

Вырабатываемая станциями электрическая энергия поступает к месту потребления через систему взаимосвязанных передающих, распределяющих и преобразующих электроустановок.

Передача электроэнергии осуществляется по воздушным линиям электропередачи с напряжением от нескольких сот до сотен тысяч вольт. Электрическая энергия по системным воздушным сетям передается с напряжением 35, 110, 150, 220 кВ и выше по шкале номинальных напряжений.

Установки, служащие для приема и распределения электроэнергии, называются распределительными устройствами (РУ). Они содержат коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и другие), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

К РУ относятся центры питания (ЦП), распределительные пункты (РП), распределительные линии (РЛ).

Центром питания называются РУ генераторного напряжения электростанции или РУ вторичного напряжения понижающей подстанции энергосистемы с системой регулирования, к которым присоединяются распределительные сети конкретного района.

Распределительным пунктом называется подстанция промышленного предприятия или городской электрической сети, предназначенная для приема и распределения электроэнергии с одним напряжением без ее преобразования.

Распределительной называется линия, питающая ряд трансформаторных подстанций от ЦП или РП а также крупные электроустановки.

Распределительные устройства могут быть открытые (ОРУ – все или основное оборудование расположено на открытом воздухе) и закрытые (ОЗРУ – оборудование расположено в здании). Особо надо выделить наиболее распространенные комплектные распределительные устройства (КРУ), состоящие из полностью или частично закрытых шкафов либо блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и автоматики, поставляемые в собранном или полностью подготовленном для сборки виде и выпускаемые как для внутренней, так и для наружной установки.

Подстанцией называют электроустановку, служащую для преобразования и распределения электроэнергии и состоящую из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств, устройств управления и вспомогательных сооружений.

Подстанция, на которой напряжение переменного тока преобразуется с помощью трансформатора, называется **трансформаторной (ТП)**. Если напряжение переменного тока на ТП преобразуется в более низкое, ее называют **понижающей**, а если в более высокое — **повышающей**.

На трансформаторных подстанциях устанавливают трансформаторы, служащие для изменения напряжения. Одновременно с трансформацией напряжения обычно изменяется и число линий. Например, подходят к ТП одна или две линии высокого напряжения, а отходят от нее несколько линий низкого напряжения.

Различают два типа трансформаторных подстанций: **открытые**, в которых основное оборудование располагается на открытых площадках, и **закрытые**, оборудование которых размещается в помещениях.

Если на подстанции трансформация напряжения не производится, а изменяется только число линий, то она называется **распределительной**.

Преобразовательные подстанции служат для выпрямления переменного тока или преобразования постоянного тока в переменный.

На всех подстанциях устанавливают аппараты для переключения электрических сетей и различные контрольно-измерительные приборы.

Электрические сети подразделяются по напряжению на сети низкого — до 1 кВ и высокого — более 1кВ напряжения.

Большинство промышленных предприятий получают электроэнергию от подстанций. На подстанциях устанавливается два и более трансформаторов, через которые энергия от энергосистемы по линиям высокого напряжения (35, 110 или 220 кВ) передается на секционированные рабочие (или резервные) шины с напряжением 6... 10 кВ.

Подстанция, питающаяся непосредственно от энергетической системы (либо заводской электростанции), называется **главной понижающей подстанцией (ГПП)** предприятия, а подстанция, на которой напряжение понижается непосредственно для питания электроприемников одного или нескольких цехов, — **цеховой трансформаторной подстанцией (ТП)**.

Трансформаторные и преобразовательные подстанции, как и распределительные устройства, поставляются **комплектными (КТП, КПП)** в собранном или полностью подготовленном для сборки виде.

Измерение тока и напряжения на шинах распределительных устройств и в электрических цепях производится **с помощью трансформаторов тока или трансформаторов напряжения**, служащих для понижения тока или напряжения первичных цепей электроустановок переменного тока, а также для питания катушек измерительных приборов, устройств релейной защиты и автоматики, присоединяемых к их вторичным обмоткам.

Применение измерительных трансформаторов позволяет:

измерять любые напряжения и токи обычными измерительными приборами со стандартными обмотками, рассчитанными на напряжение 100 В и ток 5 А;

отделять измерительные приборы и реле от напряжений свыше 380 В, обеспечивая безопасность их обслуживания.

Первичная обмотка измерительного трансформатора находится под воздействием измеряемой величины, а вторичная – замкнута на измерительные приборы и приборы защиты.

Прикосновение к измерительным приборам, непосредственно включенным в цепь высокого напряжения, опасно для человека, поэтому в этом случае измерительные приборы и аппаратура автоматической защиты (реле) включаются во вторичную цепь измерительных трансформаторов, связанную с цепью высокого напряжения только через магнитный поток в сердечнике. Кроме того, измерительные трансформаторы служат для расширения пределов измерения приборов переменного тока, подобно добавочным резисторам и шунтам. Применение измерительных трансформаторов с различными коэффициентами трансформации позволяет использовать приборы со стандартными пределами измерений (100 В и 5 А) при определении самых различных напряжений и токов.

Различают два вида измерительных трансформаторов: трансформаторы напряжения и трансформаторы тока.

Трансформаторы напряжения питают обмотки напряжения измерительных приборов и реле (вольтметров, частотомеров, счетчиков, ваттметров, реле напряжения, мощности и др.) в установках с напряжением 380 В и выше. Трансформаторы тока питают токовые обмотки измерительных приборов и реле (амперметров, счетчиков, ваттметров, реле тока, мощности и др.).

Источниками электроснабжения большинства промышленных предприятий являются энергетические системы, но некоторые предприятия получают энергию от собственных заводских электростанций. Выработка и распределение энергии в пределах предприятия от собственных электростанций производится в основном в генераторном режиме с напряжением 6 и 10 кВ.

Принципиальную схему передачи и распределения электрической энергии см. на рис. 1.5.

Электрические цепи распределительных устройств и подстанций могут быть первичными и вторичными.

К первичным цепям относятся шиноустройства и токоведущие части аппаратов, соединяемые в определенной последовательности.

Ко вторичным относятся цепи, с помощью которых в первичных цепях РУ подстанций осуществляются электрические измерения, релейная защита, сигнализация, дистанционное управление и автоматизация, т. е. вторичные цепи обеспечивают контроль, защиту, удобное и безопасное обслуживание первичных цепей.

На принципиальных схемах первичных цепей показывают все основные элементы электроустановки: шиноустройства, разъединители, выключатели, предохранители, трансформаторы, реакторы и др., а также соединения между ними. Кроме того, чтобы лучше представить себе работу установки и ее отдельных участков, в первичных схемах обычно показывают без электрических соединений основные приборы и аппараты вторичных цепей, измерительные приборы, приборы релейной защиты и автоматики.

Современные РУ могут иметь различные схемы соединений. На рис. 13.1 приведены упрощенные (без изображения приборов защиты и измерения) принципиальные схемы присоединений вводов, распределительных и отходящих линий к главным шинам РУ.

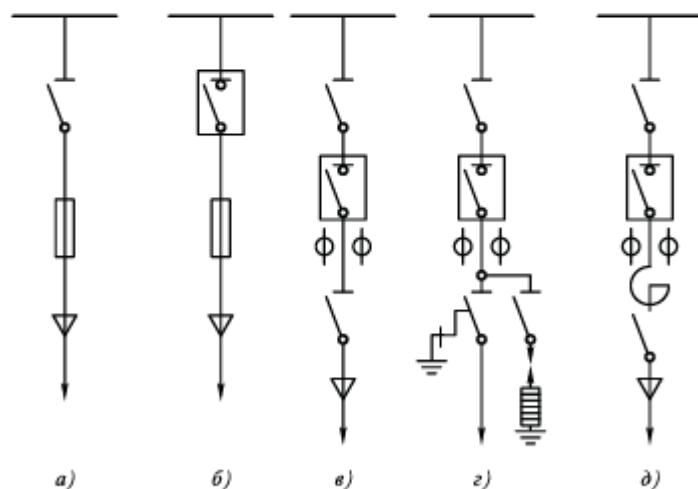


Рис. 13.1. Принципиальные схемы линейных присоединений к главным шинам РУ:

a – через разъединитель и предохранители; *б* – с выключателем нагрузки; *в* – с выключателем мощности; *г* – с выключателем, разрядниками и разъединителями с заземляющими ножами; *д* – с реактором

Линия, приведенная на рис. 13.1, *а*, присоединяется к главным шинам РУ через плавкие предохранители, которые защищают ее от сверхтоков, и шинный разъединитель, служащий для отсоединения ее в случае необходимости.

Включать и отключать разъединителем линию под нагрузкой нельзя, т. е. надо убедиться в том, что нагрузка со стороны потребителя снята. Кроме того, необходимо помнить, что отключение свободной от нагрузки линии связано с разрывом ее зарядного тока, который тем больше, чем длиннее линия.

Установленный вместо разъединителя выключатель нагрузки (см. рис. 13.1, *б*) позволяет отключать и включать линию при нагрузке в пределах номинальной.

На рис. 13.1, *в* изображен выключатель, который позволяет включать и отключать линию при любых условиях: при нормальных нагрузках, перегрузках и коротких замыканиях. В этом случае на присоединении устанавливаются измерительные трансформаторы тока, а линейный и шинный разъединители служат для снятия напряжения с выключателя и трансформаторов тока при осмотре, ремонте, проверке и других работах. Так как действия с разъединителями возможны только при отключенном выключателе, который разрывает цепь тока, порядок отключения линии следующий: сначала отключают выключатель, затем линейный разъединитель и наконец шинный разъединитель. Порядок включения линии обратный. Такой вариант присоединения к РУ применяется для линий с большими нагрузками и большим током короткого замыкания.

На рис. 13.1, *г* показано присоединение, аналогичное изображенному на рис. 13.1, *в*, но с линейным разъединителем, имеющим заземляющие ножи, и разрядниками. Обычно такая схема применяется для присоединения воздушных линий. Заземляющие ножи в этом случае служат для заземления и закорачивания линии после отключения, так как в отключенной линии возможно возникновение электрических зарядов, индуктируемых атмосферным электричеством или рядом проложенными линиями. Разрядники предназначены для отвода в землю электрических зарядов атмосферного электричества, создающих во включенной линии значительные перенапряжения, опасные для всей установки. В открытых РУ разрядники присоединяются непосредственно к главным шинам.

Схема присоединения силового трансформатора небольшой мощности с первичным напряжением 6 кВ и вторичным 0,4/0,23 кВ показана на рис. 13.2. Для отключения этого трансформатора от сети служит шинный разъединитель (отключение должно производиться только при холостом ходе трансформатора); защита от высокого и низкого напряжений выполняется плавкими предохранителями.

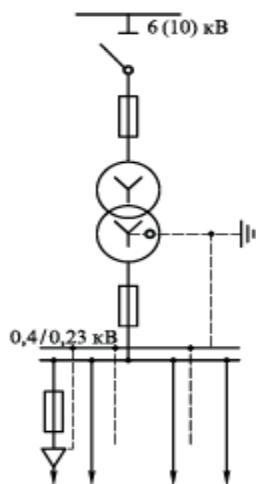


Рис. 13.2. Схема присоединения силового трансформатора мощностью до 400 кВ·А

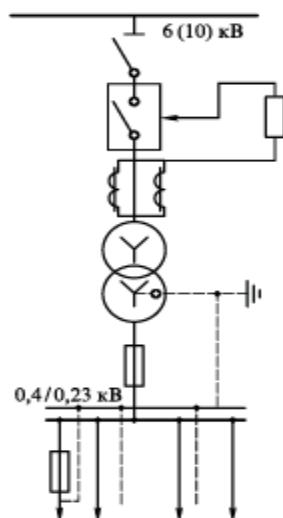


Рис. 13.3. Схема присоединения силового трансформатора мощностью выше 400 кВ·А

На рис. 13.3 показано присоединение более мощного силового трансформатора. В эту схему входят выключатель, предназначенный для оперативных переключений, и релейная защита (РЗ), приборы которой получают питание от измерительных трансформаторов тока.

Применение комплектных распределительных устройств и трансформаторных подстанций позволяет сократить сроки монтажных работ, снизить их стоимость и улучшить качество.

Вопросы для самоконтроля

- I.
 1. Как осуществляется передача электрической энергии?
 2. Что такое распределительные устройства?
 3. Дайте определения центра питания, распределительного пункта, распределительной линии.
- II.
 1. Дайте определение подстанции.
 2. Какие типы трансформаторных подстанций вы знаете?
 3. Для чего служат трансформаторы?
 4. На какое напряжение рассчитываются электрические сети?
- III.
 1. Поясните принципиальную схему передачи и распределения электроэнергии.
 2. Поясните схему линейных присоединений к главным шинам, РУ.
 3. Каковы основные элементы трансформаторных подстанций?
 4. Поясните схему присоединения силового трансформатора мощностью до 400 кВ·А.