

Компактные управляемые линии электропередачи 110-500 кВ

Л.В. ТИМАСОВА¹, Ю.Г. ШАКАРЯН, С.Н. КАРЕВА

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Ю.А. ГОРЮШИН

ОАО «ФСК ЕЭС»

Россия

В.М. ПОСТОЛАТИЙ, Е.В. БЫКОВА

Институт Энергетики АН Молдовы

Республика Молдова

В настоящее время все более широкое применение находят новые конструкции воздушных линий электропередачи (ВЛ), отличные от традиционных. Одним из наиболее эффективных средств развития электрических сетей является создание компактных ВЛ в сочетании с устройствами FACTS, в том числе с устройствами фазового регулирования – компактных управляемых ВЛ.

В СССР исследования в области создания компактных управляемых высоковольтных линий электропередачи впервые были начаты в 60-х годах XX века. К настоящему времени получен 25-летний положительный опыт эксплуатации двухцепных компактных управляемых ВЛ 110 кВ, общей протяженностью 56 км. С 1993 года находится в промышленной эксплуатации и успешно функционирует компактная ВЛ 330 кВ Псков – Новоскольники, протяженностью 146,7 км. Опыт создания и эксплуатации компактных управляемых линий электропередачи показал возможность получения существенного технико-экономического эффекта при передаче заданной мощности по сравнению с ВЛ традиционной конструкции.

Компактизация ВЛ достигается за счет сокращения междуфазных расстояний – уменьшения расстояний между фазами с учетом минимально допустимых по диэлектрической прочности воздушных промежутков «фаза-фаза» при наибольших рабочих напряжениях, внутренних и грозовых перенапряжениях. Создание одноцепных и многоцепных компактных ВЛ с минимально допустимыми расстояниями между фазами, оптимальной конструкцией расщепленной фазы и оптимальным расположением фаз обеспечивает оптимизацию параметров линий за счет изменения параметров электромагнитного поля в междуфазном и окружающем линию пространстве. Усиление электромагнитного поля внутри линии за счет сближения фаз позволяет улучшить электрические параметры, увеличить пропускную способность и, соответственно, повысить технические характеристики линии. Ослабление электромагнитного поля во внешнем пространстве приводит к улучшению экологических показателей ВЛ.

Применение на двухцепных компактных ВЛ устройств фазового регулирования обеспечивает управление эквивалентными параметрами и характеристиками линии в

¹ timashova@ntc-power.ru

целом, и, соответственно, пропускной способностью ВЛ. Данное регулирование осуществляется путем изменения углового сдвига (θ) между трехфазными системами векторов напряжений разных цепей в пределах $\theta=(0^\circ\div 180^\circ)$ с помощью фазоповоротных устройств (ФПУ), установленных в местах присоединения ВЛ к подстанциям.

По отношению к ВЛ традиционной конструкции компактные управляемые ВЛ позволяют снизить затраты на передачу мощности за счет повышения более эффективного использования устройств регулирования, сокращения площадей отчуждаемых земель и уменьшения затрат на строительство ВЛ в расчете на один мегаватт натуральной мощности.

ВЛ компактных конфигураций в сочетании с устройствами FACTS по сравнению с ВЛ традиционной конструкции позволяют:

- сократить в 1,5-2 раза площади земельных угодий, отчуждаемых под воздушные линии при передаче одинаковой мощности;
- обеспечить ослабление уровней электромагнитных полей во внешнем пространстве, снизив таким образом воздействие ВЛ на окружающую среду и население;
- увеличить пропускную способность в 1,2-1,6 раза;
- снизить суммарные затраты в расчете на единицу передаваемой мощности на 10–20%;
- обеспечить управление величиной и направлением потоков мощности в электрических сетях;
- повысить эффективность использования устройств регулирования реактивной мощности;
- снизить суммарные потери электроэнергии в энергосистеме;
- повысить устойчивость ВЛ при воздействии неблагоприятных атмосферных факторов.

Выполнены исследования по определению эффективности применения компактных управляемых ВЛ 220 и 500 кВ для ряда энергосистем России с учетом их перспективного развития.

Рассмотрены различные конфигурации ВЛ 220 и 500 кВ с варьированием числа проводов в фазе, радиуса расщепления, междуфазных расстояний и расположения фаз друг относительно друга и относительно земли. По результатам исследований определены наиболее эффективные варианты компактных управляемых ВЛ 220 и 500 кВ, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели при одновременной минимизации воздействия на окружающую среду. Проведено их сопоставление с ВЛ традиционной конструкции.

Показано, что применение компактных управляемых ВЛ позволяет по отношению к ВЛ традиционного исполнения обеспечить в расчете на 1 МВт натуральной мощности:

- экономию капитальных вложений до 37% для ВЛ 220 кВ и до 33% для ВЛ 500 кВ;
- сокращение площадей земельных угодий, отчуждаемых под воздушные линии, составляет до 36% для ВЛ 220 кВ и до 42% для ВЛ 500 кВ.

Результаты проведенных исследований показали, что мощность и стоимость устройств регулирования при обеспечении заданной пропускной способности для компактных управляемых ВЛ значительно меньше, чем для ВЛ традиционной конструкции.

Пропускная способность компактных ВЛ, оснащенных устройствами FACTS, близка к пропускной способности ВЛ традиционной конструкции более высокого класса напряжения. Проведенные исследования и разработки показали, что по техническим, экономическим и экологическим показателям компактные управляемые ВЛ различных

классов напряжения существенно превосходят ВЛ традиционной конструкции. Решение о конструктивном исполнении ВЛ, обеспечивающем передачу заданной мощности, основывается на технико-экономическом сопоставлении следующих альтернативных вариантов – ВЛ традиционной конструкции и компактной управляемой ВЛ с учетом стоимости подстанционного оборудования.