

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г. Шухова»**

Кафедра «Электроэнергетика и автоматика»

Лабораторная работа № 2

**Дисциплина: «Электрические станции и
подстанции»**

**Тема: «Производство электрической
энергии на электрических станциях. Схемы
главных электрических соединений
электрических станций»**

Выполнил: студент гр. Э-3 _____

Проверил: доцент Д.А.Прасол

Белгород 2020

Лабораторная работа № 2

Производство электрической энергии на электрических станциях. Схемы главных электрических соединений электрических станций

Цель работы: Изучить виды и назначение схем электроустановок. Ознакомиться с требованиями к главным схемам электроустановок. Получить практические навыки по выбору и обоснованию схем электрических соединений электрических станций.

Основные понятия и определения

В зависимости от источника энергии различают следующие типы электростанций:

- Тепловые электростанции (ТЭС), использующие природное топливо. Они делятся на конденсационные (КЭС) и теплофикационные (ТЭЦ).
- Гидроэлектростанции (ГЭС) и гидроаккумулирующие (ГАЭС), использующие энергию падающей воды.
- Атомные электростанции (АЭС), использующие энергию ядерного распада.
- Дизельные электростанции (ДЭС).
- ТЭС с газотурбинными (ГТУ) и парогазовыми установками (ПГУ).
- Солнечные электростанции (СЭС).
- Ветровые электростанции (ВЭС).
- Геотермальные электростанции (ГЕОТЭС).
- Приливные электростанции (ПЭС).

Наиболее удобный вид энергии – электрическая, которая может считаться основой цивилизации. Преобразование первичной энергии в электрическую производится на электростанциях.

В нашей стране производится и потребляется огромное количество электроэнергии. Она почти полностью вырабатывается тремя основными типами электростанций: тепловыми, атомными и гидроэлектростанциями.

Примерно 70 % мировой электроэнергии вырабатывают на ТЭС. Они делятся на конденсационные тепловые электростанции (КЭС), вырабатывающие только электроэнергию, и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которые производят электроэнергию и теплоту.

В России по различным данным около 67–75 % энергии производится на тепловых электростанциях. Основным типом электростанций в России являются именно тепловые (ТЭС). На их размещение влияют топливный и потребительский факторы. Поэтому ТЭС строят в районах добычи топлива или в районах потребления энергии. Наиболее мощные электростанции (как правило, КЭС) располагаются именно в местах добычи топлива. ТЭС, использующие калорийное, транспортабельное топливо, ориентированы на потребителей.

ГЭС выгодно строить на полноводных горных реках. Поэтому наиболее крупные ГЭС построены на сибирских реках: Енисее, Ангаре. Но также построены каскады ГЭС и на равнинных реках: Волге, Каме.

АЭС построены в районах, где потребляется много энергии, а других энергоресурсов не хватает (в западной части страны).

Схемы выработки электроэнергии перечисленными электростанциями представлены в различных справочных материалах [1, 2, 3].

На электрических станциях и подстанциях для электрической связи различных элементов электрооборудования сооружаются распределительные устройства.

Распределительным устройством (РУ) называется сооружение, которое служит для приема и распределения электрической энергии и содержит коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, токопроводы, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и другие установки), а также устройства релейной защиты и автоматики, измерительные и вычислительные комплексы.

В РУ все присоединения посредством выключателей и разъединителей подключаются к общим участкам токоведущих шин (сборным шинам). В общем случае на ЭС сооружаются РУ на нескольких напряжениях, которые, как правило, связаны между собой через трансформаторы (автотрансформаторы). Различают РУ генераторного (ГРУ), высшего (ВН) и среднего (СН) напряжений, а также РУ собственных нужд (с.н.).

По способу исполнения РУ бывают открытого (ОРУ) и закрытого (ЗРУ) исполнения. Все или основное оборудование ОРУ располагается на открытом воздухе (вне помещения), тогда как оборудование ЗРУ располагается в специальном здании. Как ОРУ, так и ЗРУ могут быть комплектными внутренней (КРУ) или наружной (КРУН) установки, т.е. состоящими из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами релейной защиты и автоматики. Шкафы КРУН и КРУ поставляются заводами-изготовителями в собранном или полностью подготовленном к сборке виде.

Основными документами, в которых содержатся требования к схемам РУ электроустановок, являются нормы технологического проектирования (НТП) ТЭС, АЭС, ГЭС, ГАЭС и ПС. Кроме того, существует целый ряд проектных документов, конкретизирующих особенности отраслевых требований [2].

В соответствии с принятым условным делением различают четыре основные группы схем РУ:

- схемы с коммутацией присоединения одним выключателем – одна-две (в западных странах одна-две-три, реже – четыре и даже пять) системы сборных шин с обходной системой шин либо без нее;

- схемы с коммутацией присоединения двумя выключателями – две системы сборных шин с двумя выключателями на присоединение (схема 2/1), две системы сборных шин с тремя выключателями на два присоединения (схема 3/2 или полуторная), две системы сборных шин с четырьмя выключателями на три присоединения (схема 4/3), многоугольники (треугольник, четырех-, пяти- и

шестиугольник, в США и Канаде считаются приемлемыми для использования и десяти-, двенадцатиугольники);

– схемы с коммутацией присоединения тремя и более выключателями – связанные многоугольники, генератор–трансформатор–линия с уравнильно-обходным многоугольником, трансформаторы–шины;

– схемы упрощенные, в которых число выключателей меньше числа присоединений – блочные, ответвления от проходящих линий, мостики, расширенный четырехугольник, заход-выход. В некоторых схемах выключатели могут отсутствовать, вместо них используются отделители и короткозамыкатели или только отделители.

Схемы первой группы нередко именуется радиальными, второй и третьей групп – кольцевыми. В соответствии с этим принято говорить о радиальном и кольцевом построении схем РУ.

Классификация схем РУ в зависимости от числа выключателей на присоединение имеет под собой технико-экономическую основу.

Схема электрических станций и подстанций выбирается с учетом развития электрических сетей энергосистемы или схем электроснабжения района.

Схема электрической станции должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать надежность электроснабжения потребителей электрических станций и перетоков мощности по межсистемным и магистральным связям в нормальном и послеаварийном режимах;
2. Учитывать перспективу развития;
3. Допускать возможность постепенного развития или расширения распределительного устройства всех напряжений;
4. Учитывать требования противоаварийной автоматики;
5. Обеспечивать возможность проведения ремонтных и эксплуатационных работ на отдельных элементах схемы без отключения соседних присоединений [4].

Главная схема электрических соединений электростанции (подстанции) — это совокупность основного электрооборудования (генераторы, трансформаторы, линии), сборных шин, коммутационной и другой первичной аппаратуры со всеми выполненными между ними соединениями. На чертежах схем функциональные части изображаются в виде условных графических изображений [5].

Пример главной схемы подстанции приведен на рисунке 2.1.

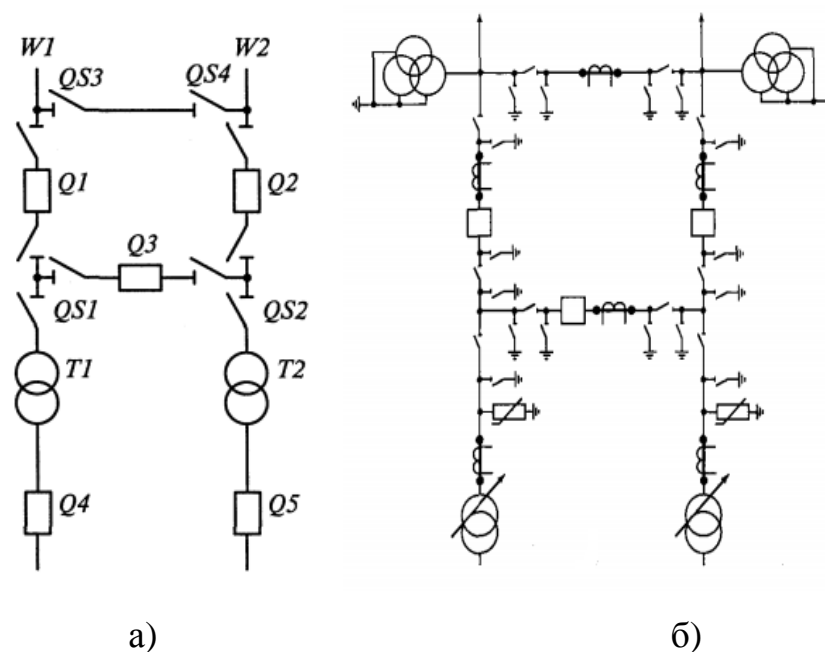


Рисунок 2.1. Схема мостик с ремонтной перемычкой (а) и фрагмент главной схемы мостика с ремонтной перемычкой (б)

Представленная схема может применяться на стороне ВН электростанций на первом этапе ее развития с возможностью перехода впоследствии к схемам со сборными шинами.

В схеме для четырех присоединений ВН устанавливаются три выключателя Q1, Q2, Q3. Нормально выключатель Q3 на перемычке между двумя трансформаторами (в мостике) включен. При повреждении на линии W1 отключается выключатель Q1, трансформаторы T1 и T2 остаются в работе, связь с энергосистемой осуществляется по линии W2. При повреждении в трансформаторе T1 отключаются выключатель Q4 со стороны 6-10 кВ и выключатели Q1 и Q3. В этом случае линия W1 оказалась отключенной, хотя никаких повреждений на ней нет, что является недостатком схемы мостика. Если

учесть, что аварийное отключение трансформаторов бывает редко, то с таким недостатком схемы можно мириться, тем более что после отключения Q1 и Q3 и при необходимости вывода в ремонт поврежденного трансформатора отключают разъединитель QS1 и включают Q1, Q3, восстанавливая работу линии W1.

Для сохранения в работе обеих линий при ревизии любого выключателя (Q1, Q2, Q3) предусматривается дополнительная перемычка из двух разъединителей QS3, QS4. Нормально один разъединитель QS3 перемычки отключен. Если этого не сделать, то при КЗ в любой линии (W1 или W2) отключаются обе линии. Для ревизии выключателя Q1 предварительно включают QS3, затем отключают Q1 и разъединители по обе стороны выключателя. В результате оба трансформатора и обе линии остались в работе. Если в этом режиме произойдет КЗ на одной линии, то отключится Q2, т.е. обе линии останутся без напряжения.

Для ревизии выключателя Q3 также предварительно включают перемычку, а затем отключают Q3. Этот режим имеет тот же недостаток: при КЗ на одной линии отключаются обе линии.

Вероятность совпадения аварии с ревизией одного из выключателей тем больше, чем больше длительность ремонта выключателя, поэтому как окончательный вариант развития эта схема на электростанциях не применяется.

Структурная электрическая схема зависит от состава оборудования (числа и мощности генераторов и трансформаторов), распределения генерирующих мощностей и нагрузки потребителей между РУ различного уровня напряжения и определения связей между этими РУ [2].

Пример структурной схемы приведен на рисунке 2.2.

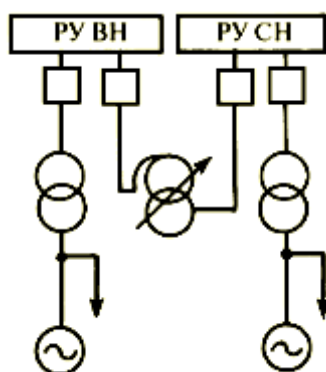


Рисунок 2.2. Структурная схема электрической станции блочного типа

Приведенная на рисунке 2.2. структурная схема – схема с отдельными автотрансформаторами связи (АТС) между РУ ВН и СН. Суммарная мощность присоединяемых к РУ СН блоков должна соответствовать максимальной мощности, выдаваемой в сеть этого напряжения. Данная схема применяется, если выдача мощности от электростанции осуществляется на двух повышенных напряжениях и сети эффективно заземлены.

Подробно виды главных и структурных схем электростанций и подстанций, а также принцип их работы, достоинства и недостатки рассмотрены в учебной и справочной литературе [2, 5, 6].

Порядок выполнения работы

1. Осветить тему генерирования электрической энергии на электростанциях. Нарисовать и описать схему производства электрической энергии в соответствии с вариантом задания, представленного в таблице 2.1.

2. Обосновать, составить и изобразить структурную и главную схему электрических соединений выбранной станции в соответствии с вариантом задания. Описать особенности, достоинства и недостатки структурной и главной схем.

4. Сделать вывод по проделанной работе.

5. Составить список использованной литературы.

Таблица 2.1

Исходные данные к работе

№ по журналу	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тип электрической станции	ТЭЦ	АЭС	ГЭС	КЭС	ГАЭС	НЭС	ТЭЦ	АЭС	ГЭС	КЭС	ГАЭС	НЭС	ДЭС	ТЭС с ГТУ и ПГУ	ТЭЦ	АЭС	ГЭС	КЭС	ГАЭС	НЭС

Структура отчета

Отчет выполненной лабораторной работы должен содержать следующие обязательные разделы:

Введение (цель работы и постановка задачи).

1. Производство электрической энергии.

1.1. Описание технологического процесса производства (передачи и распределения) электрической энергии на электрической станции (по варианту в соответствии с табл. 2.1).

1.2. Представление и описание функциональной схемы производства (передачи и распределения) электрической энергии на электрической станции.

1.3. Особенности, достоинства и недостатки электростанции.

2. Структурные схемы электростанции.

2.1. Существующие (применяемые) структурные схемы электрической станции, их особенности.

2.2. Представление и описание структурных схем электрической станции.

3. Схемы главных электрических соединений электрической станции.

3.1. Пример главной схемы электрической станции, представление (чертёж упрощенной однолинейной принципиальной схемы) и описание схемы.

3.2. Схема, применяемая на стороне 6-10 кВ (КРУ, КРУН, ГРУ) электрической станции. Её особенности, применение, достоинства и недостатки.

3.3. Схема (схемы), применяемые на стороне 35 кВ и выше электрической станции. Её (их) особенности, применение, достоинства и недостатки.

Заключение (выводы).

Библиографический список (ГОСТ Р 7.0.5-2008).

Библиографический список выполняется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Контрольные вопросы

1. Что такое главная схема электрических соединений электростанций и подстанций? Какие требования к ней применяются?
2. Какие существуют категории потребителей по степени надежности электроснабжения?
3. Какие схемы электрических соединений применяются на стороне 6-10 кВ?
4. Какие схемы электрических соединений применяются на стороне 35 кВ и выше?
5. Как выбирается число секций ГРУ 6-10 кВ на ТЭЦ?
6. Какова область применения схемы с одной секционированной системой шин?
7. При повреждении в каком элементе схемы с двумя системами шин может нарушиться электроснабжение всех присоединений?
8. В каких схемах можно произвести ремонт сборных шин без нарушения электроснабжения потребителей?
9. В каких схемах можно произвести ремонт линейного выключателя без нарушения электроснабжения по этой линии?
10. Каково назначение секционного, обходного, шиносоединительного выключателей?
11. Назовите область применения схем треугольника, квадрата, пятиугольника. Каковы достоинства и недостатки этих схем?
12. Сравните схемы блоков генератор – трансформатор с генераторным выключателем и без него в режиме отключения блока и включения его в работу.
13. В каких целях применяются схемы укрупненных блоков: два генератора и более на один трансформатор?
14. Какая разница в присоединении рабочих трансформаторов с.н. на ТЭЦ, блочных КЭС и АЭС?

15. Куда присоединяются резервные трансформаторы с.н. в схемах ТЭЦ, блочных КЭС и АЭС? Как выбирается их количество?

Библиографический список

1. Современная теплоэнергетика / Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 368 с., ил.
2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 454 с., ил.
3. Ушакевич А.Н. ГЭС и возобновляемые источники энергии. Конспект лекций. – СПб.: ГУМРФ, 2013. – 76 с.
4. Электрооборудование электрических систем и сетей: учебное пособие / Булатова В.М., Изотова П.А. – Нижнекамск: 2011. – 105с.
5. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
6. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 288 с.
7. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В. Шестакова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 143 с.
8. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник: учеб. пособие / Г.Н. Ополева. – Москва: ФОРУМ, 2006. – 479 с.
9. Электрическая часть станций и подстанций: учебник / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.