

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 СХЕМЫ ПЕРВИЧНОЙ КОММУТАЦИИ ПОДСТАНЦИЙ

*Цель работы.* Научиться рассматривать потоки мощности через подстанцию.

## *Порядок выполнения*

1. Изучить теоретический материала.
2. Ответить на контрольные вопросы.

## *Содержание отчёта*

1. Необходимые теоретические сведения.
2. Ответы на контрольные вопросы.

## *Основные теоретические сведения*

Для небольших заводов и городов устанавливают подстанции с трехобмоточными трансформаторами.

Подстанция предназначена для преобразования уровня напряжения и распределения потоков мощности по потребителям. Для питания потребителей в сельских районах используют подстанции двух типов: с напряжениями 110/35/10 кВ и 35/10 кВ. Наиболее сложной является подстанция 110/35/10 кВ. Такая подстанция имеет три уровня напряжения и соответственно три распределительных устройства (РУ) и силовые трансформаторы 110/35/10 кВ (рис.3.1). Для увеличения надежности электроснабжения на подстанциях устанавливают по два силовых трансформатора. Их мощности выбирают с таким расчетом, чтобы при выходе из строя одного из них второй мог нести большую часть нагрузки потребителей.

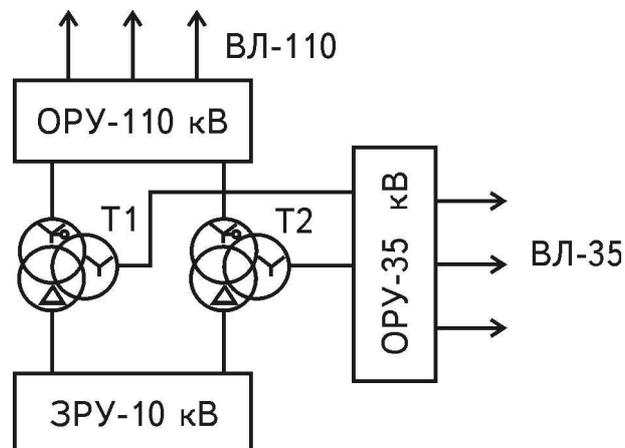


Рисунок 3.1 - Блок-схема подстанции 110/35/10 кВ с 2-мя трансформаторами

Распределительные устройства (РУ) выполняются двух типов: открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ). В ОРУ токоведущие части располагаются на такой высоте, что непроизвольное прикосновение к ним исключено. Токоведущие части закрепляют на изоляторах, которые размещают на опорах специальной конструкции. В ОРУ хорошо видны все его части, в нем легко заменять оборудование. Благодаря значительным расстояниям между цепями в таких устройствах устранена возможность распространения аварии. ОРУ по сравнению с ЗРУ обладают рядом недостатков: - они занимают большую территорию; - обслуживание оборудования приходится проводить в любую погоду; - аппаратура ОРУ подвержена резким колебаниям температуры и атмосферных осадков, запылению и загрязнению. Эта аппаратура должна иметь дорогую и сложную конструкцию для наружной установки.

Шины ОРУ выполняют гибкими или жесткими. Гибкие шины выполняют многопроволочными проводами и крепят к опорам при помощи натяжных гирлянд из подвесных изоляторов. Жесткие шины монтируют на опорных изоляторах. Выполняют шины трубами или прямоугольными профилями.

В последнее время получили распространение комплектные трансформаторные подстанции блочного типа, например, КТПБ -35/10 2×1000. У таких подстанций ОРУ-35 кВ и ЗРУ - 10 кВ выполняются блоками, что ускоряет монтаж и ввод в эксплуатацию подстанции.

Закрытые распределительные устройства - (ЗРУ) это такие РУ, в которых токоведущие части располагаются за ограждениями и защищены от атмосферных осадков. Обычно ОРУ используются для напряжения 110 и 35 кВ, а ЗРУ на 10 кВ и 0,4 кВ.

К любому РУ подключаются питающие и питаемые линии, силовые трансформаторы. На большинстве подстанций устанавливают масляные трансформаторы, в которых масло служит для изоляции обмоток и выводов от корпуса и для охлаждения обмоток. Большинство трансформаторов на подстанциях имеют встроенные устройства регулирования под нагрузкой (РПН), что позволяет изменять уровень напряжения у потребителей без отключения. На принципиальных схемах наличие устройства РПН обозначается стрелкой, которая перечеркивает обмотки. В обозначении таких трансформаторов также отражается наличие устройства РПН. Обозначение ТДН-10000/110 - трехфазный трансформатор, с принудительным обдувом радиаторов, с регулированием напряжения под нагрузкой, мощностью 10000 кВА, с обмоткой высшего напряжения на 110 кВ.

Одна из обмоток силовых трансформаторов мощностью свыше 1000 кВА соединяется в треугольник. Это обеспечивает синусоидальность напряжений при несинусоидальном магнитном потоке.

Трехобмоточные трансформаторы 110/35/10 кВ могут иметь соотношение мощностей обмоток в процентах 100:100:100, 100:67:100, 100:100:67, 100:67:67. У всех трансформаторов обмотка 110 кВ рассчитана на пропускание полного потока мощности, а обмотки 35 и 10 кВ могут у разных трансформаторов пропускать или 100% или 67% от мощности трансформатора. Если известно, что большинство потребителей будут подключаться вблизи подстанции, то следует использовать соотношение мощностей 100:67:100.

От набегающих волн перенапряжений все обмотки трансформаторов защищаются вентильными разрядниками, которые подключаются либо к выводам трансформатора, либо к шинам РУ. Проходные изоляторы, установленные на трансформаторе, через которые поток мощности попадает к обмоткам называются *вводами*. Высоковольтные вводы имеют сложную конструкцию, на вводах 110 и 35 кВ трансформатора устанавливают встроенные трансформаторы тока.

В сельских районах питание подстанции 110/35/10 кВ осуществляется по одной или нескольким линиям 110 кВ. Потребители, расположенные в радиусе 15...20 км от подстанции питаются от ЗРУ -10 кВ, а потребители, расположенные в радиусе 20..50 км питаются по линиям 35 кВ от ОРУ-35.

### *Распределительное устройство 110 кВ*

Наиболее сложным является ОРУ-110 кВ. При количестве подключаемых цепей к РУ 8 и более используют две системы шин с обходной. Это сложное РУ позволяет выводить в ремонт любой элемент подстанции без перерыва питания потребителей (рис.3.2).

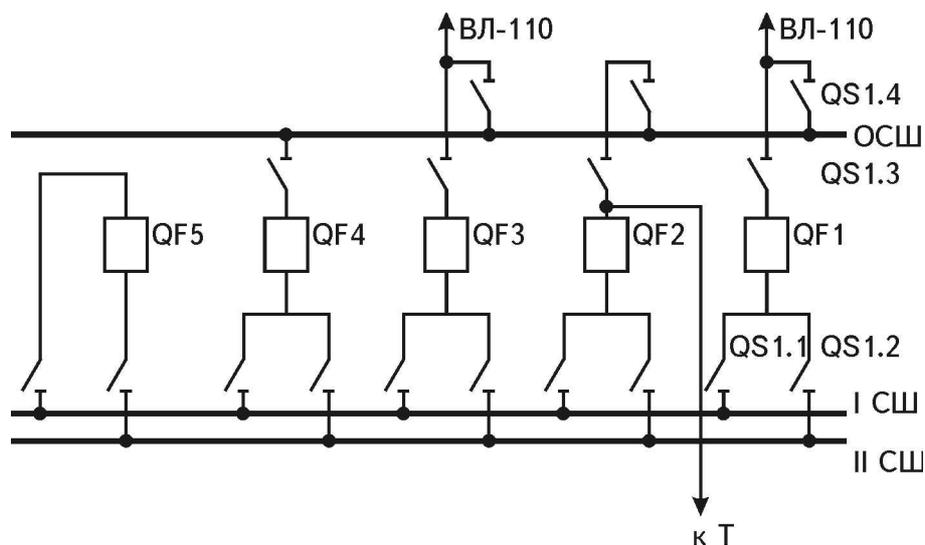


Рисунок 3.2- Схема ОРУ-110 с двумя системами шин с обходной QF1, QF3 - выключатели отходящих линий 110 кВ; QF2 - выключатель силового трансформатора; QF4 - выключатель обходной системы шин (ОСШ); QF5 - шинно соединительный выключатель.

Каждое присоединение (фидер) имеет воздушный или масляный выключатели, трансформаторы тока (на схеме не показаны), два шинных разъединителя QS1.1 и QS1.2, линейный разъединитель QS1.3, разъединитель обходной системы шин QS1.4. Присоединение может быть фиксировано подключено к первой или второй системе шин шинными разъединителями QS1.1 и QS1.2. К одной из систем шин может быть подключена и обходная система шин (ОСШ) через выключатель QF4. Обе основные системы шин соединяются шинно соединительным выключателем (ШСВ).

Для вывода в ремонт, например, выключателя QF1, используют такую последовательность операций. 1) Обходной выключатель QF4 подключают к той системе шин, от которой питалось присоединение QF1. 2) Опробуется напряжением через выключатель QF4 обходная система шин, затем QF4 отключается. 3) Включается разъединитель QS1.4 обходной системы шин. 4) После этого включается QF4 и линия кратковременно питается через два выключателя.

Ячейки: линейная, ввода, ШСВ, обходного выключателя, разъединители, масляный выключатель с трансформаторами тока, трансформатор напряжения, разрядники (ограничители напряжения). Вывод в ремонт. Фиксированное присоединение и отключение при коротких замыканиях на шинах.

К каждой системе шин подключаются трансформаторы напряжения для регистрации уровня напряжения (на схеме не показаны).

## Распределительное устройство 35 кВ

ОРУ-35 кВ имеет одну или две секции. В отличие от двух систем шин одно присоединение фиксированно подключается только к одной секции и не может быть подключено к другой секции.

Самым простейшим является ОРУ-35 кВ тупиковой подстанции 35/10 кВ. На такой подстанции подключение силового трансформатора к линии может подключаться тремя способами: - через высоковольтный предохранитель; - через отделитель - короткозамыкатель; - через масляный выключатель. Подключение трансформатора через стреляющий предохранитель встречается довольно редко из-за низкой надежности.

Отделитель представляет собой по конструкции разъединитель с отключающими пружинами. Отделителем отсоединяют поврежденный трансформатор от сети при отсутствии токов нагрузки. Отключение токов нагрузки производится головными масляными выключателями.

ОРУ-35 обычно содержит ячейки отходящих линий, ячейки питания силовых трансформаторов, ячейку секционирующего выключателя, ячейки трансформаторов напряжения (рис.3.3).

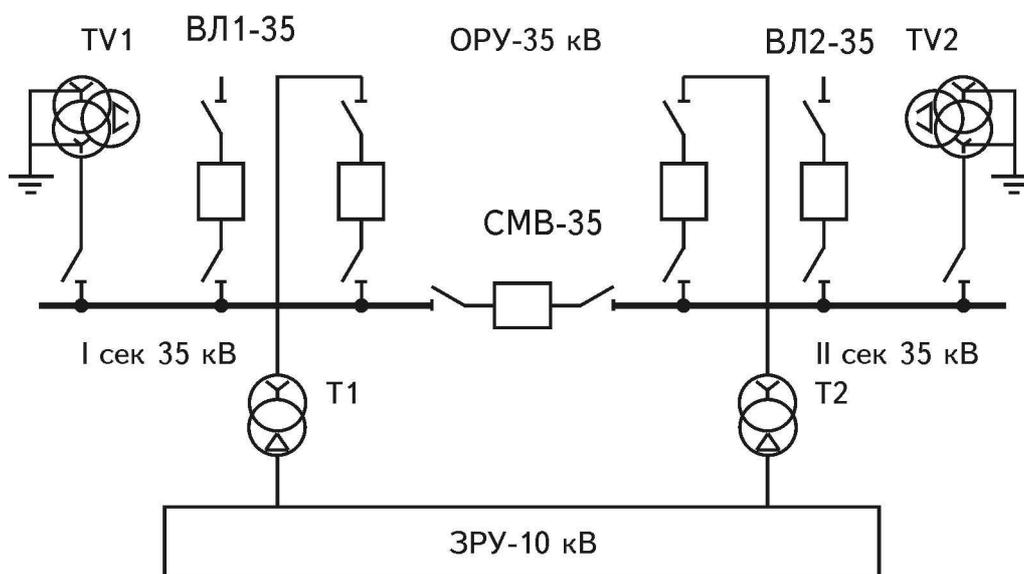


Рисунок 3.3 - Схема ОРУ-35 с двумя секциями

В ячейках, по которым протекают токи нагрузки, устанавливают масляные выключатели, с двух сторон которых расположены разъединители. Масляные выключатели на 35 кВ и выше имеют обычно

встроенные трансформаторы тока. Последовательно с масляными выключателями могут устанавливаться выносные трансформаторы тока.

Выведение в ремонт выключателя, трансформатора тока, разъединителя требует перерыва питания потребителей. Для исключения перерыва питания ответственные потребители должны питаться по двум линиям, отходящих от разных секций. Тогда при отключении одной линии питание будет осуществляться по другой линии.

### Распределительное устройство 10 кВ

В зависимости от количества силовых трансформаторов на подстанции РУ-10 кВ имеет одну или две или три однотипных секции, соединенных секционирующим выключателем (рис.3.4). Иногда секции соединяются между собой кабельными линиями. Обычно секции выполняются закрытого типа и набираются из шкафов - ячеек. В РУ-10 кВ имеются ячейки: ввода питания от трансформатора 110/35/10 кВ или 35/10 кВ; отходящих линий; трансформатора напряжения (ТВ); трансформатора собственных нужд (ТЗ); секционирующего выключателя (СМВ). В ячейках ввода, отходящих линий и СМВ устанавливают в двух фазах трансформаторы тока. Каждый трансформатор тока имеет две вторичные обмотки, одна из которых задействована в цепях измерения, а вторая - в цепях релейной защиты.

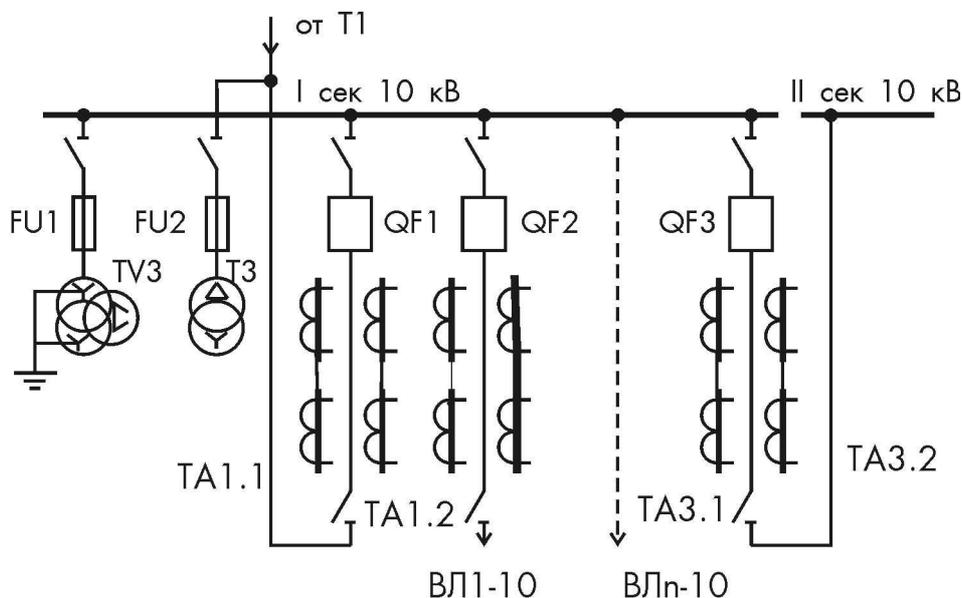


Рисунок 3.4 - Схема РУ-10 с двумя секциями

В ячейке TV устанавливаются вентильные разрядники или ограничители (на схеме не показаны) для защиты силового трансформатора подстанции от набегающих волн перенапряжений. От TV запитываются катушки напряжения счетчиков, вольтметр с переключателем на линейные и фазные напряжения, реле контроля изоляции в сети 10 кВ.

### ***Контрольные вопросы***

1. Расшифруйте ОРУ, ЗРУ, СМВ.
2. Что называется выводами трансформаторов?
3. Зачем одна из обмоток мощных трансформаторов соединяется по схеме треугольник?
4. Чем защищаются трансформаторы от набегающих волн перенапряжения?
5. Каковы преимущества и недостатки ОРУ?
6. Каковы преимущества и недостатки ЗРУ?
7. С какой целью на подстанциях устанавливают РПН?
8. Каково назначение двух вторичных обмоток трансформаторов тока?
9. С какой целью устанавливают два разъединителя в ячейках РУ?
10. Для чего устанавливается обходная система шин?