

УДК 613.313

Шигапов И.А.

Студент магистратуры

2 курс, факультет «Электрические системы и сети»

Казанский Государственный Энергетический Университет

Россия, г. Казань

УСТРОЙСТВА FACTS (ГИБКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА)

Аннотация: *Статья посвящена изучению систем FACTS (flexible alternating current transmission system (гибкие системы передачи переменного тока)), которое является неотъемлемой частью создания Интеллектуальной энергосистемы.*

А именно, рассматривается распределение систем FACTS по принципу действия и регулирования. Так же дан краткий обзор групп и классификаций данной системы.

Ключевые слова: (FACTS, Интеллектуальная энергосистема, электроэнергетическая система, воздушная линия электропередач).

Annotation: *The article is devoted to the study of FACTS (flexible alternating current transmission system) systems, which is an integral part of the creation of the Intelligent Power System.*

Namely, the distribution of FACTS systems according to the principle of action and regulation is considered. Also a brief overview of the groups and classifications of this system is given.

Key words: *FACTS, Intellectual power system, electric power system, overhead power line.*

Технические средства являются основой в реализации технологии ИЭС (Интеллектуальная энергосистема) на практике. Существуют следующие основные группы таких устройств:

1. Устройства поперечной компенсации, , позволяющие изменять (компенсировать) реактивную мощность и напряжение, подключаются к сети параллельно.

1. Устройства продольной компенсации, позволяющие изменять параметры сети, подключаются к сети последовательно.

2. Комбинированные устройства, объединяющие возможности вышеперечисленных устройств.

3. Устройства, аккумулирующие электроэнергию.

4. Устройства, позволяющие ограничивать токи короткого замыкания.

5. Преобразователи частоты и тока (инверторы и выпрямители), вставки несинхронной связи.

6. Кабельные линии электропередачи на базе высокотемпературных сверхпроводников постоянного и переменного тока.

Первые три устройства являются управляемыми (гибкими) системами передачи переменного тока, то есть устройствами FACTS. В устройствах групп 4, 5, 6 FACTS включаются в виде отдельных элементов.

Смысл применения устройств FACTS заключается в том, что они трансформируют электрическую сеть из неактивного устройства транспорта электроэнергии в активное устройство, которое участвует в управлении режимами работы ЭЭС (электроэнергетическая система). Это позволяет в темпе процесса технологического управления изменять пропускную способность ВЛ (воздушная линия электропередач), наиболее оптимально перераспределяя между параллельными ВЛ потоки активной мощности. В

послеаварийных режимах это позволяет распределять мощность по неповреждённым после аварии ВЛ, не нарушать устойчивость и обеспечивать, тем самым, повышение надежности электроснабжения потребителей.

Классификация устройств FACTS приведена на рисунке 1.

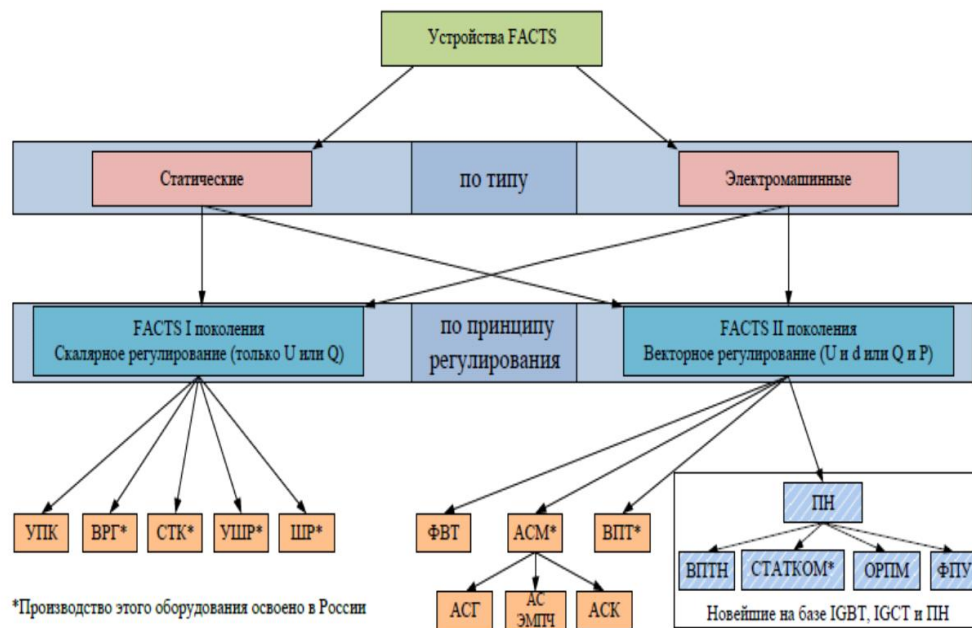


Рисунок 1. Основные устройства управляемых систем передачи переменного тока в электрических сетях

Устройства FACTS по принципу действия делятся на:

- Статические – устройства FACTS, не имеющие подвижных элементов. К данному типу устройств относятся:
 - БСК – батареи статических конденсаторов;
 - ШР – шунтирующие реакторы, обеспечивающие ступенчатое регулирование реактивной мощности;
 - УПК – устройства продольной компенсации;
 - ВРГ – реакторные группы, коммутируемые вакуумными выключателями;

- УШР – управляемые шунтирующие реакторы;
- СТК – статические тиристорные компенсаторы;
- СТАТКОМ – статические компенсаторы реактивной мощности,

выполненные на базе современной силовой электроники.

- Электромашинные – устройства FACTS, в основе которых лежат электрические машины. К данному типу устройств относятся:

- СК – синхронные компенсаторы;
- АСК – асинхронизированные компенсаторы. Асинхронизированный компенсатор содержит на роторе две обмотки и специальную (векторную) систему регулирования возбуждения.

По принципу регулирования устройства FACTS можно разделить на устройства первого поколения (FACTS I), обеспечивающие скалярное регулирование, и устройства второго поколения (FACTS II), обеспечивающие векторное регулирование.

К устройствам FACTS первого поколения относят устройства, обеспечивающие регулирование напряжения или реактивной мощности и требуемую степень компенсации реактивной мощности в электрических сетях:

- СТК – статический компенсатор реактивной мощности;
- ШР и УШР – шунтирующие и управляемые шунтирующие реакторы;
- ВРГ – реакторные группы, коммутируемые выключателями;
- БСК – батареи статических конденсаторов;
- УПК – устройство продольной компенсации;

Устройства FACTS второго поколения позволяют выполнять векторное регулирование режимных параметров U и δ , P и Q и других. Такой способ

регулирования даёт возможность комплексно и наиболее оптимально подходить к решению следующих задач:

- увеличению предела пропускной способности ВЛ до предельных по нагреву токов;
- управлению перетоками мощности по ВЛ в темпе процесса диспетчерского управления;
- регулированию напряжения в заданном диапазоне.

FACTS II относятся:

- СТАТКОМ;
- ССПК – синхронный статический продольный компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения;
- ОРПМ – объединённый регулятор потоков мощности;
- ВПТ – вставка постоянного тока;
- ВПТН – вставка постоянного тока на основе СТАТКОМов;
- ФПУ – фазоповоротное устройство;
- АСМ – асинхронизированная машина;
- ФВТ – фазовращающий трансформатор;
- ФРТ – фазорегулирующий трансформатор.

Развитие полупроводниковых технологий в 90-х годах двадцатого века позволило создать запираемые тиристоры (GTO и GCT), быстродействующие диоды и мощные транзисторы (IGBT), работающие в диапазоне напряжений от 2,5 до 6 кВ, токи отключения от 1500 А до 4000 А. Этот прорыв позволил создать новый тип преобразователей – преобразователь напряжения, на основе которого были созданы различные статические устройства (СТАТКОМ, ОРПМ, линии и вставки постоянного тока с новыми качествами, сеть постоянно-переменного тока, широкополосные активные и гибридные фильтры, фликер-компенсаторы и другие).

Управляемые статические преобразователи выполняются по схеме так называемых преобразователей тока (ПТ) и напряжения (ПН), которые могут включаться в электрическую сеть как параллельно, так и последовательно.

Устройства компенсации реактивной мощности применяются для поддержания напряжения в сети на заданном уровне в контрольных точках, что позволяет обеспечивать качество электрической энергии по напряжению. При использовании этих устройств на транзитных или системообразующих ВЛ к ним дополнительно предъявляются требования по статической и динамической устойчивости.

Устройства FACTS позволяют перевести ВЛ на качественно новый уровень, что дает возможность:

- применять их для связи несинхронно работающих энерго-систем между собой;
- использовать данный тип ВЛ в качестве магистральных линий электропередач;
- применять их для передачи вырабатываемой электрической энергии станциями электроэнергетики в ЭЭС;
- использовать их для качественного энергоснабжения крупных потребителей от радиальных ВЛ;
- применять их в качестве глубоких вводов в мегаполисах и районах с большим количеством потребителей.

Устройства FACTS необходимо применять, учитывая:

- уровень напряжения ВЛ;
- наличие общих технических ограничений:
 - допустимые отклонения напряжения;
 - потери на корону;
 - акустические шумы и радиопомехи;

- напряженность электрического поля под ВЛ.

Вышеперечисленных случаях использование устройств FACTS с учётом их основных характеристик будет определяться, исходя из следующих требований:

1. Для первого случая использование качественно новых ВЛ как межсистемных связей устройств FACTS, должно позволить:

- увеличить пропускную способность линии до заданного уровня (в случае недостаточной естественной пропускной способности), что достигается с помощью следующих типов устройств: FACTS: УПК и УУПК – дискретно и плавно управляемые устройства продольной компенсации, СК, БСК, ФРТ, СТК, СТАТКОМ;

- поддерживать заданный уровень напряжения в прилегающих узлах за счёт использования:

- для повышения уровня напряжения – СТК, СТАТКОМ, СК;
- для ограничения уровня напряжения - ШР, УШР, СК, СТАТКОМ, ВРГ.

2. Для второго случая использование качественно новых ВЛ в качестве магистральных линий электропередачи помимо устройств, применяемых для первого случая, потребуется установка: ОРПМ, ВПТ, УПК-ФВТ, АСК.

Остальные варианты использования качественно новых ВЛ потребуют установку соответствующей комбинации устройств FACTS, которые перечислены выше.

Использованные источники:

1. Активно-адаптивной сетью / под ред. академиков В.Е.Фортова и А.А.Макарова. -М.: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2012. - 235 с.

2. Корсунов П.Ю., Шакарян Ю.Г., Моржин Ю.И. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью / П.Ю.Корсунов, Ю.Г.Шакарян, Ю.И.Моржин. - Москва, 2011. - 290 с.
3. Воропай Н.И. Интеллектуальные электроэнергетические системы: концепция, состояние, перспективы / Н.И.Воропай // Автоматизация и IT в энергетике. - 2011. - №3(20). - с. 11-16.
4. Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 2. Современная электроэнергетика: Учебник для вузов / Под общ. ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 632 с. : ил.
5. Кочкин В. И. Новые технологии повышения пропускной способности ЛЭП. Управляемая передача мощности / В.И.Кочкин // Новости электротехники. - 2007. - N 4(46). - с. 2-6.
5. Авраменко В.Н., Крылов В.А., Прихно В.Л. О концепции автоматизированной системы диспетчерского управления ЭЭС нового поколения.

89625608553, *shigapchonok@inbox.ru*