

Дата **12.12.2022.** Группа: ХКМ 3/1. Курс: 3, семестр:5

Дисциплина: Электротехника и основы электроники

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Основное оборудование и аппаратура трансформаторных подстанций

Цель занятия:

-*методическая* - совершенствование методики проведения практического занятия;

- *учебная* – знать основное оборудование и аппаратуру трансформаторных подстанций;

- *воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, Физика

Обеспечиваемые: курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. П.А.Бутырин, О.В.Толчеев, Ф.Н.Шакирзянов. Электротехника: учебник для нач. проф. Образования /- 7-е изд., испр.-М.: Издательский центр «Академия», 2015.-272 с.

2.Б.И.Петленко. Электротехника и электроника. М. : «Академия»,2014.-319 с.

3. В.И.Полещук. Задачник по электротехнике и электронике. М. М.Издательский центр«Академия», 2014 г 335.с. .

Дополнительная литература:

1. А.С.Касаткин., М.В.Немцов. Электротехника.М. : Издательский центр «Академия», 2014 г.

2.Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. (2-е-изд., стер.) Уч.пос.НПО. «Академия», 2013-2010.

<https://www.youtube.com/watch?v=NkdU7BpW90c> Трансформаторные подстанции, устройство и принцип работы

<https://yandex.ru/video/preview/2025678450005509007> Комплектное распределительное устройство

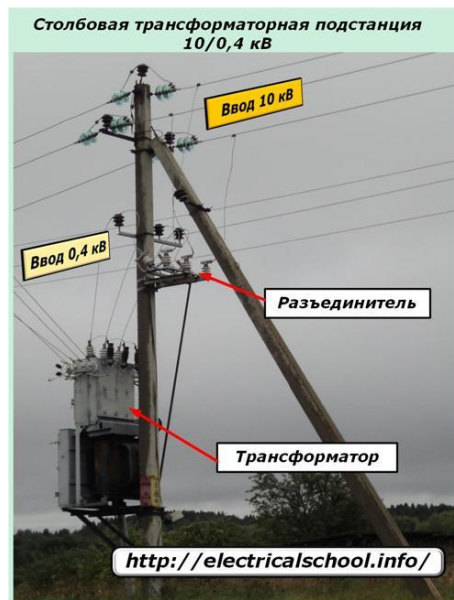
Тема: Основное оборудование и аппаратура трансформаторных подстанций

1. Электрические генераторы и трансформаторы
2. Распределительные устройства
3. Основные понятия о токах короткого замыкания
4. Электрические схемы и компоновка подстанций

1. Электрические генераторы и трансформаторы

Сложная иерархия современных электрических сетей включает в себя огромное количество различного электротехнического оборудования, среди которого трансформаторные подстанции выполняют роль звена, связующего и перераспределяющего электроэнергию. Они располагаются около или внутри населенных пунктов и обеспечивают комфортные условия для проживания людей.

В сельской местности еще можно встретить конструкции старых столбовых подстанций, работающих на открытом воздухе, которые принимают по высокой стороне воздушной линии 10 или 6 кВ и отдают 0,4 подключенным потребителям.



Внутри населенных пунктов с многоэтажными зданиями в целях безопасности чаще применяются кабельные линии, скрытые в земле, а

трансформаторное оборудование располагается внутри специальных построек, закрытых на замки от несанкционированного проникновения.

Здание подобной трансформаторной подстанции, преобразующей напряжение 10 кВ в 0,4 показано на фотографии.



Внешнее отличие габаритов показанных подстанций, преобразующих напряжения одинаковых величин, свидетельствует о том, что они оперируют разными мощностями.

Подобные трансформаторные подстанции (ТП) получают электроэнергию по высоковольтным линиям электропередач 10 кВ (или 6) от удаленных распределительных устройств.

Фотография силового трансформатора, расположенного на ОРУ-110 и осуществляющего преобразование электроэнергии 110 кВ в 10, передаваемое по ЛЭП на ПС-10, показана на очередной фотографии.



Этот трансформатор имеет уже большие габариты и оперирует с мощностями до 10 мегаватт, располагается на открытой, огороженной территории, которая конструкцией оборудования четко разграничена на две стороны:

- высшего напряжения 110;
- низшего — 10 кВ.

Сторона 110 кВ воздушной ЛЭП соединяется с другой подстанцией, которая имеет еще большие габариты и преобразовывает огромные энергетические потоки.

Размеры только вводной опоры единичной воздушной ЛЭП позволяют визуально оценить значительность потоков электроэнергии, пропускаемых через нее.



Приведенные фотографии свидетельствуют, что трансформаторные подстанции в энергетике перерабатывают энергию электричества различных напряжений и мощностей, монтируются разнообразными конструкциями, но имеют общие черты.

2. Распределительные устройства

Распределительным устройством (РУ) называют электроустановку, служащую для приема и распределения электроэнергии и содержащую коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

Распределительные устройства электроустановок предназначены для приема и распределения электричества одного напряжения для дальнейшей передачи потребителям, а также для питания оборудования в пределах электроустановки.

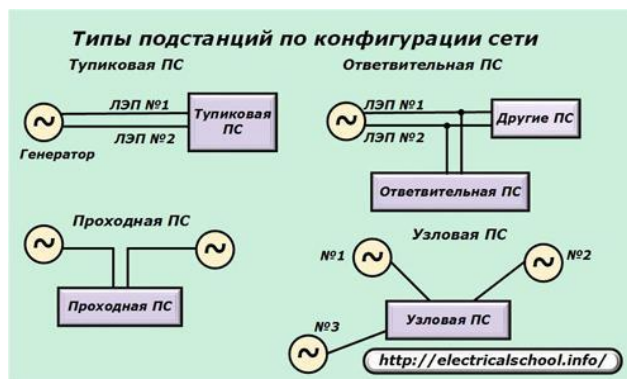
Состав оборудования трансформаторной подстанции

Каждая ПС создается под конкретные условия эксплуатации с расположением:

- на открытом воздухе — открытые распределительные устройства (ОРУ);
- внутри закрытых помещений — ЗРУ;
- в металлических шкафах, встроенных в специальные комплекты — КРУ.

По типу конфигурации электрической сети трансформаторные ПС могут выполняться:

- тупиковыми, когда они запитаны по одной либо двум радиально подключенным ЛЭП, которые не питают другие ПС;
- ответвительными — присоединяются к одной (иногда двум), проходящим ЛЭП с помощью ответвлений. Проходящие линии питают другие подстанции;
- проходными — подключены за счет захода ЛЭП с двухсторонним питанием методом «вреза»;
- узловыми — присоединяются по принципу создания узла за счет не менее чем трех линий.



Конфигурация сети электроснабжения накладывает условия на рабочие характеристики подстанции, включая настройку защит для обеспечения безопасной работы.

Основные элементы ПС

В состав оборудования любой подстанции входят:

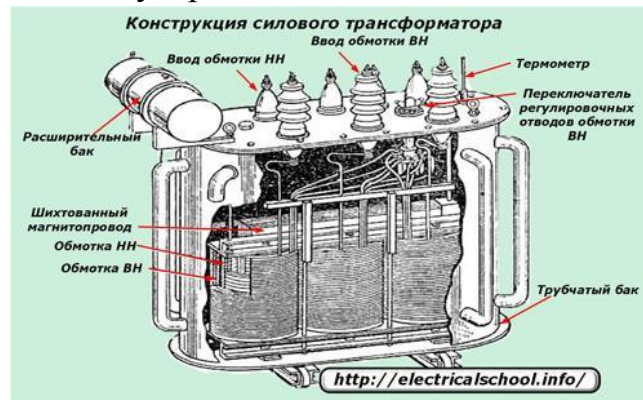
- силовой трансформатор, который непосредственно осуществляет преобразование электроэнергии для ее дальнейшего распределения;
- шины, обеспечивающие подвод приходящего напряжения и отвод нагрузок;
- силовые коммутационные аппараты с токовыми, позволяющие перераспределять электроэнергию;
- системы защит, автоматики, управления, сигнализации, измерения;
- вводные и вспомогательные устройства.

Силовой трансформатор

Он является основным преобразующим элементом электроэнергии и выполняется трехфазным исполнением. В его конструкцию входят:

- корпус, выполненный в форме герметичного бака, заполненного маслом;
- шихтованный магнитопровод;
- обмотки стороны низкого напряжения (НН);
- обмотки вводов высокого напряжения (ВН);
- масляная система;

- переключатель регулировочных отводов у обмоток;
- вспомогательные устройства и системы.



Шины подстанции

Чтобы трансформатор работал к нему надо подвести питающее и отвести преобразованное напряжение. Эта задача возложена на токоведущие части, которые называют шинами и ошиновкой. Они должны надежно передавать электрическую энергию, обладая минимальными потерями напряжения.

Для этого их создают из материалов с улучшенными токопроводящими свойствами и повышенным поперечным сечением. В зависимости от размеров ПС шины могут располагаться на открытом воздухе или внутри закрытого сооружения.

У подстанций, защищенных от воздействия атмосферных осадков, шины обычно делают цельными алюминиевыми или реже медными полосами. На открытом воздухе для них чаще используют многожильные не закрытые слоем изоляции провода повышенного сечения и прочности.



Однако, в последнее время наметился переход на системы шин, устанавливаемые жестко. Это позволяет экономить площадь на ОРУ, металл токоведущих частей и бетон.



Такие конструкции применяются на новых строящихся подстанциях. За их основы взяты образцы, успешно работающие несколько десятилетий в странах Запада на оборудовании 110, 330 и 500 кВ.

3. Основные понятия о токах короткого замыкания

Работа оборудования трансформаторной подстанции происходит в автоматическом режиме под дистанционным наблюдением оперативного персонала. Чтобы предотвратить серьезные повреждения внутри сложной дорогостоящей системы применяются автоматические защитные устройства.

Они имеют чувствительные датчики, которые воспринимают начало возникновения аварийных процессов и, обрабатывая полученную информацию, передают ее на защиты.

Таковыми датчиками могут работать механические приборы, реагирующие на:

- повышение температуры;
- возникновение вспышки света;
- резкое возрастание давления внутри закрытой ячейки;
- образование дыма;
- начало газообразования внутри жидкостей или другие признаки.

Однако, основная нагрузка по определению начала аварийных режимов возложена на электрические устройства — измерительные трансформаторы тока и трансформаторы напряжения.

Они с высокой точностью моделируют электрические процессы, происходящие в первичной схеме силового оборудования и передают их в органы сравнения, которые определяют момент возникновения неисправностей.

Полученный сигнал от них воспринимают логические блоки, обрабатывающие поступившую информацию для передачи исполнительной команды на отключающие устройства конкретных автоматических выключателей.

У малогабаритных трансформаторных подстанций, размещенных внутри крытых сооружений, защиты могут располагаться в отдельной ячейке или шкафу.

На подстанциях, преобразующих напряжение 110 кВ и выше, для размещения релейных вторичных цепей требуется отдельное здание с большим количеством панелей. На них монтируют системы управления, автоматики и защиты:

- каждого трансформатора;
- ошиновки;

- шин;
- отходящих линий;
- пожаротушения.

К этим устройствам подключаются системы сигнализации, работающие в местном и дистанционном режиме для передачи оперативному персоналу достоверных сведений о происходящих коммутациях в электрической сети. Наиболее важная информация о положении ответственных элементов оборудования передается по каналам телесигнализации.

Используемые многие десятилетия релейные защиты постепенно вытесняются микропроцессорными малогабаритными модулями, облегчающими эксплуатацию.

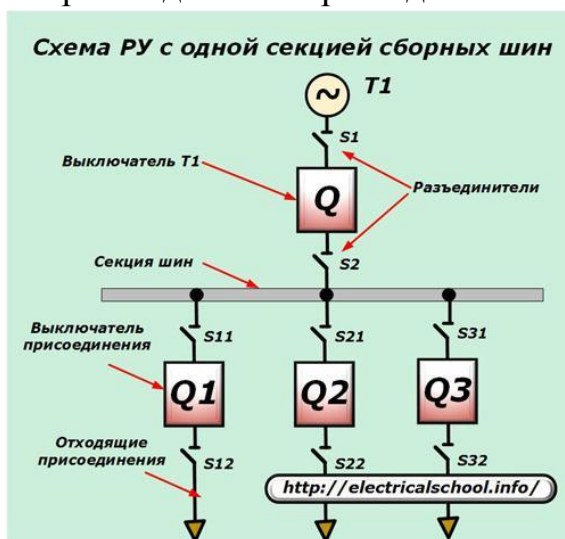
Однако, их массовое использование сдерживается высокой стоимостью и отсутствием точных международных стандартов для всех производителей. Ведь при поломке отдельного специфичного блока пользователю приходится обращаться к конкретному заводу для замены возникшей неисправности.

4. Электрические схемы и компоновка подстанций

Взаимное расположение коммутационных аппаратов и шин

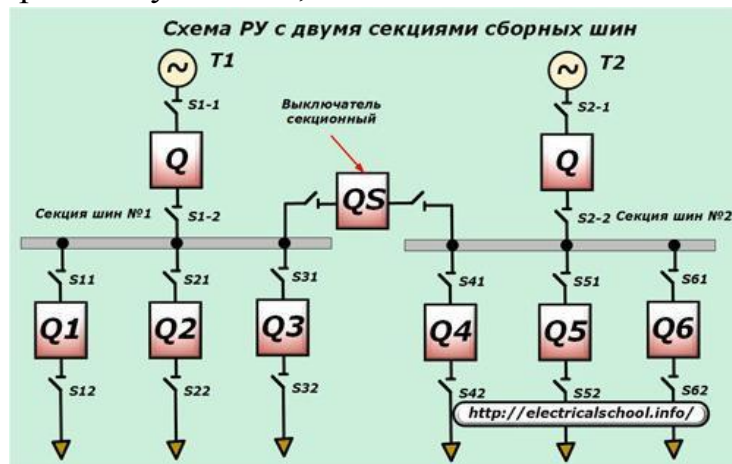
Любая трансформаторная подстанция создается по определенной электрической схеме, предполагающей обеспечение надежной работы, простоты управления в сочетании с минимумом затрат на ввод и эксплуатацию. С этой целью к трансформаторному устройству разными способами подключаются отходящие ЛЭП.

Наиболее простая схема предполагает подключение к ТП посредством силового выключателя Q одной секции шин, от которой отходят все присоединения. Для обеспечения условий безопасного ремонта оборудования выключатели со всех сторон отделяются разъединителями.



Если на ПС много присоединений, когда в схеме используются 2 силовых трансформатора, то может применяться секционирование за счет

использования дополнительного выключателя, который постоянно находится в работе, а при возникновении неисправности на одной из секций разрывает цепь, оставляя в работе ту секцию, где нет поломки.



Использование в такой схеме обходной системы шин, образованной за счет подключения дополнительных выключателей и небольшой корректировки электрических цепей, позволяет переводить любое присоединение на питание от обходного выключателя, безопасно выполнять ремонт и обслуживание собственного.

Контрольные вопросы

1. Что называют распределительным устройством?
2. Что входит в состав оборудования трансформаторной подстанции?
3. Назначение шин
4. Какие функции выполняет силовой трансформатор?
5. Для чего применяются автоматические защитные устройства?

Задание для самостоятельной работы:

1. **Посмотреть видео из списка литературы!!!**
2. Ознакомиться с лекционным материалом
3. Письменно ответить на контрольные вопросы
4. Фотографию прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И., 12.12.2022., группа ХКМ 3/1 «Электротехника и основы электроники»

