

проектирование

конструкции опор

новые технологии

другие вопросы

19

23

45

66

Эффективные средства транспорта электроэнергии

Рамная подвеска

Интеллектуальная система экспресс-анализа нештатных ситуаций на подстанции

Профилактика гололедообразования на ВЛ без отключения линии

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ООО «ЭСКО» ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

М.А. Брянцев, генеральный директор ООО «ЭСКО»

Б.И. Базылев, заместитель технического директора, ООО «ЭСКО», к.т.н

С.В. Дягилева, ведущий научный сотрудник ООО «ЭСКО», к.т.н.

П.Н. Макаров, аспирант МЭИ (ТУ)

А.А. Негрышев, начальник отдела маркетинга ООО «ЭСКО»

Б.В. Олексюк, аспирант МЭИ (ТУ)

Мировая энергетика связывает прогресс в эксплуатации энергетических систем с внедрением технологии *FACTS (Flexible alternating current transmission systems)* — гибкие системы электропередачи переменного тока, которая предусматривает оптимальное использование электрических линий передачи и электротехнического оборудования.

Основным назначением гибких систем электропередач переменного тока является улучшение управляемости и увеличение пропускной способности систем переменного тока.

Технологии *FACTS* открывают новые возможности управления мощностью и увеличения пропускных способностей линий как существующих, так и новых или усовершенствованных линий. Экономически оправданное управление величиной тока линии дает возможность значительно увеличивать мощность существующих линий, а использование одного из устройств *FACTS* обеспечивает управление соответствующими перетоками мощности в нормальных и аварийных режимах работы [1].

FACTS представляет собой не одно какое-либо силовое устройство, а их совокупность, которые могут эксплуатироваться индивидуально или вместе с другими, для управления одним или большим количеством взаимосвязанных упомянутых выше системных параметров.

Специалистами ООО «ЭСКО» разработан и доведен до промышленного производства широкий спектр УШР 6–35 кВ, УШР 110–500 кВ, ИРМ 6–500 кВ мощностью от 3,6 до 180 Мвар, не имеющих аналогов по функциональным возмож-

ностям, простоте исполнения и надежности эксплуатации.

Управляемые шунтирующие реакторы предназначены для автоматического управления потоками реактивной мощности, что позволяет:

- нормализовать уровни напряжений и до 1–2%, ограничить колебания напряжения в электрической сети;
- на 15–20% снизить потери при транспортировке и распределении электроэнергии потребителям;
- в десятки раз уменьшить интенсивность эксплуатации коммутационного оборудования в схемах регулирования напряжения;
- установка УШР вблизи тепловых и атомных электростанций улучшает условия эксплуатации синхронных генераторов.

Основными составными частями УШР являются:

- электромагнитная часть;
- система подмагничивания;
- система автоматического управления (САУ).

Источник реактивной мощности на базе УШР состоит из параллельно подключенных к шинам подстанции управляемого реактора и батареи статических конденсаторов (БСК). По своим функциональным возможностям подобное решение полностью соответствует классическим конструкциям статических тиристорных компенсаторов (СТК). При этом управляемый реактор выполняет роль переменной индуктивности, а БСК может быть секционирована на несколько групп с целью обеспечения возможности ее ступенчатого регулирования. Общая система автоматического управления осуществляет не только регулирование

величины потребляемой УШР реактивной мощности, но и формирует управляющие сигналы на включение/отключение выключателей БСК, как показано на рис. 1 [2, 4].

Основные схемы ИРМ показаны на рис. 2. УШР в составе ИРМ 6–35 кВ отличаются тем, что конструктивно в них не предусмотрена компенсационная обмотка, БСК и фильтро-компенсационные установки (ФКУ) подключаются непосредственно к электрической сети. В ИРМ 110–330 кВ применяются УШР с компенсационной обмоткой, к которой подключаются ФКУ, а БСК подключаются непосредственно к сети. На сегодняшний день еще не существует промышленно освоенных шунтовых БСК на класс напряжения 500 кВ, поэтому ИРМ 500 кВ выполняются только с подключением ФКУ и БСК к компенсационной обмотке УШР [3].

Принципиальная схема подключения ИРМ к двухтрансформаторной подстанции (на примере подстанции 110 кВ) дана на рис. 3.

На верхней схеме показана установка ИРМ на шинах 6–35 кВ и 110 кВ.

На шинах 6–35 кВ мощность конденсаторов БСК должна обеспечить снижение реактивной составляющей тока трансформаторов вплоть до полной компенсации реактивной мощности нагрузки. ФКУ предназначены для снижения искажений в кривой напряжения высших гармоник.

На шинах 110 кВ установлен ИРМ с УШР, БСК и ФКУ. Мощность конденсаторов БСК на шинах 110 кВ необходима для повышения напряжения на входных шинах подстанции (вплоть до наибольшего рабочего). ФКУ обычно установлены также на шинах компенсационных обмоток УШР.

Если на входных шинах подстанции отсутствует шинный выключатель (нижняя схема на рис. 3), то плавное регулирование напряжения узла нагрузки в пределах допустимого рабочего диапазона обеспечивается установкой не одного, а двух

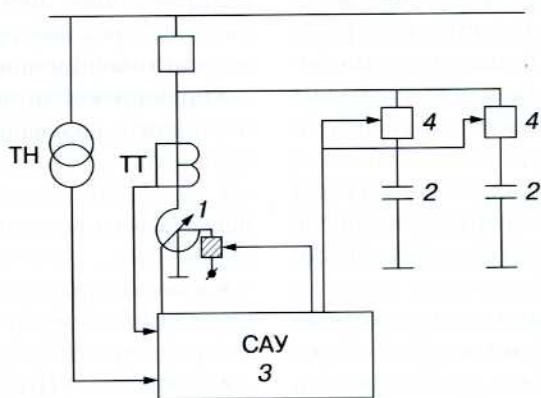


Рис. 1. 1 — УШР; 2 — БСК; 3 — САУ (ИРМ); 4 — выключатели; ТН — трансформатор напряжения; ТТ — трансформатор тока

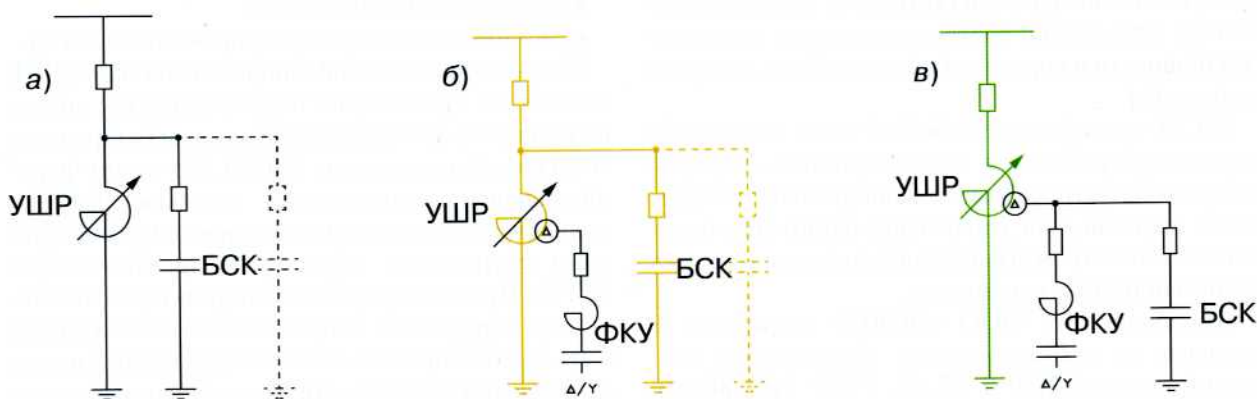
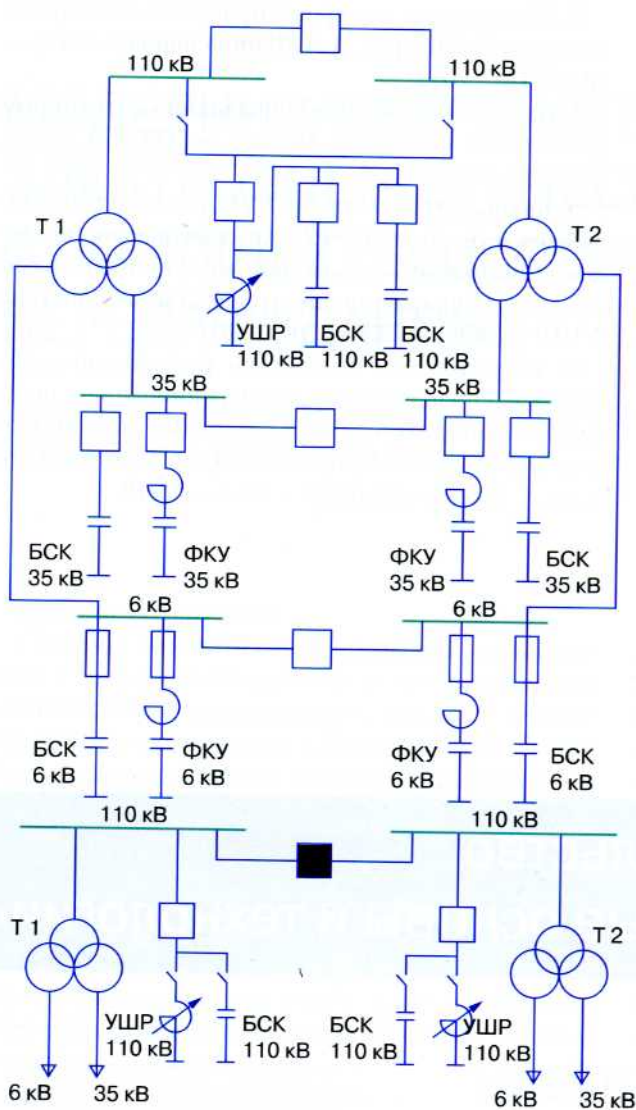


Рис. 2. а — ИРМ 6–35 кВ; б — ИРМ 110–330 кВ; в — ИРМ 330–500 кВ



БСК 110 — повышение напряжения узла нагрузки (вплоть до наибольшего рабочего) БСК (ФКУ) 35,6 — снижение реактивной составляющей тока трансформаторов (вплоть до полной компенсации)

Повышение пропускной способности сети по условиям предельно допустимого рабочего тока и напряжения

Автоматическая стабилизация напряжения узла нагрузки по заданной уставке в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах

УШР 110 — плавное регулирование напряжения узла нагрузки в пределах допустимого рабочего диапазона

Рис. 3. Принципиальная схема подключения ИРМ к двухтрансформаторной подстанции (на примере подстанции 110 кВ). На верхней схеме — установка ИРМ на шинах 110 кВ и 6–35 кВ. На нижней схеме — вариант, когда на входных шинах подстанции отсутствует шинный выключатель

ИРМ 110, в каждом из которых есть УШР 110 и БСК 110 [5].

Ввиду того, что оборудование в составе ИРМ обладает техническими характеристиками, не уступающими функциональным аналогам на силовых полупроводниках, а во многих аспектах даже превосходящими их, применение данных комплексов не ограничивается только стабилизацией напряжения на шинах подстанций. Разработаны специальные схемы ИРМ, позволяющие:

- симметризовать несимметричную нагрузку в трехфазных сетях (в том числе и динамическую);

- обеспечивать работу синхронных генераторов в устойчивом режиме оптимальным коэффициентом мощности [6];

- обеспечивать режим потребления крупных предприятий реактивной мощности в соответствии с условиями договора на технологическое присоединение;

- обеспечивать повышение пропускной способности линий электропередачи и сечений энергосистемы.

В заключение следует указать, что широкое применение ИРМ на базе УШР и БСК на линиях

6–500 кВ позволит существенно снизить ущерб от недоотпуска электроэнергии и сократить объем электросетевого строительства за счет максимального использования пропускной способности существующих линий электропередачи. Общая потребность в установленной мощности ИРМ составляет не менее 100% от значения максимума потребления мощности сети 6–500 кВ [6].

Литература

1. Narain G. Hingorani Hingorani. Understanding FACTS Concept and Technology of Flexible AC Transmission Systems. IEEE., Inc., New York. 1999.

2. *Брянцев А.М.* Источник реактивной мощности. Патент № 2335056, бюлл. № 27 от 27.09.08.

3. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича, 4-е изд. — М.: ЭНАС, 2012.

4. *Брянцев А.М.* Способ управления источником реактивной мощности. Патент № 2337424, бюлл. № 30 от 27.10.08.

5. *Брянцев М.А., Базылев Б.И., Дягилева С.В., Негрышев А.А., Карымов Р.Р.* Автоматические системы компенсации реактивной мощности и стабилизации напряжения электрической сети на базе УШР и БСК. М.: ТРАВЭК, 2010.

6. Регулируемые источники реактивной мощности с управляемыми подмагничиванием шунтирующими реакторами и батареями конденсаторов / *Брянцев А.М., Брянцев М.А., Дягилева С.В.* и др. // Электротехника. — № 4. — 2010.