

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТИ

Гончар Максим Андреевич,

студент, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, e-mail: m.gonchar43964353@gmail.com

THE USE OF MODERN MODE CONTROLS TO INCREASE NETWORK BANDWIDTH

Gonchar Maxim Andreevich,

Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin»,
Ekaterinburg, e-mail: m.gonchar43964353@gmail.com

Аннотация. Благодаря интенсивному развитию электроэнергетических систем все более актуальными становятся вопросы развития эффективных средств распределения и передачи электроэнергии, а также управления режимами энергосистем. В работе рассматриваются пути повышения пропускной способности электрических сетей с учетом технических ограничений по нагреву, потери мощности и напряжения и по условию повышения надежности. Рассмотрены такие технические мероприятия как использование устройств регулирования реактивной мощности; применение управляемых и неуправляемых устройств продольной компенсации; рассматривается актуальность внедрения фазоповоротных устройств.

Abstract. Due to the intensive development of electric power systems, the development of efficient means of distribution and transmission of electric power, as well as the management of power system regimes, become increasingly active. The paper considers ways to increase the capacity of electrical networks, taking into account technical limitations on heating, power and voltage losses and on the condition of increasing reliability. Such technical measures as the use of reactive power control devices are considered; The use of controlled and uncontrolled longitudinal compensation devices; The urgency of introducing phase-rotation devices is considered.

Ключевые слова. Электроэнергетические системы, устройства регулирования реактивной мощности, пропускная способность сети, статическая и динамическая устойчивость, управляемые и неуправляемые устройства продольной компенсации, фазоповоротные устройства, предел передаваемой мощности, допустимая потеря напряжения, шунтирующий реактор, конденсаторные батареи.

Keywords. Electric power systems, reactive power control devices, network capacity, static and dynamic stability, controllable and non-controllable longitudinal compensation devices, phase-turn devices, limit of transmitted power, allowable voltage loss, shunt reactor, condenser batteries.

На данный момент основными экономическими проблемами являются проблемы снижения капитальных вложений на строительство ЛЭП, подстанций и других энергетических объектов, увеличение потерь электроэнергии и эксплуатационных затрат. Актуальность данных проблем возрастает с дальнейшим развитием энергосистем, а также с увеличением дальности передачи электроэнергии, и увеличением объемов потребления и производства электроэнергии.

Целью данной работы является исследование методов, способствующих повышению пропускной способности сети, которые были бы недороги и в тоже время достаточно эффективны.

Пропускная способность ЛЭП – это активная или полная мощность, которая длительно может передаваться с учетом технических ограничений, таких как:

- допустимый ток по нагреву проводников;
- предел передаваемой мощности;
- вынужденные уставки релейной защиты;
- допустимая потеря напряжения;
- пропускная способность конечных и промежуточных устройств.

Первые два ограничения возникают в сетях высоких напряжений, при напряжениях 110 – 220 кВ и выше.

Фазоповоротные устройства (ФПУ) используют для перераспределения потоков мощности между параллельными связями неодинаковой длины, а также разных классов напряжений.

Как управляемые (регулируемые), так и неуправляемые устройства компенсации реактивной мощности используются для поддержания уровней напряжения в электрических сетях класса 110—750 кВ, а также для управления перетоками мощности между энергосистемами, повышения статической и динамической устойчивости энергосистем, и с целью повышения пропускной способности ЛЭП.

По принципу действия данные устройства делятся на электромашинные и статические.

К электромашинным устройствам относятся:

- асинхронизированные компенсаторы (АСК);
- синхронные компенсаторы (СК).

К статическим устройствам относятся:

- шунтирующие реакторы (ШР), батареи статических компенсаторов (БСК), коммутируемые вакуумными выключателями (ВРГ), реакторные группы, управляемые шунтирующие реакторы (УШР);
- статические компенсаторы реактивной мощности, выполненные на базе преобразователей напряжения на современных мощных транзисторах – СТАТКОМ;
- статические тиристорные компенсаторы (СТК).

Устройства регулирования сопротивления сети (управление топологией сети) предназначены для изменения пропускной способности сети, в том числе увеличения вплоть до ограничения по нагреву без нарушения условий устойчивости.

К статическим устройствам относятся:

- управляемые устройства продольной компенсации (УУПК);
- неуправляемые устройства продольной компенсации (УПК).

Как известно, в линиях электропередач потоки активной мощности прямо пропорциональны синусу угла фазового сдвига между вектором напряжения источника, расположенного в начале ЛЭП и приемника, расположенного в конце ЛЭП.

Фазоповоротный трансформатор (кросс-трансформатор) осуществляет изменение величины угла фазового сдвига между вектором напряжения источника и приемника.

Для исследования технического эффекта от включения кросс-трансформатора необходимо провести расчет установившегося режима электрической сети для различных схемнорежимных ситуаций. Для решения этих задач воспользуемся программным комплексом RastrWin.

При расчетах используем итерационную процедуру. На первом шаге сопротивление соответствующей трансформаторной ветви модели принимается равным нулю и используются комплексный коэффициент. После оптимизации параметров режима по углу сдвига кросс-трансформаторов с нулевыми сопротивлениями выполняется расчет второго приближения с собственными сопротивлениями кросс-трансформатора.

В качестве тестовой схемы был взят один из наиболее проблемных участков сети ОЭС Урала. На первом шаге рассмотрена сеть 220 и 500 кВ с параметрами максимального режима на зимний период 2006 года, представленными на рисунке 2.8 и в таблице 2.3.3. На схеме сеть класса 500 кВ включает узлы: Рефтинская ГРЭС (шины 500 кВ), ПС Южная, ПС Тагил, ПС Шагол, ПС Козырево, ПС Тюмень; сеть класса 220 кВ: Рефтинская ГРЭС (шины 220 кВ), ПС Южная, Белоярская АЭС, Ново-Свердловская ТЭЦ, ПС Окунево, ПС Травянская, ПС Каменская. Расчетная схема включает 13 узлов, 20 ветвей. Остальная часть схемы ОЭС Урала эквивалентирована нагрузкой в узлах.

При выводе из работы ЛЭП 500 кВ РФГРЭС-Южная и ЛЭП 500 кВ РФГРЭС-Козырево происходит перегрузка сети 110-220 кВ (ЛЭП Южная-Ново-Свердловская ТЭЦ и ЛЭП РФГРЭС-Окунево №1,2), для предотвращения которой необходимо разделить системы шин 500 и 230 кВ Рефтинской ГРЭС, либо ввести необходимый объем ограничений (разгрузки) Рефтинской ГРЭС.

Кросс-трансформатор установим на Рефтинской ГРЭС со стороны 220 кВ автотрансформаторов связи 500/220 кВ, так как они предназначены для установки на крупных электростанциях с генераторными трансформаторами на 500 и 220 кВ.

В нормальном режиме максимальных нагрузок без установки КТ, перетоки мощности не превышают допустимых значений.

Отключение ЛЭП 500 кВ РФГРЭС-Южная приводит к перераспределению перетоков мощностей. Переток мощности по Южная-НСТЭЦ превышает допустимый переток.

Таблица 1

Перетоки мощности при отключении ЛЭП РФГРЭС-Южная

ЛЭП 500 кВ	Передаваемая мощность, МВА
РФГРЭС-Южная	0
РФГРЭС-Козырево	1033.5-j36.5
РФГРЭС-Тагил	1074.1+j41.7
ЛЭП 220 кВ	
Южная-НСТЭЦ	357.3-j3.4
РФГРЭС-Окунево №1,2	598+j120.2

Для предотвращения перегрузки при выводе из работы ЛЭП 500 кВ РФГРЭС-Южная используем вариант с установкой кросс-трансформатора.

Таблица 2

Перетоки мощности при отключении РФГРЭС-Южная и включении кросс-трансформатора

ЛЭП 500 кВ	Передаваемая мощность, МВА
РФГРЭС-Южная	0
РФГРЭС-Козырево	1019.5+j36.9
РФГРЭС-Тагил	974+j29.3
ЛЭП 220 кВ	
Южная-НСТЭЦ	264.1+j38.1
РФГРЭС-Окунево №1,2	476.8+j156.2

Перетоки по ЛЭП 220 кВ снизились, и не превышают допустимых. При этом увеличились перетоки мощности по ЛЭП 500 кВ, что соответствует более оптимальному потокораспределению с разгрузкой менее мощных линий 220 кВ.

Выполнив расчеты можно сделать вывод о том что, что с помощью кросс-трансформатора можно снизить до допустимых значений перетоки мощности в энергорайоне, входящем в зону действия кросс.

Таким образом, обеспечение оптимального потокораспределения в номинальном режиме должно быть первой очередью модернизации сети, поскольку оно понижает требование к установленной мощности генераторов в энергосистеме и высвобождает часть технологического расхода энергии на ее транспортирование. Далее необходимо сделать основные участки энергосистем «гибкими», в этом поможет кросс-трансформаторная технология транспортирования электроэнергии. Только следующей, третьей очередью модернизации сети должно быть применение специальных систем типа STATCOM (СТАТКОМ), UPFC вставок постоянного тока, и отечественных систем для обеспечения "гибкого" регулирования отдельных линий электропередач.

Список использованных источников

1. Федин В.Т., Герасименко А.А. Распределение и передача электрической энергии. – Ростов-н/Д.: Феникс. 2006. - 720 с.
2. Гибкие системы передачи переменного тока. д.т.н. профессор Ю.Г. Шакарян.
3. Расчеты допустимых перетоков мощности в энергосистемах. С.А. Ерошенко, А.О. Егоров, В.О. Самойленко, А.И. Хальясмаа.
4. Хуликова В.В., Ковалев В.Д., Ивакин В.К. Гибкие электропередачи переменного тока. - Электротехника, 1996, №8.