

Владимир Марков

**Типовые электрические схемы
распределительных устройств
электростанций и подстанций.
Характеристики. Применение.
Оперативные переключения**



ЛитРес: Самиздат
Москва

УДК 371.67
ББК 74.26
М26

Марков В. С.

Типовые электрические схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Характеристики. Применение. Оперативные переключения / Марков В. С.; ред. Шафоростов Г. П.; с участием Вайтеленок Л. В. — Москва: ЛитРес: Самиздат, 2020. — 136 с.

ISBN 978-5-532-99301-3

Рассмотрены все типовые электрические схемы распределительных устройств 6-750 кВ электростанций и подстанций. Приведено более 30 примеров циклов оперативных переключений. Предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся вопросами проектирования, эксплуатации и управления режимами работы электростанций, подстанций и электрических сетей, а также студентов, обучающихся по планам подготовки бакалавров и магистров по направлению «Электроэнергетика», Полезна в сочетании с другой книгой автора "Главные электрические схемы и схемы питания собственных нужд электрических станций и подстанций".

ISBN 978-5-532-99301-3

© Марков В. С., текст, 2016
© Omiko Trading LTD., оформление, 2020

Содержание

Обозначения и сокращения	4
Предисловие	6
Введение	8
1. Схемы распределительных устройств объектов электрической сети (ОЭС)	12
2. Блочные схемы РУ	23
3. Мостиковые схемы РУ	35
4. Кольцевые схемы РУ	47
5. Схемы распределительных устройств со сборными шинами и одним выключателем на присоединение	54
6. Схемы РУ с подключением присоединений через полупроводниковые цепочки или два выключателя	85
7. Оперативные переключения в распределительных устройствах	94
Литература	129
Приложения	130

Обозначения и сокращения

В тексте применены следующие обозначения и сокращения:

- АВ (QF) –автоматический выключатель;
- АВР –автоматическое включение резерва;
- АГП –автомат гашения магнитного поля;
- АПВ – автоматическое повторное включение;
- АРВ – автоматический регулятор возбуждения;
- АТ – автотрансформатор;
- АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
- АЭС – атомная электростанция;
- В (Q) – выключатель;
- ВЛ – воздушная линия электропередачи;
- ДГР – дугогасящий реактор;
- ДЗШ – дифференциальная защита шин;
- ЕЭС России –Единая энергетическая система России;
- ЗН (QSG) –заземляющий разъединитель (заземляющие ножи разъединителя);
- ЗОН – заземляющий однополюсный нож;
- ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
- КЗ (QN) –короткозамыкатель;
- К.З. (к.з.) – короткое замыкание;
- КЛ – кабельная линия электропередачи;
- КРУ – комплектное распределительное устройство;
- КРУН – комплектное распределительное устройство наружной установки;
- КРУЭ – комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией;
- КЭС – конденсационная электростанция;
- ЛЭП (W) – линия электропередачи;
- ОД (QR) –отделитель;
- ОВ (QO) – обходной выключатель;
- ОВБ – оперативно-выездная бригада;
- ОСШ (АО) – обходная система шин;

ОЭС – объект электроэнергетической системы;
ПА – противоаварийная автоматика;
ПС – подстанция;
РЗ – релейная защита;
РЗА – релейная защита и автоматика;
РП – распределительный пункт;
РПН – устройство регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой;
РУ – распределительное устройство;
С (В) – секция шин;
СВ (QB) – секционный выключатель;
СН – собственные нужды;
СШ (А) – система шин;
Т – трансформатор;
ТН (TV) – трансформатор напряжения;
ТС – телесигнализация;
ТСН – трансформатор собственных нужд;
ТТ (ТА) – трансформатор тока;
ТУ – телеуправление;
УПАСК – устройства передачи аварийных сигналов и команд;
УРОВ – устройство резервирования при отказе выключателя;
ФОЛ – устройство фиксации отключения линии;
ФОТ – устройство фиксации отключения трансформатора;
ФОВ – устройство фиксации отключения выключателя;
ШОВ (QAO) – шиносоединительный и обходной выключатель (выключатель совмещенного исполнения);
ШСВ (QA) – шиносоединительный выключатель.

Предисловие

Книга «Типовые электрические схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Характеристики. Применение. Оперативные переключения» была издана типографским способом в 2016 году издательством «Универсум» в городе Смоленске. Тираж книги был не большой. В настоящее время в свободном доступе этой книги практически нет. В последние годы не было публикаций по этой теме и других авторов. Поэтому возникла мысль о создании электронной версии данной книги. Книга может быть полезна в качестве дополнительной литературы при изучении дисциплины «Электрическая часть электростанций и подстанций». Её востребованность возрастает в условиях широкого внедрения дистанционных образовательных технологий. На базе этого материала лектор сможет эффективно осуществлять образовательный процесс. Она может быть полезна заинтересованным читателям при изучении другой книги автора "Главные электрические схемы и схемы питания собственных нужд электрических станций и подстанций", вышедшей в издательстве "Инфра-инженерия" (infrae@yandex.ru) в Вологде в 2020 году. В ней автор рассматривает помимо схем учебного характера схемы реальных электрических станций и подстанций с указанием их конкретных особенностей.

Учитывая требования издателя, в текст книги внесены изменения редакционного характера.

Выражаю слова благодарности за большую работу, проделанную при подготовке книги к изданию, ее редактору Шафоростову Геннадию Павловичу, а также старшему преподавателю кафедры электроэнергетических систем Смоленского филиала МЭИ Вайтеленок Ларисе Витальевне за помощь по созданию большого количества рисунков схем РУ.

Пожелания и замечания просьба присылать по адресу 214 013 г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1, кафедра «Электроэнергетические системы» филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

в г. Смоленске или непосредственно мне по электронной почте
vismark@yandex.ru с указанием темы письма «о книге»

Марков Владимир Сергеевич

Введение

Распределительные устройства – важный элемент любого объекта энергосистемы (ОЭС). Они предназначены для соединения друг с другом основного оборудования электростанций и подстанций, а также линий электропередач разного назначения. И у нас в стране, и за рубежом разработано великое множество схем, по которым выполняются РУ.

Изучая схемы РУ, необходимо понять общие принципы их выполнения, логику связей электроаппаратов и токоведущих частей. Важно знание того, какие действия на оборудовании выполняет оперативный персонал, выводя в ремонт то или иное оборудование или вводя его после ремонта в работу. Неверная последовательность действий при проведении оперативных переключении может привести к тяжелым последствиям и для самих людей, и к порче оборудования. Обучаемый должен знать, как ведет себя схема в соответствии с логикой релейной защиты и автоматики (РЗ и А) при различных отказах на присоединениях и в оборудовании РУ.

Существует несколько десятков схем, по которым выполнялись и выполняются РУ действующих ОЭС России. Они могут существенно отличаться, прежде всего, по составу электрических аппаратов и связям между оборудованием РУ.

Материал данной работы посвящен типовым схемам РУ. Типовые схемы РУ подстанций 35-750 кВ и общие указания по их применению приводятся в соответствующих стандартах организаций (СТО) [3,4]. Некоторые схемы, из указанных в этих документах, применяются и на подстанциях, и на электростанциях. Применение типовых схем гарантирует, как правило, минимум затрат на их проектирование, сооружение и эксплуатацию. Дает возможность при изменениях на ОЭС (подключении новых присоединений) осуществлять простые переходы от одной схемы к другой без серьезных переделок в существующей уже схеме. Список типовых схем меняется примерно раз в десять лет. Какие-то схемы из него уходят, а какие-то добавляются. Порядковые номера схем сохраняются за ними наве-

гда. Вновь вводимые в состав типовых схемы получают номера, в которые помимо цифр входят одна или две буквы. Все схемы можно разбить на группы, объединенные по их главным свойствам: количество выключателей на присоединение и варианты связи комплектов электроаппаратов в РУ. В этой связи различают блочные, мостиковые, кольцевые схемы РУ, схемы РУ со сборными шинами и с одним или более чем с одним выключателем на присоединение. Каждая типовая схема имеет свою область применения: тип объекта (электростанция или подстанция), номинальное напряжение, количество присоединений разного типа. Все свойства типовых схем РУ, а также область их использования приводятся в соответствующих паспортах [4]. В паспортах указываются её номер, область использования, степень удовлетворения важнейшим требованиям, а также схемы, к которым допускается переход в перспективе, данные об устанавливаемом оборудовании и т.д.

Помимо типовых схем РУ существует множество нетиповых схем. К ним относятся схемы РУ, используемые на некоторых электростанциях с уникальным составом оборудования, а также схемы РУ, разработанные и реализуемые за пределами нашей страны и, кроме того, схемы РУ, исключенные из состава типовых. Например, схемы РУ с отделителями. Знание последних в наших условиях необходимо, так как в России еще много действующих объектов, на которых эти схемы применяются.

Большое внимание в работе уделено вопросам проведения оперативных переключений в РУ при выводе оборудования в ремонт (резерв) или вводе его в работу после ремонта (из резерва). В виде примеров представлены циклы оперативных переключений с разной степенью подробности рассмотрения действий оперативного персонала.

Рисунки, использованные в данной работе, с помощью которых изучаются свойства схем РУ, разные. Есть рисунки, которые перенесены в данную работу из альбома типовых схем [3] без переделок. На них аппараты и токоведущие части не имеют никаких обозначений. Только измерительные трансформаторы напряжения на альбомных схемах показываются в виде прямоугольников с буквами

ТН. Для изучения оперативных переключений эти схемы практически не пригодны. Поэтому в предлагаемых к рассмотрению материалах есть схемы РУ, а в некоторых случаях схемы подстанций в целом, с указанием оперативных номеров (обозначений) основного оборудования и элементов РУ. На базе этих схем рассмотрены примеры упрощенных циклов оперативных переключений. В данной работе присутствуют схемы РУ с разными вариантами обозначения электроаппаратов и токоведущих частей. В основной ее части (разделы 1- 6) используются обозначения в соответствии с международными стандартами. В этих обозначениях используются буквы латинского алфавита. Второй вариант обозначений, в котором для обозначения электрооборудования используются буквы русского алфавита, до сих пор применяется в официальных документах и на практике в РФ. Схемы РУ и текст с использованием обозначений, принятых в России, присутствуют в разделе 7 настоящего пособия. В этом разделе рассмотрены циклы оперативных переключений, взятые в качестве примеров, из действующих Правил переключений в электроустановках [2,9]. В этих примерах используются специфичные обозначения и самих электроаппаратов, и силовых трансформаторов, и линий электропередач такие, которые присутствуют на *оперативных* схемах электростанций и подстанций в России. Все коммутационные аппараты на оперативных схемах показаны с соответствующим ситуации состоянием контактов. Использование в работе и тех, и других вариантов обозначений направлено на формирование у обучаемого (студента) знаний схем, с которыми ему предстоит работать после окончания обучения в ВУЗе, а у действующих специалистов навыков чтения схем, составленных в соответствии с требованиями МЭА.

Помимо полных схем РУ, в работе используются схемы упрощенные. На них указываются важнейшие (не все) элементы схемы с простейшим изображением выключателей и разъединителей. Разъединители изображаются в виде косой черточки, пересекающей под углом токоведущую часть. На них не показаны измерительные трансформаторы тока и напряжения, ограничители перенапряжения и иное электрооборудование. Упрощенные схемы часто применя-