунок 9.2 - Принципиальная схема РУ с двумя рабочими и обходной системой шин.

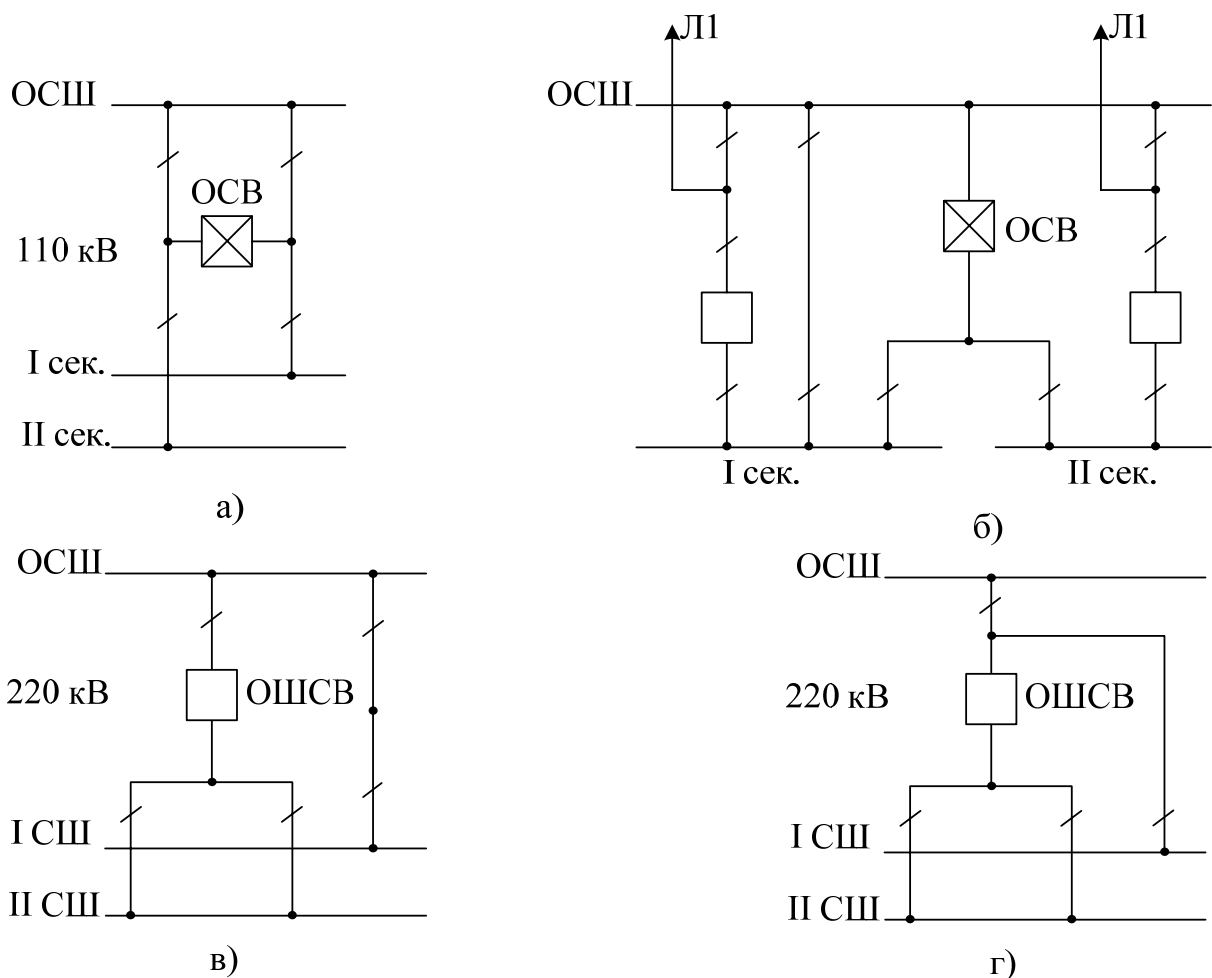


Рисунок 9.3- Принципиальная схема совмещения секционного и обходного выключателя (получение ОСВ); шиносоединительного и обходного выключателя (получение ОШСЗ):

- а - одиночная секционированная СШ двухрядным расположением секций;
- б - одиночная секционированная СШ однорядным расположением секций;
- в - схема с двумя рабочими и обходной СШ (перемычка с двумя разъединителями);
- г - схема с двумя рабочими и обходной СШ (перемычка с одним разъединителями).

Содержание отчета.

Отчет должен содержать: цель работы; нормально-эксплуатационную и ремонтную схему РУ (фрагмент) с указанием положения коммутационных аппаратов, их диспетчерское наименование (раз. Л1 Ис.ш. 110кВ, В Л1 и т.д.); бланк переключений, заполненный чернилами по установленной форме (форма бланка переключений приведена в лабораторной работе 5).

Контрольные вопросы.

1. В каких случаях применяются схемы РУ с обходной системой сборных шин?
2. Назначение ОВ и ШСВ в схемах РУ с обходной системой сборных шин.
3. С какой целью применяется совмещение ОВ и ШСВ? Варианты совмещения.
4. Порядок перевода присоединений с одной системы шин на другую.
5. Порядок вывода в ремонт выключателя любого присоединения с заменой выключателя присоединения.

Список литературы.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- М: Энергия, 1978.-224с.
2. Типовая инструкция по производству переключений в электрических распределительных устройствах электрических станций и подстанций.- М.: Энергоиздат, 1978.
3. Филатов А.А. Ликвидация аварий в главных схемах электрических станций и подстанций.- М.: Энергоатомиздат, 1983.

Перечень индивидуальных заданий студенту
на проведение лабораторной работы №9.

При выполнении индивидуальных заданий студент должен по принципиальной схеме разработать нормально-эксплуатационную (фрагмент) соответствующего РУ ПО или 220 кВ с указанием положения коммутационных аппаратов присоединений и диспетчерскими наименованиями. Схема должна быть вычерчена аккуратно с соблюдением всех норм и требований. Должен быть приведен бланк переключений, заполненный по установленной форме (форма бланка переключений приведена в лабораторной работе 5).

Перечень индивидуальных заданий может быть следующий:

1. Вывести в ремонт I сек. (рис 9.1) и заземлить.
2. Вывести в ремонт II сек. (рис 9.1) и заземлить.
3. Вывести в ремонт выключатель Л1 (рис 9.1).
4. Вывести в ремонт выключатель Л2 (рис 9.1).
5. Вывести в ремонт I с.ш. (рис 9.2) и заземлить.
6. Вывести в ремонт II с.ш. (рис 9.2) и заземлить.
7. Вывести в ремонт выключатель Л1 (рис 9.2).
8. Вывести в ремонт выключатель Л2 (рис 9.2).
9. Вывести в ремонт Т1, показать фрагмент нормально-эксплуатационной и ремонтной схемы (рис 9.2).
10. Разработать нормально-эксплуатационную схему питания Л1 с I сек. (рис 9.3а).
11. Привести нормально-эксплуатационную схему (рис 9.3б). Вывести в ремонт ВЛ2.
12. Разработать схему питания трансформатора Т-1. Вывести его в ремонт (рис 9.3в).
13. Разработать схему питания блока 200 МВт по схеме 9.3г. Вывести выключатель блока без его остановки.
14. В схеме 9.3в ОШСВ - включен (в работе). Вывести в ремонт ВЛ, которая питается со второй системы шин.
15. В схеме 9.3г ОШСВ служит в качестве соединительного. Вывести в ремонт ВЛ2, которая питается со второй системы шин.
16. В схеме 9.3в ОШСВ - включен как обходной. Перевести питание Л1 с I с.ш. на II с.ш.