

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

AKS — автоматическое повторное включение
BK — тепловой датчик
BL — датчик уровня
BT — датчик температуры
C — конденсатор
CB — конденсаторная батарея
EL — лампа накаливания
F — предохранитель
FV — разрядник (ограничитель перенапряжения)
KA — реле тока
KBS — реле блокировки от многократных включений
KH — реле указательное
KK — реле электротепловое
KL — реле промежуточное
KM — контактор, магнитный пускатель
KQ — реле фиксации положения выключателя
KQS — реле положения выключателя «включено»
KQT — реле положения выключателя «включено»
KSG — реле газовое
KSV — реле контроля цепи напряжения
KT — реле времени
KV — реле напряжения
M — двигатель
PI — счетчик активной энергии
PK — счетчик реактивной энергии
PV — вольтметр
Q — выключатель в силовых цепях
QF — автоматический выключатель
QN — короткозамыкатель
QR — отделитель
QS — разъединитель
QS — рубильник
QSG — заземлитель (заземляющий разъединитель)
QW, Q — выключатель нагрузки
S — аппарат коммутации в цепях управления, сигнализации и измерения
S — рубильник в цепях управления
SA — ключ управления (переключатель)
SB — ключ переключения режима
SF — выключатель автоматический
SQA — вспомогательный контакт выключателя
SQ — выключатель путевой
SQS — вспомогательный контакт разъединителя

SZR — автоматическое включение резерва
 Т — трансформатор
 ТА — трансформатор тока
 TV — трансформатор напряжения
 W — линия электропередач
 Y — электромагнитный замок блокировки разъединителя
 YAC — электромагнит включения
 YAT — электромагнит отключения
 YG — электромагнитный замок блокировки заземляющего разъединителя
 YSQ — электромагнитный замок блокировки тележки выключателя КРУ
 АВНР — автоматический возврат к нормальному режиму
 АВР — автоматическое включение резерва
 ВН — выключатель нагрузки
 ЕК — нагревательный элемент
 ЗРУ — закрытое распределительное устройство
 ИП — источник питания
 КЗ — короткое замыкание
 КРН, КРУН — комплектное распределительное устройство наружной уста-

новки

КРУ — комплектное распределительное устройство
 КРУЭ — комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией
 КСО — камера сборная одностороннего обслуживания
 КТП — комплектная трансформаторная подстанция
 ЛЭП — линия электропередачи
 МЭА — международное энергетическое агентство
 МЭК — Международная энергетическая комиссия
 ОПН — ограничитель перенапряжения (разрядник)
 ПС — подстанции
 Р — измерительный прибор
 РА — амперметр
 РЗ — релейная защита
 РП — распределительный пункт
 РП — ТП — распределительный пункт — трансформаторная подстанция
 РУ НН — распределительное устройство низкого напряжения
 СВ — конденсаторная силовая батарея
 СВ — секционный выключатель
 СР — секционный разъединитель
 Т — силовой трансформатор
 ТЗЛ — земляной трансформатор тока
 ТП — трансформаторная подстанция
 ТСН — трансформатор собственных нужд
 ТЭН — тепловой электрический нагреватель
 УВН — устройство высшего напряжения
 ЦП — центр питания
 ШСВ — шиносоединительный выключатель
 ШСН — шкаф (ящик) собственных нужд
 ЩО — щит с односторонним обслуживанием

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга предназначена для студентов высших учебных заведений и молодых специалистов, окончивших среднее или высшее учебное заведение, нашедших или еще только ищущих работу в электросетевом комплексе, на электрических станциях, в энергетических службах предприятий различного профиля, а также соответствующих проектных организациях. Она будет полезна тем, кто хочет научиться читать электрические схемы, имея самые общие представления об электроустановках, и тем, кто хочет расширить свои профессиональные знания по схемам трансформаторных подстанций распределительных сетей 6–10 кВ.

В настоящее время знаний по вопросам схем ТП у выпускников высших и средних специальных учебных заведений явно недостаточно, чтобы быть готовым к работе по специальности. В связи с переходом на Болонскую систему образования в программах подготовки бакалавров и магистров по направлению «Электроэнергетика» схемы ТП по сути не рассматриваются. В рамках таких дисциплин, как «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Электрические сети и системы» уделять внимание схемам ТП 6–10 кВ возможности нет из-за недостаточного числа часов, отводимых учебными планами на эти курсы, и необходимости рассмотрения в них тем по электроустановкам, более значимым для энергетических систем. Существовавшая во времена СССР система профессиональных училищ в последнее время сильно сократила число подготавливаемых специалистов для электросетевых организаций. Традиционный в прошлом способ передачи знаний от опытных работников работникам начинающим тоже затруднен из-за снижения в профессиональной среде доли образованных специалистов и повышения процента в ней случайных людей из других отраслей техники. Тем, кто давно работает в эксплуатации электрических сетей, и самим не просто разобраться со схемами ТП, оснащенными современной, в том числе и зарубежной, техникой, внедряемой в России.

Не всегда есть возможность получения ответов на многие возникающие у специалистов вопросы по электрическим схемам ТП из технической информации, подготовленной их заводами-изготовителями. Предполагается работа с ней преимущественно квалифицированного персонала. В специализированных магазинах книг по электрическим схемам ТП практически нет.

Сети 6–10 кВ и близкого к ним класса напряжения широко распространены как в России, так и в других странах. Они обеспечивают питание электрической энергией потребителей и в сельской местности, и в городах, на транспорте, местах добычи полезных ископаемых — по сути, везде, где есть необходимость использования электроэнергии. На ТП сетей 6–10 кВ электроэнергия преобразуется по напряжению до 380/220 В. Схемы этих объектов весьма разнообразны. Они зависят от многих факторов, а именно: конфигурации сети, к которой она подключена, количества подключенных к ТП линий 0,4 кВ, категории потребителей электроэнергии, наличия или отсутствия резервного варианта их питания, количества силовых трансформаторов, конструктивного выполнения сетей высшего и низшего напряжения (кабелем, голыми или изолированными проводами), спосо-

ба подключения ТП к сети 6–10 кВ (проходная, тупиковая, от РП), конструктивного выполнения внешней оболочки ТП и т. д.

Для изучения электрических схем ТП необходимо прежде всего знать, какое оборудование на них используется, с какой целью и как оно условно обозначается графически и в буквенно-цифровом виде. Этих обозначений набирается не один десяток, что обусловлено, прежде всего, многообразием специального оборудования и разными способами его показа на отечественных электрических схемах, на которых до недавнего времени они не соответствовали стандартам Международной энергетической комиссии. Переход к схемам, выполняемым по международным стандартам, в России реально начался около 30 лет назад вместе с поставками в нашу страну оборудования зарубежных производителей и соответствующей к нему технической документацией. В приложении книги приводятся обозначения всех устройств, используемых при разработке электрических схем в соответствии с отечественными стандартами [1–5] и со стандартами МЭК. Для читателей будет полезно ознакомиться с систематизированной информацией по условным и графическим обозначениям, собранным в [6, 8].

Для приобретения минимума знаний об электрических аппаратах и токоведущих частях электроустановок читатель может обратиться к испытанным временем книгам [10, 11].

В первом разделе книги рассматриваются различные варианты конфигурации распределительных электрических сетей и способы подключения к ним ТП. В разделах 2–4 рассмотрены примеры электрических схем однотрансформаторных и двухтрансформаторных ТП 6–10 кВ, а также объектов, называемых РП — ТП, оснащенных разной аппаратурой в устройствах высшего напряжения и распределительных устройствах низкого напряжения. Объясняется роль всех элементов электрической схемы, выполняемые ими функции в нормальных условиях и во внештатных ситуациях. Описана работа оборудования под действием релейной защиты и автоматики при разного рода отказах. С автоматическим переходом на работу по резервным схемам, когда это предусмотрено, и автоматическим возвратом установки к нормальному режиму. Рассмотрены схемы резервирования питания от автономного (дизельного) источника.

В пятом разделе книги приводятся описания электрических схем модулей (шкафов, ячеек, щитов, панелей) комплектных низковольтных и высоковольтных распределительных устройств как отечественных, так и зарубежных производителей. Поясняется, как они используются для связи с источником питания РУ, другими его присоединениями, организации связи секций РУ между собой.

Рассмотренные в качестве примеров электрические схемы ТП, РП — ТП, а также материалы по электрическим схемам комплектных низковольтных и высоковольтных распределительных устройств взяты автором из каталогов, распространяемых заводами-изготовителями в бумажном и электронном виде. В списке источников, используемых при подготовке книги, указаны соответствующие сайты и электронные адреса [12–19].

Для более удобного рассмотрения некоторых схем ТП читатели могут воспользоваться соответствующим электронным приложением книги.

У автора книги есть планы продолжить работу по рассмотрению электрических схем подстанций распределительных сетей с высшим напряжением 35–110 кВ и подстанций сетей системообразующих 220–750 кВ. В новой книге по-

мимо схем подстанций, соответствующих типовым стандартным решениям, будут рассмотрены схемы реальных объектов электрических сетей России с описанием их конкретных особенностей, как это сделано в книге «Главные электрические схемы и схемы питания собственных нужд электростанций и подстанций» (издательство «Инфра — инженерия», Вологда, 2020) [21].

Буду благодарен всем тем, кто выскажет свое мнение по данной книге и даст советы по ее улучшению. Их можно послать на адрес электронной почты vismark@yandex.ru.

Автор

1. ВАРИАНТЫ КОНФИГУРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6–10 кВ И СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К НИМ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Электрическая сеть — совокупность линий электропередачи и трансформаторных подстанций. Их различают прежде всего по классу номинального напряжения, роли, выполняемой ею в электроэнергетической системе, свойствам и охвату территории, на которой они находятся, конструктивному исполнению и конфигурации. Сети 6–10 кВ относятся к распределительным сетям. Они обеспечивают питание электрической энергией потребителей и в сельской местности, и в городах, на транспорте, местах добычи полезных ископаемых — по сути, везде, где есть необходимость использования электроэнергии. Конструктивно линии 0,4–10 кВ выполняются кабелем, голыми или изолированными проводами. На ТП сетей 6–10 кВ электроэнергия преобразуется по напряжению до 380/220 В. Схемы этих объектов весьма разнообразны. Они зависят от многих факторов, а именно: величины максимальных нагрузок, подключенных к ТП, количества линий 0,4 кВ, категории потребителей электроэнергии, наличия или отсутствия резервного варианта их питания, способа подключения ТП к сети 6–10 кВ (прямая, тупиковая, от РП), конструктивного выполнения внешней оболочки ТП и т. д.

1.1. ВАРИАНТЫ КОНФИГУРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6–10 кВ

Существует несколько вариантов конфигурации электрических сетей 6–10 кВ: радиальные, магистральные, петлевые (кольцевые), с двусторонним питанием [7, 9]. В реальных условиях распределительная сеть состоит из фрагментов разной конфигурации.

Самой простой можно считать сеть радиальную. В [1] к ней относят совокупность линий, питающих каждая не более одной тупиковой ТП. На рисунке 1.1 к центру питания А подключены три узла нагрузки.

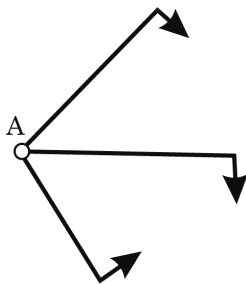


Рис. 1.1
Радиальная сеть

Стрелки обозначают отборы мощности в этих узлах. В сети 6–10 кВ в этих узлах присутствуют ТП. Радиальная сеть с питанием каждого потребителя отдельной линией обеспечивает достаточно высокий уровень надежности их питания,

так как отказы на линиях приводят к отключению только одной ТП (РП). Главный недостаток этой сети – высокие капиталовложения в нее.

С меньшими затратами сооружаются сети магистральные. Они состоят из линий, каждая из которых питает несколько узлов нагрузки. На рисунке 1.2а к ЦП А подключены четыре магистральных линии. На рисунке 1.2б показана магистраль А–f с отпайками (ответвлениями) b–c и d–e. Варианты линий с отпайками характерны для сельских электросетей. На рисунке 1.3а показана петлевая сеть для питания пяти узлов нагрузки, подключенная к разным секциям РУ источника А. На рисунке 1.3б показана сеть с двусторонним питанием четырех узлов нагрузки, подключенная к разным источникам (объектам) A_1 и A_2 . Питание потребителей от двух независимых источников питания, в том числе от разных секций РУ одного и того же объекта, обеспечивает более высокий уровень надежности их электроснабжения. В тех случаях, когда магистральная сеть не имеет секционирующих линий выключателей (выключателей нагрузки или реклоузеров), все подключенные к линии группы потребителей одновременно отключаются при отказах на ней. Помимо увеличения зоны отключения, в магистральных сетях сложнее поиск поврежденного участка линии.

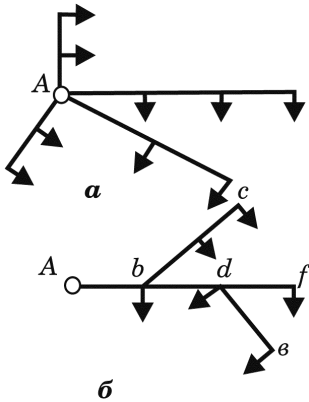


Рис. 1.2

Магистральная сеть:
а — без отпайки; б — с отпайками.

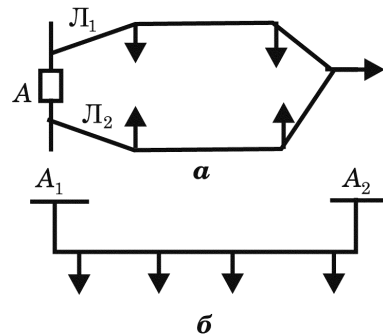


Рис. 1.3

Замкнутые сети:
а — петлевая; б — с двусторонним питанием.

На рисунке 1.4. показана сложно-замкнутая сеть для питания шести узлов нагрузки. Сеть подключена к двум источникам A_1 и A_2 . Как правило, такая сеть сооружается в несколько этапов.

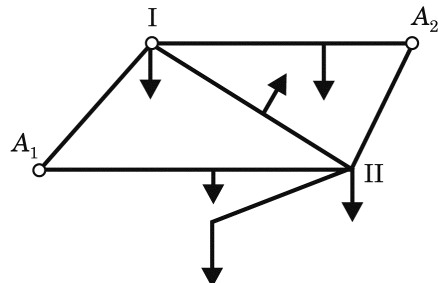


Рис. 1.4

Сложно-замкнутая сеть

Радиальные и магистральные линии или некоторые участки последних могут выполняться двумя цепями, что значительно повышает надежность питания потребителей. На рисунке 1.5 показаны два варианта работы парных радиальных линий: разомкнутый и замкнутый.

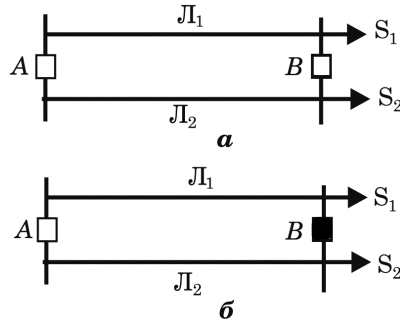


Рис. 1.5

Парные радиальные линии:

а — разомкнутый вариант; б — замкнутый вариант.

Показанные на этом рисунке варианты характерны для питания так называемых распределительных пунктов. При раздельной работе линий отключенный в нормальных условиях выключатель В включается или от автоматического ввода резервного питания, или вручную оперативным персоналом.

Упрощенные варианты изображения парных линий сети показаны на рисунке 1.6. Пример парной радиальной линии для питания ТП представлен на рисунке 1.8 (линии W_2 , W_3). Пример парной магистральной линии для питания ТП представлен на рисунке 1.9 (линии W_1 и W_2).

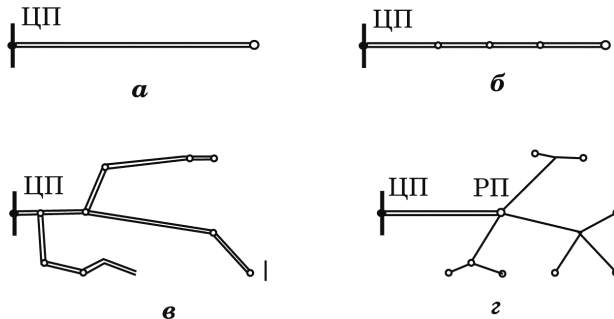


Рис. 1.6

Варианты использования парных линий:

а — радиальная; б — магистральная без отпаек; в — магистральная с отпайками; г — питания РП.

1.2. ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПОДСТАНЦИЙ 6–10/0,4 КВ К РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Самыми массовыми ТП распределительной сети 6–10/0,4 кВ являются однотрансформаторные подстанции. Они используются для питания электроэнергией потребителей второй и третьей категории, допускающих перерывы питания на время до 24 ч. Менее распространены ПС двухтрансформаторные. Они обеспечи-

вают питание потребителей более ответственных (первой и второй категории), перерыв питания которых допустим на время работы АВР или на время, необходимое для перехода к резервной схеме питания потребителей после выполнения переключений оперативным персоналом. Однотрансформаторная подстанция получает электроэнергию, как правило, от одного источника (центра) питания по одной единственной линии электропередачи. Двухтрансформаторные ТП получают электроэнергию от двух независимых источников питания по двум линиям электропередачи. Независимыми источниками питания могут быть разные объекты электроэнергетической системы, системы или секции сборных шин РУ одного и того же центра питания.

На рисунке 1.7 показаны примеры подключения устройств высшего напряжения ТП к линиям электропередачи. Сами УВН на этом рисунке условно обозначены горизонтальными линиями. На рисунках 1.7а и 1.7г по радиальным линиям получают питание так называемые тупиковые ТП. На рисунках 1.7б и 1.7д к магистральным линиям подключаются отпаечные и тупиковые ТП соответственно однотрансформаторные и двухтрансформаторные. На рисунках 1.7ж и 1.7и к магистральным линиям с двусторонним питанием подключаются только отпаечные ТП соответственно однотрансформаторные и двухтрансформаторные. На рисунках 1.7в и 1.7е к магистральным линиям подключаются проходные и тупиковые соответственно однотрансформаторные и двухтрансформаторные ТП. На рисунке 1.7з к магистральной линии подключаются только проходные двухтрансформаторные ТП. На рисунках 1.7к и 1.7л показаны варианты сети соответственно с одним и двумя РУ — ТП. Схемы УВН отпаечных и тупиковых ТП одинаковые. Для проходных ТП набор оборудования УВН другой. В нем устанавливают, кроме других, аппараты, позволяющие секционировать ЛЭП.

На приведенных ниже рисунках показано, как подключаются однотрансформаторные и двухтрансформаторные ТП к радиальным, магистральным и петлевым линиям.

На рисунке 1.8 показаны варианты питания шестью радиальными линиями четырех тупиковых однотрансформаторных ТП и одной (с Т2 и Т3) двухтрансформаторной. Центром питания этой сети является распределительное устройство 10 кВ, состоящее из двух секций. В нормально установленной схеме секционный выключатель (QB) отключен. Выключатели отходящих линий W1–W6 включены. Отключенное положение всех электроаппаратов в РУ 10кВ и на ТП соответствует правилам их показа на принципиальных (не оперативных) электрических схемах. На рисунках 1.8–1.10 не показаны предохранители в цепи трансформатора ТП. Крайне редкий в настоящее время вариант. В состав оборудования УВН современных ТП предохранитель входит всегда для защиты трансформатора от коротких замыканий. На тупиковых и отпаечных ТП в устройстве высшего напряжения устанавливается только один комплект оборудования для присоединения к сети высшего напряжения. На проходных — два комплекта.

Применение комплекта оборудования УВН без предохранителя возможно только для радиальных схем и обеспечении при этом необходимой чувствительности релейных защит линий ко всем отказам в трансформаторах ТП. Для магистральных и петлевых сетей вариант без предохранителя в УВН ТП не всегда допустим, поскольку при отказах в любом трансформаторе отключается вся маги-

страль. Это критично при преобладании подключенных к магистрали однострансформаторных ТП и невозможности быстрой локализации зоны отказа оперативным персоналом. Вместе с тем наличие предохранителей в УВН ТП повышает вероятность неселективного отключения трансформатора при отказах в РУ НН и подключенной к нему сети.

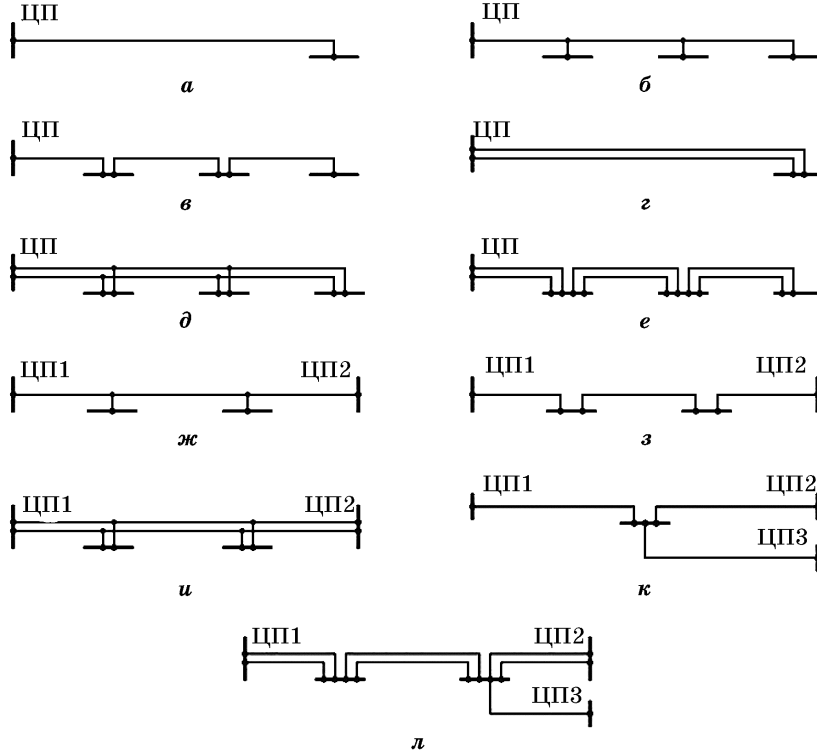


Рис. 1.7

Варианты схем подключения ТП:

а и г — тупиковые; в, е и з — проходные; б, д, ж и и — отпаечные; к и л — РП — ТП.

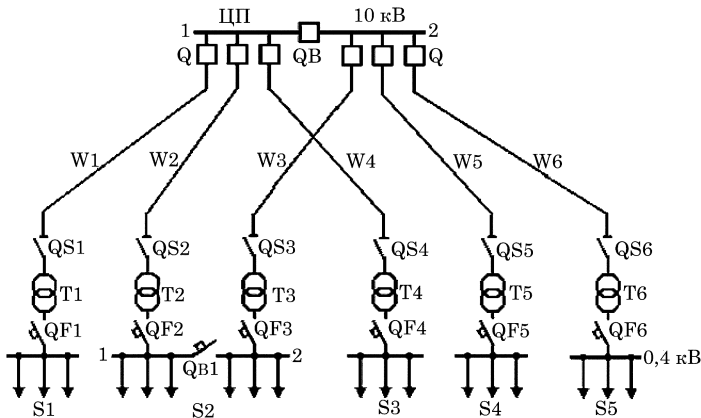


Рис. 1.8
Пример радиальной
сети

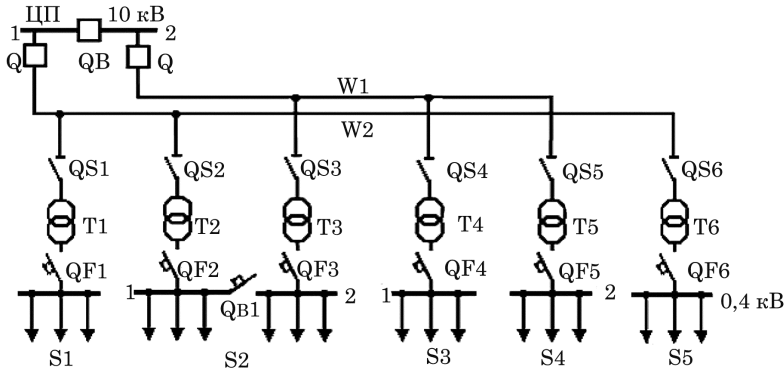


Рис. 1.9
Пример магистральной сети

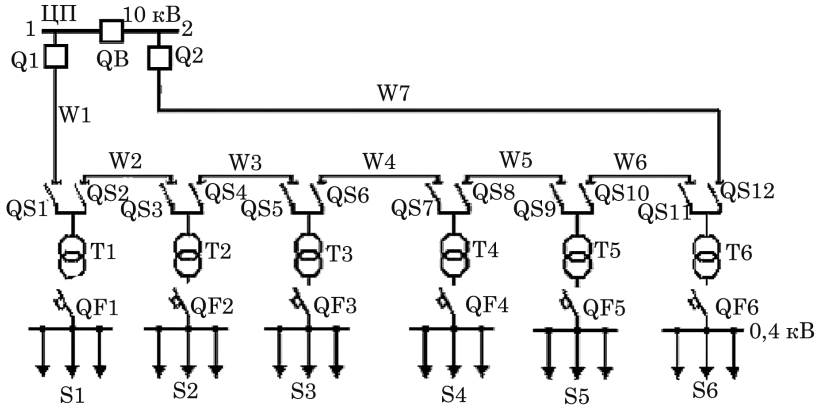


Рис. 1.10
Пример петлевой сети

На рисунке 1.9 показаны варианты питания двумя магистральными линиями двух тупиковых однитрансформаторных ТП (с Т5 и Т6) и двух отпаечных однитрансформаторных ТП (с Т1 и Т4). ТП с Т2 и Т3 — отпаечная двухтрансформаторная. На рисунке 1.10 показан вариант петлевой сети, в которую входят семь линий и шесть проходных однитрансформаторных ТП. В такой схеме отключение любой линии не приводит к отключению подстанций. Выводимый из работы участок сети отключается от сети двумя секционирующими сеть аппаратами. В настоящее время такими аппаратами являются выключатели нагрузки. Режим работы петли может быть разным. Контур обычно разомкнут. От места ее замыкания зависит величина потерь электроэнергии в сети. Отказ от режима замкнутой петли приводит к уменьшению потери электроэнергии в сети, и к снижению уровня токов КЗ в ней.

На рисунке 1.11 показан условный пример секционированной электроаппаратами магистральной линии, к трем основным участкам которой подключено шесть отпаечных ТП и одна тупиковая (крайняя справа) ТП. Еще одна (тупиковая) ТП подключена к отпайке от магистрали через электрический аппарат, обозначенный на рисунке 1.11 как С2. Буква С на рисунке отражает функциональ-

ное назначение аппарата — секционирующий. Другими словами — делящий на части. Их присутствие позволяет сократить зону отключения ТП при КЗ на участках линии. Линия на ПС коммутируется аппаратом, который называется реклоузером — Р. Он обеспечивает автоматическое отключение КЗ в любом элементе линии и автоматическое повторное включение ее с минимальной выдержкой времени (1–1,5 с). С2 предназначен для автоматического отключения отпайки при отсутствии на нем напряжения со стороны источника питания. При КЗ на отпайке от основной части линии отключается в конечном итоге только одна ТП с сохранением питания всех остальных. Кроме того, секционирование сети упрощает поиск места повреждения на линиях с разветвленной конфигурацией. Секционирующими сеть аппаратами могут быть силовые выключатели, реклоузеры, выключатели нагрузки или разъединители. УВН всех ТП на рисунке 1.11 показано упрощенно. На нем в УВН нарисованы только защитные предохранители.

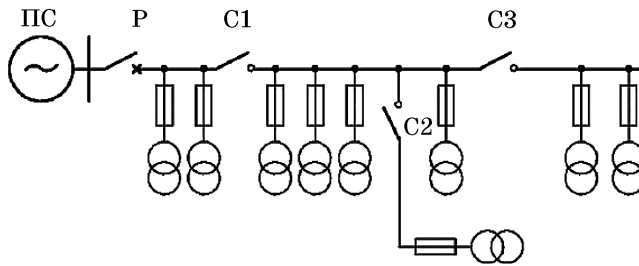


Рис. 1.11

Пример магистральной ЛЭП с отпайкой

1.3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

К основному электрооборудованию трансформаторных подстанций относят прежде всего трансформаторы, обеспечивающие преобразование электроэнергии с большего напряжения на меньшее, а также устройства компенсации реактивной мощности, необходимой для работы главным образом двигательной нагрузки потребителей.

На ТП 6 (10) кВ используются в основном трансформаторы с масляной изоляцией. Маслом заполняются баки трансформаторов. В этих устройствах оно является и изолирующей, и охлаждающей средой. Менее распространенными в настоящее время в России являются трансформаторы с негорючим жидким диэлектриком и трансформаторы с воздушной изоляцией. Вид изоляции трансформаторов определяет особенности схем их релейных защит.

В качестве устройств компенсации реактивной мощности на ТП используются батареи статических конденсаторов (БСК).

В УВН и РУ НН ТП (РП — ТП) могут использоваться следующие электроаппараты:

- высоковольтные выключатели, предназначенные для коммутаций (включения или отключения) цепей в эксплуатационных режимах и в режимах КЗ;

- выключатели нагрузки, предназначенные для коммутации цепей под нагрузкой в эксплуатационных режимах;
- предохранители, которые предназначены для коммутаций (отключения) цепей в режимах КЗ;
- разъединители, которые предназначены для коммутации предварительно обесточенной цепи с целью создания в ней видимого разрыва;
- заземляющие разъединители (ножи), предназначенные для преднамеренного соединения заземляющего устройства ТП с конкретной точкой ее электрической схемы для обеспечения безопасных условий проведения работ электроперсоналом;
- ограничители перенапряжений или разрядники, обеспечивающие защиту электрооборудования ТП от атмосферных или коммутационных перенапряжений;
- измерительные трансформаторы тока, предназначенные для преобразования токов в цепях установки с их истинных значений до значений, удобных для измерений (1 или 5 А) и подключения к ним помимо измерительных приборов (амперметров, счетчиков активной и реактивной энергии ваттметров и варметров) токовых реле;
- измерительные трансформаторы напряжения, предназначенные для преобразования напряжений в цепях установки с их истинных значений до значений, удобных для измерений (100 или $100/\sqrt{3}$ В) и подключения к ним помимо измерительных приборов (вольтметров, счетчиков активной и реактивной энергии ваттметров и варметров) также реле напряжений.

Стандартный набор оборудования в устройстве высшего напряжения — это разъединитель с одним комплектом заземляющих ножей со стороны трансформатора для создания видимого разрыва цепи, который необходим при выводе из работы (ремонте) оборудования ТП, предохранители, обеспечивающие защиту трансформатора от коротких замыканий, разрядники или ограничители перенапряжений, если не исключается вероятность их появления. Такой вариант УВН показан на рисунках 2.1, 2.2. и др. Если токи холостого хода трансформатора превышают допустимые токи коммутации разъединителя, то последовательно с разъединителем устанавливается выключатель нагрузки со стороны трансформатора. На тупиковых и отпаечных ТП в УВН устанавливается только один комплект оборудования для присоединения к сети высшего напряжения. На проходных ТП помимо разъединителя или выключателя нагрузки в цепи трансформатора устанавливают также два выключателя нагрузки в цепях обеих ЛЭП, которые позволяют коммутировать отдельные участки линии, не отключая сеть полностью от источника питания. Примеры таких схем УВН показаны на рисунках 2.9, 2.13.

Специфическим оборудованием РУ НН ТП являются следующие электрические аппараты:

- автоматические низковольтные выключатели, которые предназначены для коммутаций цепей в эксплуатационных режимах и в режимах КЗ;
- рубильники (разъединители), которые могут коммутировать обесточенные или слабо нагруженные цепи;

- разъединители (рубильники) — предохранители, сочетающие в себе свойство защитного аппарата и аппарата для создания видимого разрыва цепи;
- контакторы, которые предназначены для часто повторяющихся включений и отключений нагруженной током цепи, имеющие соответствующую обмотку управления;
- ключи управления (переключатели), дающие возможность выбора варианта замыкания цепи управления.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru