



УДК 621.321

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ

А. М. Ланкин

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск

В данной статье проведен обзор существующих видов электрических подстанций, их особенности и принципиальные отличия друг от друга. Подтверждено, что основными и неотъемлемыми функциональными элементами электрических подстанций являются силовые масляные трансформаторы и высоковольтные электромагнитные выключатели.

Ключевые слова: электрические подстанции, функциональная диагностика, экспресс-контроль, силовой масляный трансформатор, высоковольтный электромагнитный выключатель.

REVIEW OF EXISTING ELECTRIC SUBSTATIONS

A. M. Lankin

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article provides an overview of the existing types of electrical substations, their features and fundamental differences from each other. It has been confirmed that the main and integral functional elements of electrical substations are power oil transformers and high-voltage electromagnetic switches.

Keywords: electrical substations, functional diagnostics, express control, power oil transformer, high-voltage electromagnetic switch.

Электрической подстанцией называют электроустановку, служащую для преобразования и распределения электроэнергии и состоящую из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительного устройства, устройства управления и вспомогательных сооружений.

В зависимости от функции они называются трансформаторными (ТП) или преобразовательными (ПП). Подстанцию называют комплектной — КТП (КПП) — при поставке трансформаторов (преобразователей), щита низкого напряжения и других элементов в собранном виде или в виле, полностью подготовленном для сборки.

Электрические подстанции служат для приема, преобразования и распределения электроэнергии, выполняются на все ступени напряжения, могут быть повышающими если находятся в непосредственной близости от электростанций и преобразуют для передачи от них в сеть электроэнергию более высокого напряжения) или понижающими (к ним относится подавляющее число подстанций, от которых осуществляется электроснабжение потребителей).

Назначение, мощность и уровни напряжения электрической подстанции определяются схемой и конфигурацией электрической сети, в которой она эксплуатируется, характером и нагрузками присоединенных потребителей электроэнергии.

Различают в основном следующие виды электрических подстанций [1-3]:

- тупиковые (концевые);
- ответвительные, присоединенные к проходящим вблизи ВЛ;
- промежуточные, служащие для питания своих потребителей;
- транзитные (в большом числе случаев — узловые), предназначенные не только для питания потребителей, но и для передачи потоков мощности в смежные сети своей и соседних энергосистем;



-преобразовательные — для передачи и приема электрической мощности на постоянном токе;

-тяговые — для питания электротяговых сетей.

Конструктивно распределительные устройства электрических подстанций могут выполняться открытыми (основное оборудование располагается на открытом воздухе) или закрытыми (в городских условиях, в местах с неудовлетворительными условиями окружающей среды), по своей ведомственной принадлежности подстанции находятся в ведении энергосистем или промышленных и других потребителей электроэнергии.

1. Электрические подстанции переменного тока с высшим напряжением 330, 500, 750 кВ, 150 кВ и некоторая часть подстанций 220 кВ с развитой схемой электрических соединений, оснащенные синхронными компенсаторами 50—100 МВ·А и выше с открытым распределительным устройством, большим числом трансформаторов, выключателей и другого оборудования высокого напряжения, размещаются на больших площадях, требуют присутствия постоянного дежурного персонала высокой квалификации и широко развитой дистанционной и телемеханической информации. С помощью этих подстанций, как правило, осуществляются межсистемные связи, образующие объединенные и Единую энергосистемы [1].

2. Подстанции 6 - 10 кВ городского, поселкового и сельского назначения, обслуживаемые оперативно-выездными бригадами.

3. Узловая распределительная подстанция, сокращенно УРП - это такая центральная подстанция, на которую от энергосистемы подается электроэнергия при напряжении от 110 до 220 кВ, и где она распределяется, с частичной трансформацией или вообще без трансформации, по подстанциям глубокого ввода при напряжениях от 35 до 220 кВ, расположенным на территории промышленного предприятия [2].

Чаще всего узловые распределительные подстанции находятся в ведении организации, осуществляющей электроснабжение, поэтому и размещаются эти подстанции вне предприятия, но вблизи него.

Когда УРП определено предназначена для питания нескольких подстанций глубокого ввода, на одном предприятии, то рассматривают возможность размещения УРП на территории этого предприятия, и тогда эксплуатация подстанции ложится на плечи персонала предприятия.

4. Главная понизительная подстанция, сокращенно ГПП, - это подстанция, рассчитанная на входное напряжение от 35 до 220 кВ, которая получает питание напрямую от районной энергетической системы, и распределяет электрическую энергию по предприятию, но уже при сильно пониженном напряжении.

ГПП считается одним источником, если питается по одной двухцепной линии, и двумя источниками, если питается по двум одноцепным линиям (на разных опорах) или по двум кабельным линиям, проложенным по разным трассам. ТЭЦ можно принять за несколько источников питания, если при выходе из строя генератора или при аварии на секции остальные секции (генераторы) продолжают работать.

5. Подстанция глубокого ввода, сокращенно ПГВ, - это подстанция, на которую подается напряжение от 35 до 220 кВ, обычно она выполнена с применением упрощенных схем коммутации на стороне первичного напряжения, и



получает питание или от энергетической системы напрямую, или от центрального распределительного пункта на самом предприятии.

Предназначение ПГВ — питание группы установок конкретного предприятия или какого-то отдельного объекта на этом предприятии. Схемами с глубоким вводом называют схемы электроснабжения с подстанциями глубокого ввода.

Подстанции глубоких вводов располагаются вблизи наиболее крупных энергоёмких производств и корпусов с концентрированной нагрузкой, например, прокатные и электросталеплавильные цехи; сталепроволочные и крепежно-калибровочные блоки метизных заводов; обогатительные фабрики и ряд других производств.

6. Трансформаторный пункт, сокращенно ТП, - это подстанция с первичным напряжением, равным 35 кВ, 10 кВ или 6 кВ, которая питает напряжением 230 и 400 В непосредственно приемники электроэнергии [3]. Иначе эти подстанции, в электрических сетях промышленных объектов, именуют цеховыми подстанциями.

Трансформаторные пункты часто выполняют сегодня из комплектных трансформаторных подстанций. Число трансформаторов может здесь варьироваться. Когда питаются потребители 3 категории, то, как правило, устанавливается один трансформатор. Когда в районе сконцентрирована значительная мощность нагрузки на 380 / 220 вольт, или, когда питаются потребители 2 и 1 категорий, то трансформаторов ставится два.

Способы присоединения трансформаторных подстанций к питающим линиям различны, и подразделяются подстанции по этому признаку на:

- Тупиковые трансформаторные подстанции;
- Проходные трансформаторные подстанции;
- Ответвительные трансформаторные подстанции.

На тупиковую подстанцию питание подается отдельной линией. Для питания тупиковых подстанций используются радиальные схемы питания, либо такая подстанция является последней в магистральной схеме с питанием односторонним.

Для проходных подстанций характерно включение в расщепку (в проход) магистральной линии питания, когда имеют место как вход, так и выход линии. Ответвительные подстанции подключаются через ответвления от питающих линий

Трансформаторные подстанции бывают сборными или комплектными. Комплектные трансформаторные подстанции, сокращенно КТП, состоят полностью из комплектных узлов. Их изготавливают на заводах, затем доставляют этими узлами на место установки, то есть демонтаж оборудования здесь не требуется. На месте уже блоки, узлы и присоединения монтируют, подключают к питающим сетям.

КТП широко применяются на производственных предприятиях, где их устанавливают внутри или снаружи (КТПН). Сборные подстанции изготавливают на заводах отдельными элементами, затем на месте элементы собирают и монтируют.

- Любая трансформаторная подстанция включает в себя три главных блока:
- Распределительное устройство низшего напряжения;
- Трансформатор;



Распределительное устройство высшего напряжения.

Зачастую для приема электроэнергии служат распределительные устройства высокого напряжения (РУВН), которые подают ее к трансформаторам. В некоторых случаях РУВН выполняют функции как приема, так и распределения электрической энергии. Распределительные же устройства низкого напряжения (РУНН) всегда и везде осуществляют только прием и распределение электроэнергии.

Являясь одним из главных составляющих звеньев в системе электрификации любого крупного производственного предприятия, трансформаторная подстанция требует особо тщательного подхода к формированию наиболее рациональным способом схемы распределения электроэнергии.

Место установки подстанции подбирается так, чтобы распределительная и трансформаторная подстанции всех необходимых параметров были бы расположены как можно ближе к центру обеспечиваемых ими групп нагрузок. Если от этой стратегии отступить, то возрастут потери, увеличится расход кабелей, проводов и т. д.

Подстанции классифицируются по месту их базирования на территории того или иного объекта на четыре типа:

-Отдельно стоящие подстанции, располагающиеся на каком-то расстоянии от зданий;

-Пристроенные подстанции, примыкающие непосредственно к стенам снаружи здания;

-Встроенные подстанции, располагающиеся в специализированных отдельных помещениях внутри строения или примыкающие изнутри сооружения к его стенам;

-Внутрицеховые подстанции, находящиеся внутри цехов, то есть электрооборудование размещается непосредственно в рабочем помещении, либо в закрытом помещении с выкаткой оборудования подстанции в цеха.

Данная статья была подготовлена в ходе выполнения проекта № СП-1544.2019.1, реализуемого в рамках программы «Стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2019-2021 гг.»

Список цитируемой литературы

1. Электрические подстанции: назначение и классификация [Электронный ресурс] // Школа для электрика. 2010. Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/1138-jelektricheskie-podstancii-naznachenie.html>. - Дата доступа: 12.12.2019.
2. Виды трансформаторных подстанций [Электронный ресурс] // Школа для электрика. 2010. Режим доступа: <http://electricalschool.info/elstipod/1746-vidy-transformatornykh-podstancij.html>. Дата доступа: 12.12.2019.
3. Назначение и классификация подстанций [Электронный ресурс] // Энергетика. 2012. Режим доступа: <http://forca.ru/spravka/spravka/naznachenie-i-klassifikaciya-podstanciy.html>. Дата доступа 12.12.2019.

© А. М. Ланкин, 2019