

МДК 02.01. Монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций

Группа 37

Дата 26.03.2020г.

Тема занятия: Изучение главных схем соединения подстанций

Вид занятия: Лабораторная работа №26

Цель: Уметь выбирать необходимую для объекта электроснабжения главную схему соединения подстанций.

Подстанцией называется электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов, распределительных устройств управления, защиты и измерения.

В настоящее время основная часть сельскохозяйственных потребителей получает питание от объединенных энергосистем по сетям, которые предназначены также для питания промышленных предприятий, городов и электрифицированного транспорта. Непосредственными источниками питания сельских потребителей в этом случае являются подстанции, которые делятся на районные трансформаторные подстанции (РТП) и потребительские (ТП).

Назначение РТП – преобразовывать электроэнергию с напряжения 35-110 кВ на напряжение 10-35 кВ с целью более экономичного ее распределения в районе и передачи по воздушным линиям к потребительским ТП 6-35/0,4 кВ.

Назначение ТП – преобразовывать электроэнергию с напряжения 10-35 кВ на 0,4 кВ с целью распределения ее на территории населенного пункта или другого потребителя и передачи воздушными или кабельными линиями непосредственным потребителям: двигателям, нагревательным и осветительным приборам и т. п.

По способу присоединения к линиям все понижающие подстанции делятся на:

- тупиковые или ответвительные, присоединяемые к концу линии (рис. 1, а – тупиковые); или присоединяемые глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям (рис. 1, б – ответвительные);
- проходные, которые включаются в рассечку одной или двух линий (рис. 1, в);
- узловые или опорные, имеющие не менее двух питающих и несколько отходящих линий (рис. 1, г).

Если через шины проходных и узловых подстанций имеются перетоки энергии в оба направления, то такие подстанции называются транзитными.

**Главной схемой** электрических соединений подстанции называется совокупность основного оборудования: трансформаторов, сборных шин, коммутационной и другой аппаратуры первичной цепи – со всеми выполненными между ними соединениями и линиями. Ее изображают на

чертеже в однолинейном исполнении с элементами, находящимися, как правило, в отключенном состоянии. Все элементы изображают условными символами в соответствии с единой системой конструкторской документации ЕСКД и ГОСТом.

Любая понижающая подстанция (рисунок 1) содержит следующие основные части: распределительное устройство высшего напряжения РУВН, один или два (иногда более двух) трансформатора, распределительное устройство низкого напряжения РУНН.

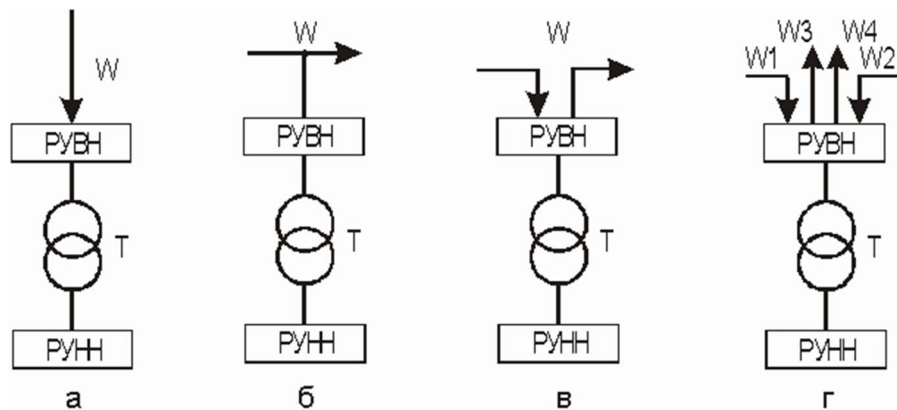


Рисунок 1. Типы понижающих подстанций

а – тупиковая; б – ответвительная; в – проходная; г – узловая или опорная

Кроме этих основных частей, на подстанции имеются: система собственных нужд, устройства управления, сигнализации и блокировки, заземляющее устройство, вспомогательное оборудование и сооружения.

### Главные схемы подстанций

Главная схема электрических соединений подстанции выбирается с учетом схемы развития электрических сетей энергосистемы или схемы электроснабжения района.

Схема подстанций тесно увязывается с назначением и способом присоединения подстанции к питающей сети и должна:

обеспечивать надежность электроснабжения потребителей подстанции и перетоков мощности по межсистемным или магистральным связям в нормальном и в послеаварийном режимах;

учитывать перспективу развития;

допускать возможность постепенного расширения РУ всех напряжений;

учитывать требования противоаварийной автоматики;

обеспечивать возможность проведения ремонтных и эксплуатационных работ на отдельных элементах схемы без отключения соседних присоединений.

Число одновременно срабатывающих выключателей должно быть не более:

двух — при повреждении линии;

четырёх — при повреждении трансформаторов напряжением до 500 кВ, трёх — 750 кВ.

В соответствии с этими требованиями разработаны типовые схемы распределительных устройств подстанций 6 — 750 кВ, которые должны применяться при проектировании подстанций.

Нетиповая главная схема должна быть обоснована технико-экономическим расчетом.

### Схемы тупиковых и ответвительных подстанций

Тупиковые однитрансформаторные подстанции на стороне 35 — 330 кВ выполняются по схеме блока трансформатор — линия без коммутационной аппаратуры или с одним разъединителем (рис. 2, а), если защита линии со стороны питающего конца имеет достаточную чувствительность к повреждениям в трансформаторе. Такая схема может также применяться, если предусмотрена передача телеотключающего сигнала для подстанций 330 кВ с трансформаторами любой мощности, а для подстанций 110 — 220 кВ с трансформаторами более 25 МВ А. При кабельном вводе в трансформатор разъединители не устанавливаются.

Предохранители на стороне 35, 110 кВ силовых трансформаторов не применяются. На тупиковых и ответвительных подстанциях только на 110 кВ допускается применять схемы с отделителями (рис. 2, б) за исключением: подстанций, расположенных в зонах холодного климата, а также в особо гололедном районе; если действия отделителей и короткозамыкателей приводят к выпадению из синхронизма синхронных двигателей у потребителя; на подстанциях транспорта и добычи нефти и газа; для присоединения трансформаторов мощностью более 25 МВА; в цепях трансформаторов, присоединенных к линиям, имеющим ОАПВ.

В схеме подстанции по рис. 2, б на стороне 110 кВ установлены разъединитель QS, отделитель QR и в одной фазе — короткозамыкатель QN, на стороне 6 — 10 кВ — выключатель Q2.

В тех случаях, когда рассмотренные выше схемы не рекомендуются, применяют типовую схему с выключателем на стороне 35- 500 кВ (рис. 2, в).

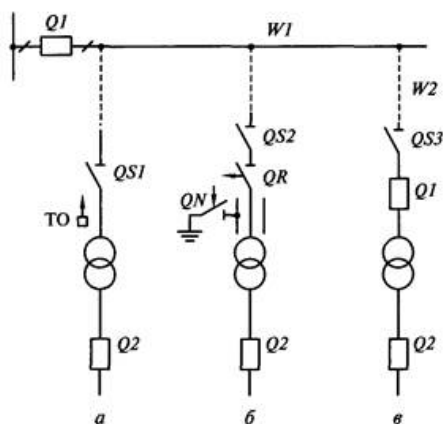


Рисунок 2. Схемы блоков трансформатор – линия:  
а – без выключателя ВН; б – с отделителем ВН; в – с выключателем ВН  
Схемы проходных подстанций

При необходимости секционирования линий, мощности трансформаторов до 63 МВ А включительно и напряжении 35 — 220 кВ рекомендуются **мостиковые схемы** (рис. 3). Схема, изображенная на рис. 3, а, применяется на стороне 110 кВ при мощности трансформаторов до 25 МВ А включительно. Ремонтная перемычка с разъединителями QS7, QS8 нормально отключена одним разъединителем (QS7).

Выключатель Q1 в мостике включен, если по линиям W1, W2 происходит транзит мощности. Если необходимо исключить параллельную работу линий W1, W2 с точки зрения ограничения токов КЗ, выключатель Q1 отключен. При повреждении трансформатора (T1) отключается выключатель со стороны б (10) кВ Q4, включается короткозамыкатель QN1, отключается выключатель Q2 на питающем конце линии W1 и отключается отделитель QR1, а затем разъединитель QS1.

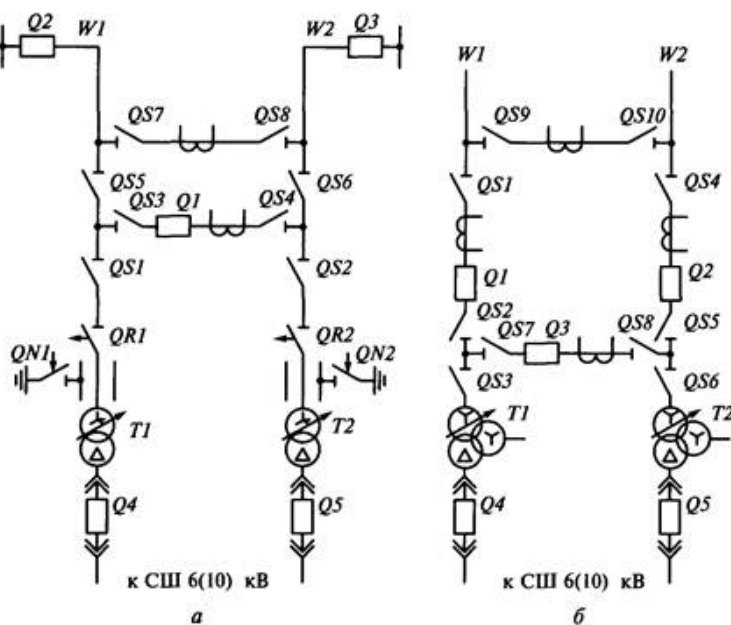


Рисунок 3. Схемы мостика:

а — с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов; б — с выключателями в цепи линий и ремонтной перемычкой со стороны линий

Если по режиму работы сети необходимо восстановить в работе линию W1, то автоматически включается выключатель на питающем конце этой линии и выключатель мостика Q1, таким образом, транзит по линиям W1, W2 восстановлен. Ремонтная перемычка используется при ревизии выключателя Q1, для этого включается QS7, отключаются Q1 и QS3, QS4. Транзит по линиям W1, W2 осуществляется по ремонтной перемычке, трансформаторы T1, T2 в работе.

В сетях 220 кВ и трансформаторах до 63 МВ А включительно для увеличения надежности работы отделители заменяют выключателями Q1, Q2 (рис. 3, б).

Ремонтная перемычка разомкнута разъединителем QS9. Выключатель Q3 в мостике включен, что обеспечивает транзит мощности по линиям W1 и W2. При аварии в трансформаторе T1 отключаются выключатель со стороны б

(10) кВ и выключатели Q1 и Q3. После отключения разъединителя QS3 включаются Q1 и Q3, и транзит восстанавливается. Для ремонта Q1 включают ремонтную перемычку (разъединитель QS9), отключают Q1 и разъединители QS1 и QS2. Если в этом режиме произойдет авария в T2, то отключаются Q2 и Q3 и оба трансформатора остаются без питания. Необходимо отключить QS6 и включить Q3 и Q2, тогда T1 подключается к обеим линиям. Этот недостаток можно устранить, если мостик и ремонтную перемычку поменять местами. В этом случае при повреждении в трансформаторе отключается один выключатель на стороне ВН трансформатора, выключатель в мостике остается включенным, значит, транзит мощности по W1, W2 сохраняется.

Если проектом системной автоматики в линиях 220 кВ предусматривается ОАПВ, то вместо рассмотренной схемы рекомендуется схема четырехугольника.

Схема четырехугольника применяется при двух линиях и двух трансформаторах при необходимости секционирования транзитных линий, при ответственных потребителях и мощности трансформаторов при напряжении 220 кВ 125 МВ А и более и любой мощности при напряжении 330 — 750 кВ.

#### **Схемы мощных узловых подстанций**

На шинах 330 — 750 кВ узловых подстанций осуществляется связь отдельных частей энергосистемы или связь двух систем, поэтому к схемам на стороне ВН предъявляют повышенные требования в отношении надежности. Как правило, в этом случае применяют схемы с многократным присоединением линий: кольцевые схемы, схемы 3/2 выключателя на цепь и схемы трансформатор — шины с присоединением линий через два выключателя (при трех и четырех линиях) или с полуторным присоединением линий (при пяти-шести линиях).

На рис. 4 показана схема мощной узловой подстанции. На стороне 330 — 750 кВ применена схема шины — автотрансформатор. В цепи каждой линии — два выключателя, автотрансформаторы присоединяются к шинам без выключателя (устанавливаются разъединители с дистанционным приводом). При повреждении T1 отключаются все выключатели, присоединенные к K1, работа линий 330—750 кВ при этом не нарушается. После отключения T1 со всех сторон дистанционно отключается разъединитель QS1 и схема со стороны ВН восстанавливается включением всех выключателей, присоединенных к первой системе шин K1.

В зависимости от числа линий 330—750 кВ возможно применение кольцевых схем или схемы 3/2 выключателя на цепь.

На стороне среднего напряжения 110—220 кВ мощных подстанций применяется схема с одной рабочей и одной обходной системами шин или с двумя рабочими и одной обходной системами шин.

При выборе схемы на стороне НН в первую очередь решается вопрос об ограничении тока КЗ. Для этой цели можно применять трансформаторы с повышенным значением  $u_k$ , трансформаторы с расщепленной обмоткой НН

или устанавливать реакторы в цепи трансформатора. В схеме, показанной на рис. 19, на стороне НН установлены сдвоенные реакторы. Синхронные компенсаторы с пусковыми реакторами присоединены непосредственно к выводам НН автотрансформаторов. Присоединение мощных ГС к шинам 6—10 кВ привело бы к недопустимому увеличению токов КЗ.

В цепях автотрансформаторов со стороны НН для независимого регулирования напряжения могут устанавливаться линейные регулировочные трансформаторы ЛРТ.

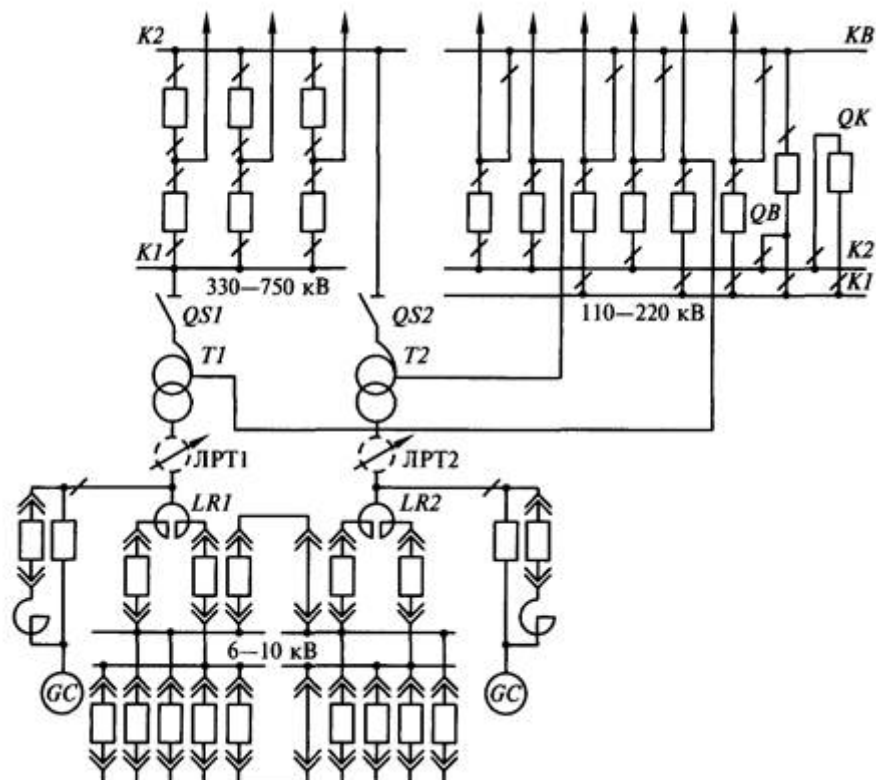


Рисунок 4. Схема узловой подстанции

**Задание 1:** Изучить материал.

Зарисовать типы понижающих подстанций

**Задание 2:** Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

- 1) Каково назначение трансформаторных подстанций?
- 2) Что такое РТП?
- 3) Перечислите основные части понижающей подстанции
- 2) Что называется главной схемой электрических соединений подстанции?
- 3) Перечислите типы понижающих подстанций?

Выполненные задания отправляйте на электронную почту  
[golovyatinskaya62@mail.ru](mailto:golovyatinskaya62@mail.ru)