

# Вывод в ремонт(ввод в работу) оборудования ЭЭС

## **Отключение и включение воздушных и кабельных линий**

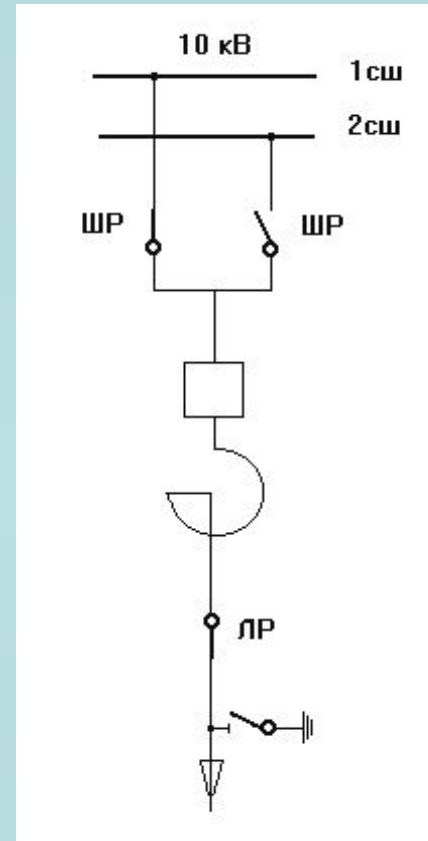
Последовательность операций при отключении линии (рис. ):

1. Отключить устройство АПВ;
2. Отключить выключатель;
3. Отключить линейный, а затем шинный разъединитель.

При включении линии сначала включают шинный разъединитель на соответствующую систему шин, затем линейный разъединитель, выключатель и АПВ линии.

### **Пояснения:**

- Автоматические устройства (АПВ, АВР и др.) обычно выводятся из работы перед отключением выключателя, на который они воздействуют, а вводятся в работу после включения выключателя;
- Очередность операций с линейными разъединителями и шинными разъединителями объясняется необходимостью уменьшения последствий повреждений, которые могут иметь место при ошибках персонала. Допустим, что по ошибке отключают под нагрузкой линейный разъединитель. Возникшее при этом КЗ устранится автоматическим отключением выключателя линии. Отключение же под нагрузкой шинного разъединителя вызовет отключение сборных шин, и последствия будут более тяжелыми;
- В закрытых РУ 6-10 кВ, где линейные (кабельные) разъединители располагаются невысоко от пола, а шинные разъединители на большом расстоянии от оператора целесообразно при отключении первыми отключать не линейный разъединитель, а шинный разъединитель.



# Вывод в ремонт(ввод в работу) оборудования ЭЭС

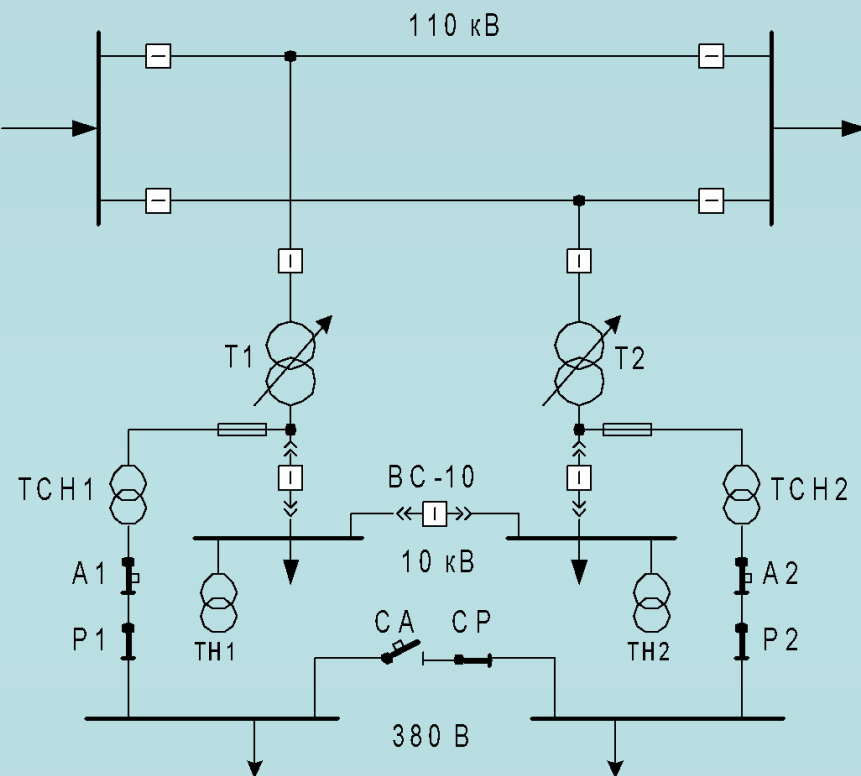
## *Отключение и включение силовых трансформаторов и автотрансформаторов*

- Отключение трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора выполняют в следующей последовательности:
  1. Отключают выключатели со стороны низкого, среднего и высокого напряжений;
  2. Отключают трансформаторные и шинные разъединители со стороны низшего напряжения, а затем в той же последовательности со стороны среднего и высокого напряжений (последовательность может быть иной и зависит от местных условий).
- Для включения трансформатора необходимо включить шинные и трансформаторные разъединители с каждой из трех сторон, а затем включить выключатели высокого, среднего и низшего напряжения.
- Отключение и включение отделителей и разъединителей ненагруженных трансформаторов 110-220 кВ, имеющих неполную изоляцию нейтралей, выполняют при предварительном глухом заземлении нейтрали, если она была разземлена и защищена вентильным разрядником.
- Если к нейтрали обмотки 35 кВ был подключен дугогасящий реактор (ДГР), то отключение трансформатора следует начинать с отключения ДГР. Это устраняет появление опасных перенапряжений в случае одновременного размыкания контактов выключателя 35 кВ.

# Отключение и включение силовых трансформаторов и автотрансформаторов

Такой порядок отключения трансформаторов и автотрансформаторов обусловлен следующим. Если отключить трансформатор Т1 (рис.) ошибочно с высокой стороны, то будем иметь негативные последствия:

1. Оставшийся в работе трансформатор Т2 загрузится суммарным током нагрузки и еще дополнительно током намагничивания отключенного трансформатора Т1.
2. Будет иметь место обратная трансформация у трансформатора Т1.
3. Если бы трансформатор Т1 был трехобмоточным, т.е. Т1-110/35/10, то из-за обратной трансформации будет питание сети 35 кВ через обмотку 10 кВ Т1, как правило, пониженным напряжением.
4. При ошибочном отключении трехобмоточного трансформатора с высокой стороны на однострансформаторной подстанции произойдет погашение потребителей СН и НН. При ошибочном, но правильном отключении с низкой стороны потеряли бы потребители только НН.



# Последовательность основных операций и действий при откл-нии и вкл-нии эл.цепей на подстанциях, выполненных по упрощ. схемам

## Отключение линии Л1 (рис. 2)

1. На ПС А отключают В1 и линейные разъединители;
2. На ПС Б отключают ЛР1. При этом с линии снимают напряжение. В данном случае персонал должен знать, что отключение зарядного тока линии допустимо.

## Включение линии Л1

1. На ПС А включают линейные разъединители и затем выключатель - линию опробуют напряжением. Подачу напряжения на линию осуществляют с помощью выключателя, чтобы убедиться в отсутствии на ней заземлений, которые могли забыть ремонтный персонал;
2. Отключают выключатель - с линии снимают напряжение;
3. С привода выключателя отключают оперативный ток;
4. На ПС Б проверяют (указателем напряжения) отсутствие напряжения на вводе линии и включают разъединители ЛР1 - на линию подают напряжение;
5. На ПС А включают оперативный ток на провод и выключают выключатель - линию ставят под нагрузку.

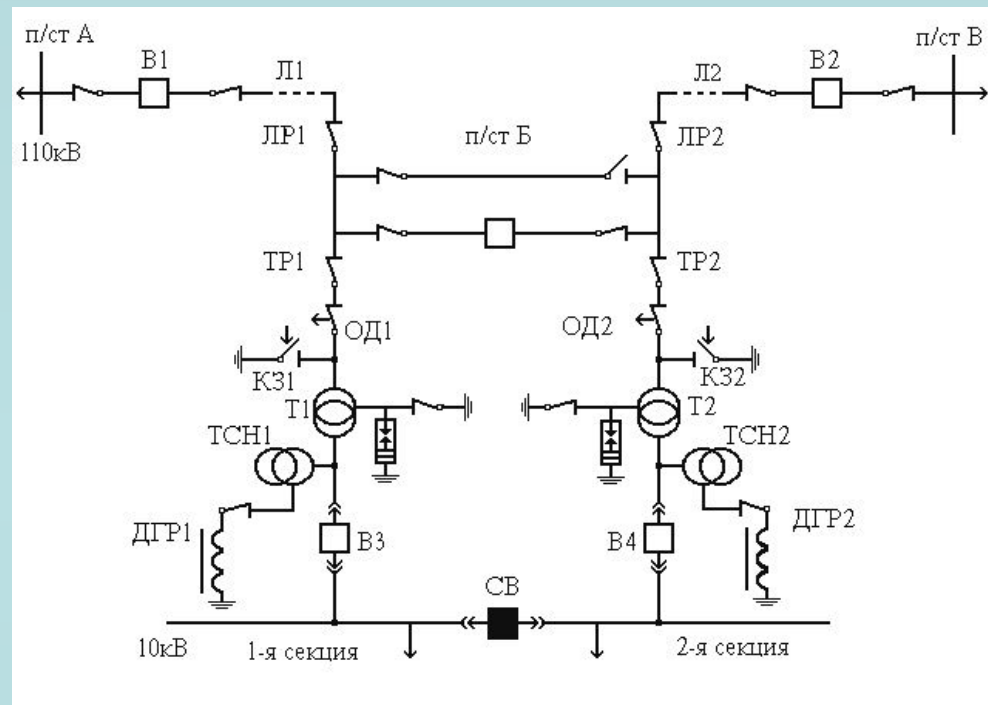


Рис 2. Схема блоков трансформатор-линия с отделителями и неавтоматической переключкой со стороны линии (проходная подстанция)

# Последовательность основных операций и действий при откл-нии и вкл-нии эл.цепей на подстанциях, выполненных по упрощ. схемам

## Отключение трансформатора Т1 для вывода его в ремонт (рис. 3)

( Включены АПВ выключателей 10 кВ трансформаторов, АВР СВ и отделителей 110 кВ )

1. Переводят питание нагрузки собственных нужд ( 0.4 кВ ) полностью на ТСН2. Отключают рубильник или снимают предохранители со стороны 0.4 кВ ТСН1, чтобы исключить возможность обратной трансформации;
2. Настраивают ДГР2 на суммарный зарядный ток отходящих от шин 10 кВ линий и отключают разъединитель ДГР1;
3. Автоматические регуляторы напряжения Т1 и Т2 переключают с автоматического на дистанционное управление. Переводят РПН Т1 в положение, одинаковое с положением Т2;
4. Отключают АВР отделителя 110 кВ и при необходимости ( в соответствии с инструкцией ) АПВ В3 и АВР СВ;
5. Включают СВ 10 кВ и после проверки на нем нагрузки отключают В3 трансформатора Т1;

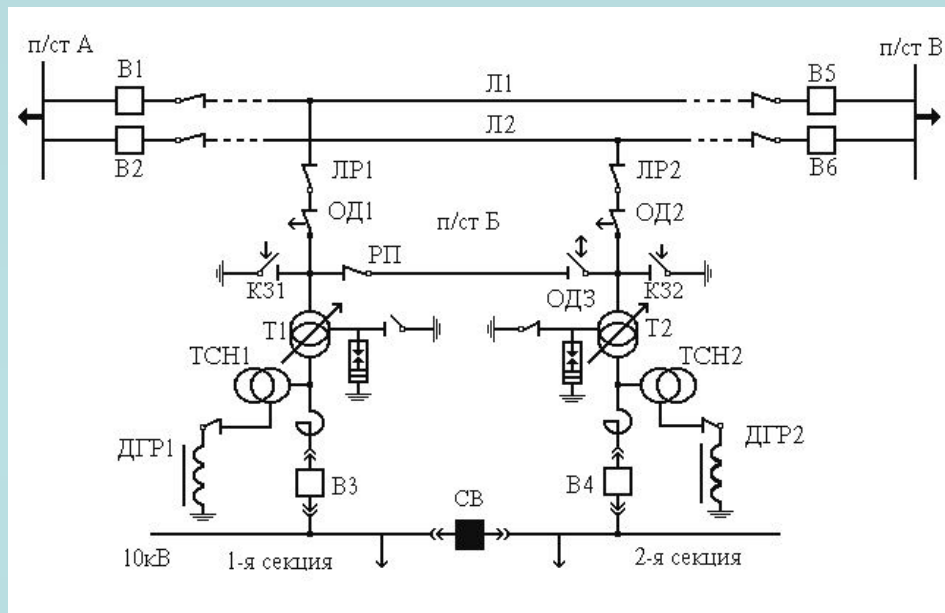


Рис. 3. Схема мостика с автоматическим отделителем в перемычке (отпаечная подстанция)

## Последовательность основных операций и действий при откл-нии и вкл-нии эл.цепей на подстанциях, выполненных по упрощ. схемам

6. Переключают АРКТ (автоматический регулятор коэффициентов трансформации) Т2 с дистанционного на автоматическое регулирование;
7. РПН Т1 устанавливают в положение, соответствующее номинальному напряжению, если оно было выше номинального, и отключают АРКТ;
8. Проверяют, отключен ли ВЗ, и тележку с выключателем устанавливают в ремонтное положение;
9. Включают заземляющий разъединитель в нейтрали обмотки 110 кВ Т1;
10. Дистанционно отключают ОД1 - отключают намагничивающий ток Т1;
11. Отключают линейные разъединители ЛР1 и разъединители в перемычке РП;
12. При подготовке рабочего места выполняют комплекс мероприятий, предусмотренных правилами безопасности.

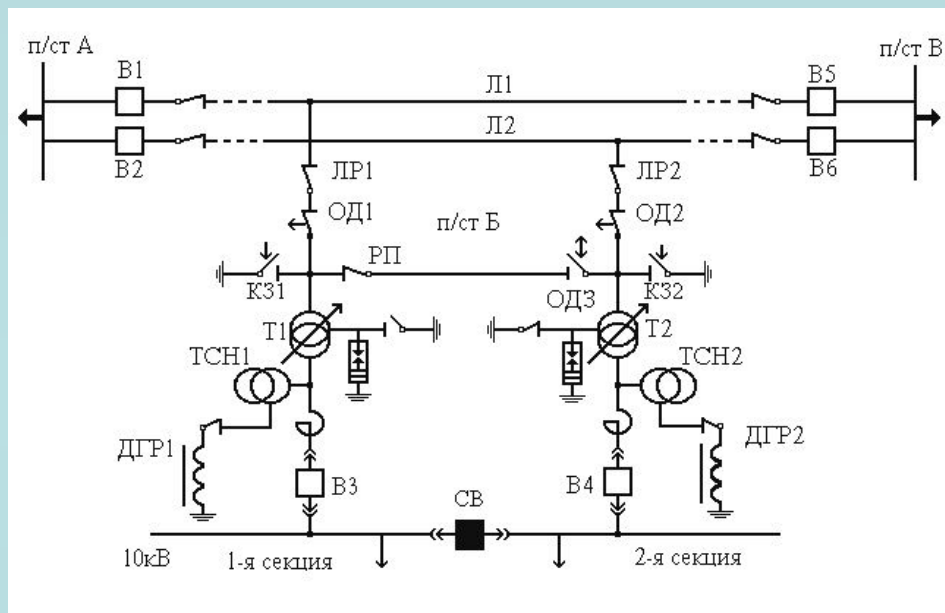


Рис. 3. Схема мостика с автоматическим отделителем в перемычке (отпаечная подстанция)

# Последовательность основных операций и действий на подстанциях с двумя рабочими системами сборных шин при выводе одной из них в ремонт

- В нормальных условиях эксплуатации обе системы шин должны, как правило, находиться в работе. Это повышает надёжность электроснабжения потребителей, т. к. при коротком замыкании и отключении защитой одной из системы шин другая остается в работе.
- Для ремонта система шин освобождается путём перевода (переключения) всех её присоединений на другую систему шин, остающуюся в работе. Необходимым условием перевода является равенство потенциалов обеих систем шин.
- В схемах с ШСВ это условие обеспечивается включением ШСВ, электрически соединяющего между собой обе системы шин. В тоже время ШСВ шунтирует при переводе каждую пару ШР, принадлежащих одному присоединению. В этом случае включение одних ШР при включенных других, а также отключение одних из двух включенных на обе системы шин разъединителей переводимого присоединения не представляет опасности, поскольку шунтирующая их цепь ШСВ обладает ничтожно малым сопротивлением и, следовательно, падение напряжения на нём будет небольшим. Тогда и разность потенциалов между подвижными и неподвижными контактами разъединителя при их коммутации будет такой незначительной, что дуги между ними не возникнет.



# Последовательность основных операций и действий на подстанциях с двумя рабочими системами шин при выводе одной из них в ремонт

*Выводе в ремонт I системы шин (рис. 4):*

1. Включают ШСВ;
2. ДЗШ переводят в режим работы с нарушением фиксации присоединений;
3. Отключают автоматические выключатели (автоматы), установленные в цепях управления ШСВ и его защит;
4. Отключают АПВ шин;
5. В РУ проверяют включен ли ШСВ и его разъединители;
6. Включают ШР всех переводимых присоединений на II систему шин и проверяют хорошо ли включен каждый из них;
7. Отключают ШР переводимых присоединений от выводимой в ремонт I системы шин и проверяют положение каждого разъединителя;
8. На щите управления (на релейном щите) переключают питание цепей напряжения защит, автоматических устройств и измерительных приборов на ТН II системы шин, если оно не переключается автоматически;
9. Включают автоматы в цепях управления ШСВ и его защит;
10. Проверяют, нет ли нагрузки на ШСВ, и отключают его, снимая тем самым напряжение с I системы шин;
11. Включают АПВ шин.

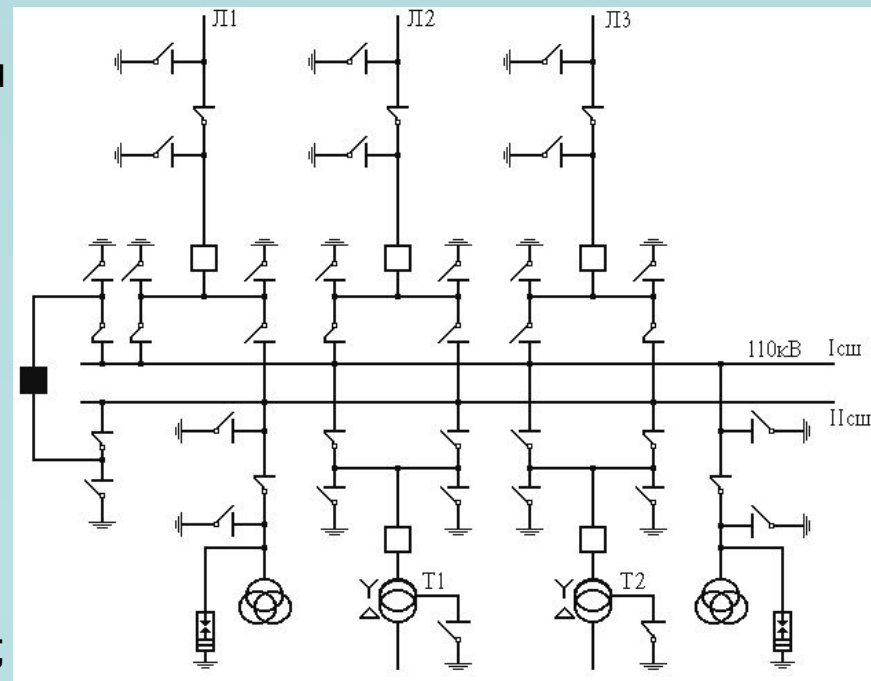


Рис. 4. Схема первичных соединений с двумя рабочими системами сборных шин

Замечание по п. 3: С привода ШСВ и его защит снимался оперативный ток при переводе присоединений, чтобы исключить случайность и фиксировать ШСВ во включенном положении на все время перевода.



# Последовательность основных операций и действий на подстанциях с двумя рабочими системами шин при выводе одной из них в ремонт

12. На ключе управления ШСВ вывешивают плакат "Не включать - работают люди";
13. В РУ проверяют, находится ли ШСВ в отключенном положении, и отключают его ШР I системы шин. В случае необходимости отключают также ШР ШСВ от II (рабочей) системы шин;
14. Отключают ШР ТН I системы шин и снимают предохранители (отключают рубильники) со стороны его обмоток НН. Шкаф, где расположены предохранители (рубильники), запирают и на нём вывешивают плакат "Не включать - работают люди";
15. Запирают на замок приводы всех ШР I системы шин. На приводах вывешивают плакаты "Не включать - работают люди";
16. Проверяют, отсутствует ли напряжение на токоведущих частях, где должны накладываться защитные заземления. Включают заземляющие ножи или накладывают переносные заземления, где нет стационарных заземляющих ножей.
17. В зависимости от местных условий и характера работ выполняют необходимые мероприятия, обеспечивающие безопасные условия труда ремонтного персонала (устанавливают ограждения, вывешивают плакаты на месте работ и т. д.).
18. Проводят допуск ремонтных бригад к работе.

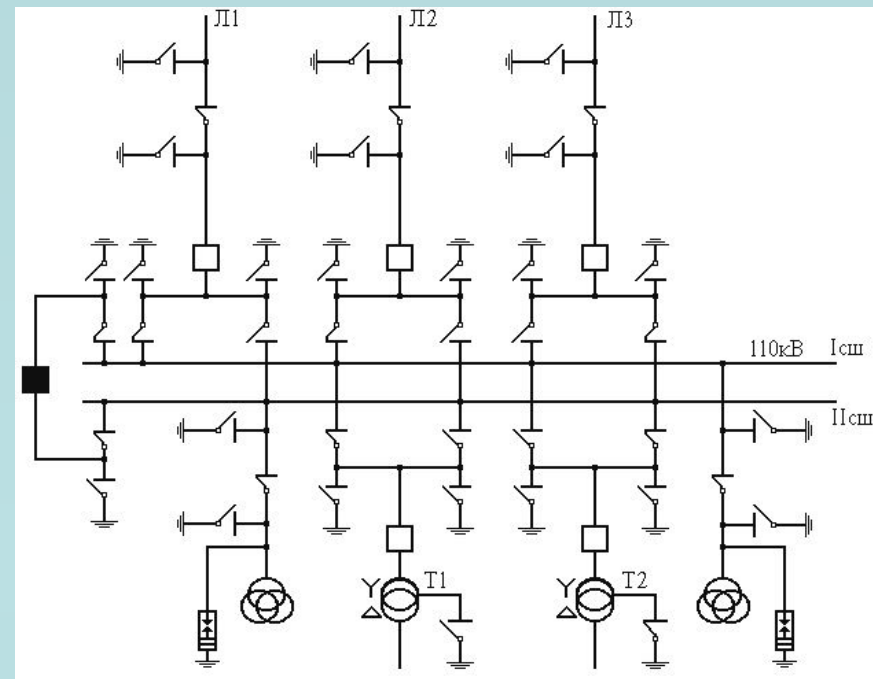


Рис. 4. Схема первичных соединений с двумя рабочими системами сборных шин

# Последовательность основных групп операций при выводе в ремонт выключателей при различных схемах подстанций

- Ремонт выключателей 6-35 кВ производится при отключенных (выведенных из работы) электрических цепях, т. к. времени для ремонта требуется немного (не более одного дня).
- Ремонт выключателей 110 кВ и выше требует значительно большего времени и обычно проводится с сохранением электрических цепей в работе, а вывод в ремонт выключателей этих цепей осуществляется одним из следующих способов:
  - при схеме с одним выключателем на цепь и двумя системами шин выключатели цепи заменяют ШСВ на всё время ремонта;
  - при схеме с одним выключателем на цепь, одной или двумя основными и обходной системами шин, электрическую цепь включают на обходную систему шин и её выключатель заменяют обходным.

# Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи ШСВ

1. Включают ШСВ.
2. Все цепи, кроме той, выключатель которой должен выводиться в ремонт, переводят на одну рабочую систему шин.
  - На рис. 5 электрическая цепь с выводимым в ремонт выключателем показана включенной на I систему шин (все остальные цепи переведены на II систему шин). Показано также нормальное (до начала вывода в ремонт выключателя) использование вторичных обмоток ТТ для питания цепей РЗ и измерительных приборов (рис. 5, а).
3. Теперь, когда выводимый в ремонт выключатель и ШСВ оказались последовательно включенными в одной и той же цепи (через них проходит один и тот же рабочий ток), появилась возможность проверки защит рабочим током при их переводе с одного выключателя на другой.
  - Для этого устройства РЗ поочередно выводят из работы и переключают с ТТ выводимого в ремонт выключателя на ТТ ШСВ. Питание цепей напряжения защит обычно переключают на ТН II СШ, на которую включают все остальные эл.цепи. Действие защит по цепям оперативного тока переключают на ШСВ; защиты включают в работу и опробуют на отключение ШСВ. При этом включение ШСВ производят действием АПВ. Использование обмоток (вторичных) ТТ ШСВ показано на рис. 5, б.
4. После переключения защит на ШСВ электрическую цепь отключают с обеих сторон и заземляют. Выводимый в ремонт выключатель (часто вместе с линейным разъединителем) отсоединяют и на его место устанавливают заранее заготовленные перемычки из провода (рис. 5, в), восстанавливая таким образом электрическую цепь.
5. По окончании работ по установке перемычек с электрической цепи снимают защитные заземления и включают её шинными разъединителями (если линейные разъединители выведены из схемы) на резервную (I) СШ. Цепь вводят в работу включением ШСВ (рис. 5, г).

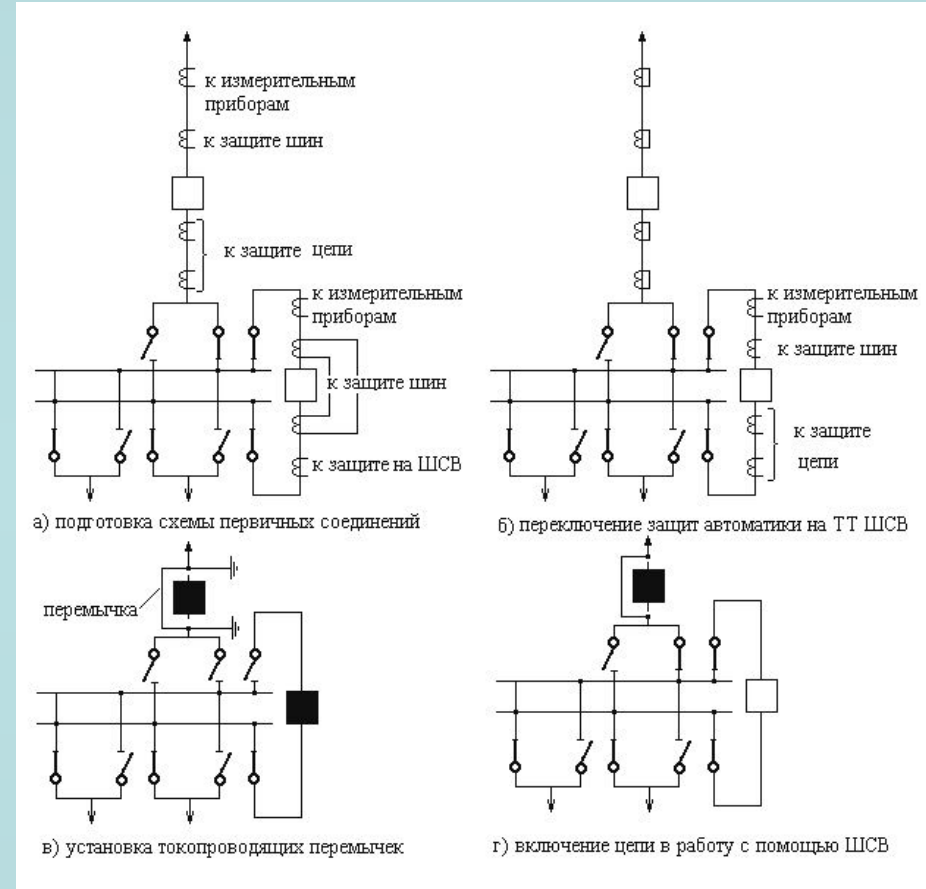
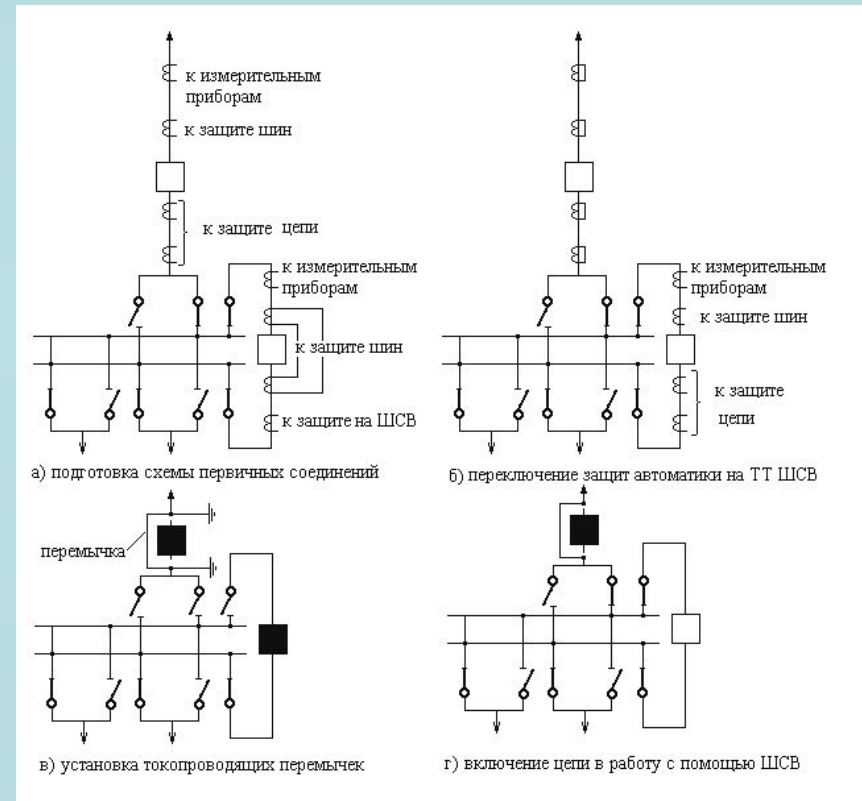


Рис. 5. Основные этапы замены выключателя присоединения ШСВ

# Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи ШСВ

## Замечания:

1. В том случае, когда защиты, имеющиеся на ШСВ, могут полноценно заменить защиты электрической цепи, переключение её защит на ТТ ШСВ не производят. После вывода из схемы выключателя электрической цепи включают в работу с защитами ШСВ, которые потом проверяются под нагрузкой. Вносят изменения лишь в схему ДЗШ. Из схемы исключают цепи ТТ выведенного в ремонт выключателя и вводят цепи ТТ ШСВ в качестве ТТ электрической цепи.
2. При отключении той или иной защиты для её перевода и проверки оперативный персонал должен каждый раз отключить пуск УРОВ от этой защиты, чтобы предотвратить возможность её срабатывания.
3. На узловых подстанциях во время отключения ДЗШ для работ в её цепях должны вводиться измерения на резервных защитах транзитных электрических цепей.



# Основные группы операций по замене выключателя электрической цепи обходным выключателем

1. Если обходной выключатель (ОВ) отключен, а его разъединители включены на обходную и рабочую СШ, от которой питается данная электрическая цепь, то включением ОВ с минимальными уставками на его защитах и включенной по оперативным цепям ДЗШ обходную систему шин опробуют напряжением (рис. 6, а).
2. После проверки наличия напряжения на ОСШ ОВ отключают. На защитах ОВ устанавливают уставки защит цепи.
3. Подают напряжение на ОСШ включением на неё разъединителей цепи, выключатель которого выводят в ремонт (рис. 6, б). Отключают быстродействующие защиты цепи (ДФЗ, ДЗЛ).
4. При помощи испытательных блоков (БИ) в схему ДЗШ вводят цепи ТТ ОВ (если не были подключены к схеме ДЗШ, чтобы при опробовании напряжением ОСШ входила в зону её действия). В противном случае при КЗ на ОСШ эта защита реагировать не будет.
5. Включают ОВ с уставками на его защитах, соответствующими уставкам защит электрической цепи, и тут же отключают выводимый в ремонт выключатель (рис. 6, в).
6. Отключают ДЗШ и из ее схемы исключают цепи трансформатора тока отключенного выключателя. Защиту проверяют под нагрузкой и включают в работу. При необходимости с выводимого в ремонт выключателя переводят на ОВ быстродействующие защиты (ДФЗ, ДЗЛ и т. д.), которые затем проверяют под нагрузкой и включают в работу. Проверяют исправность оперативных цепей и включают в работу АПВ и УРОВ.
7. Выводимый в ремонт выключатель отключают с обеих сторон разъединителями и заземляют (рис. 2.7, г)

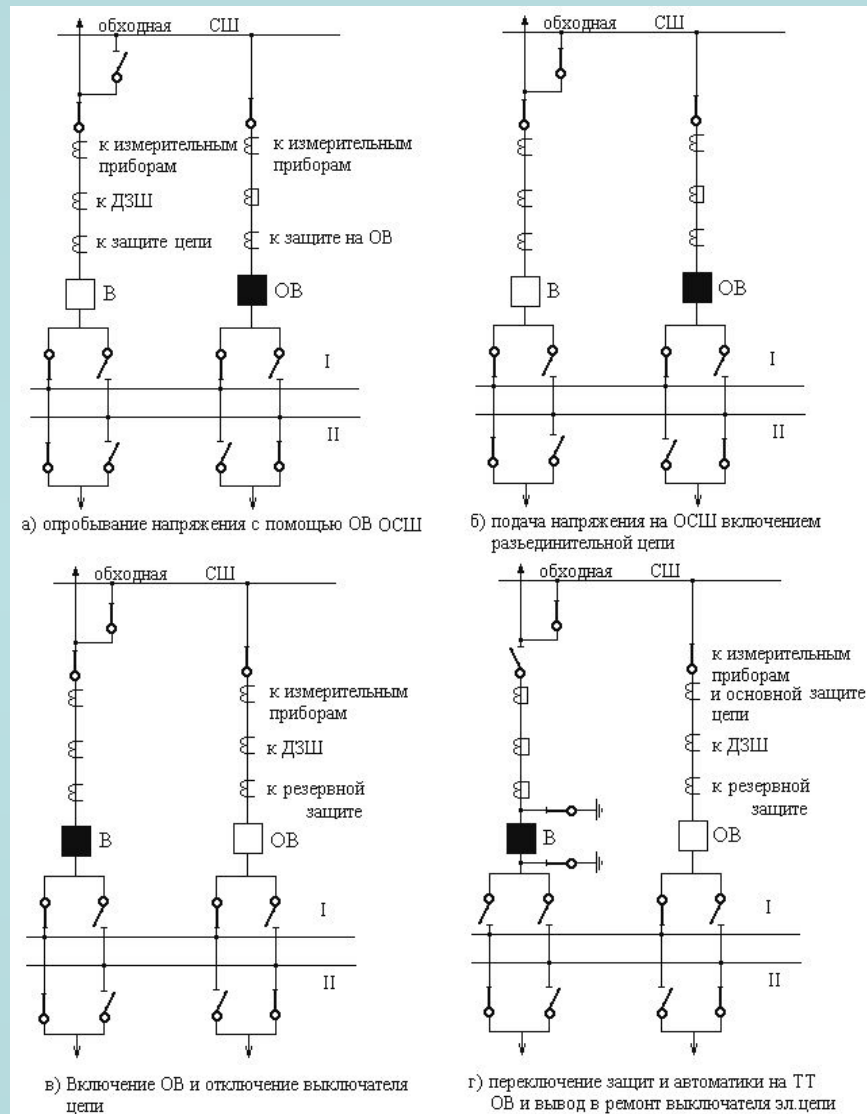


Рис. 6. Основные этапы замены выключателя присоединения ОВ