

УДК 621.313

Р.А.Валиев (5 курс, каф. ЭСиС), А.Н.Беляев, к.т.н., доц.

СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ «СЕВЕР-ЮГ» В ДВУХЦЕПНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Исследование статической устойчивости электропередачи 500 кВ «Север-Юг» выполнялось с использованием схемы замещения, состоящей из эквивалентов станций и подстанций Экибастуз – Нура – Агадырь – ЮК ГРЭС – Алматы – Чу - Бишкек. Рассматривается как ситуация текущего состояния транзита без учета его дальнейшего развития (линии Л3 Экибастуз – Агадырь, Л7 Агадырь – ЮК ГРЭС и Л8 ЮК ГРЭС – ЧУ в работе не учитываются), так и случай полного развития транзита (линии Л3, Л7 и Л8 включены в работу).

Принималось, что эквивалентные генераторы Г1, Г2 (Экибастуз), Г5 (Бишкек) и Г6 оснащены регуляторами типа АРВ-СДП1, содержащими помимо каналов регулирования по отклонению напряжения и ее производной дополнительные каналы стабилизации по частоте напряжения и ее производной. Управление реакторов осуществляется во всех показанных ниже режимах только по каналу отклонения напряжения.

При рассмотрении малых скачкообразных изменений режима транзита (20...25 МВт) основное внимание уделялось проблеме обеспечения допустимого уровня напряжений, а при передаче предельных мощностей – удержанию системы в области статической (главным образом колебательной) устойчивости. Поиск предельного режима осуществлялся за счет так называемой «малой динамики», то есть увеличения передаваемой по транзиту мощности за счет малого скачкообразного уменьшения мощности нагрузки сибирского эквивалента (Н1) и одновременного аналогичного по величине увеличения нагрузки в узле 7 (Алматы, Н7). Такие сравнительно небольшие возмущения позволяют визуально оценить статическую устойчивость системы, поскольку регуляторы напряжения и мощности генераторов и управляемых реакторов не выходят в отличие, например, от коротких замыканий, на свои ограничения, а задание достаточно большой длительности расчета переходного процесса (вплоть до 1000 с) гарантирует достаточно точное определение предельного по передаваемой мощности режима.

Очевидно, что появление трех дополнительных линий сравнительно большой длины (508, 384 и 110 км) без применения каких-либо дополнительных мероприятий приводит к чрезвычайно высокому уровню напряжений, который, например, на подстанции Агадырь почти в два раза превышает аналогичный показатель для одноцепного транзита. Для удовлетворения требований к величинам напряжений на всех промежуточных подстанциях потребовалось установить по три реактора на подстанциях Агадырь и ЮК ГРЭС (суммарная мощность компенсации составляет таким образом $6 \times 180 = 1080$ Мвар). Взаимные углы генераторов в режиме передачи сравнительно небольших мощностей (уровень 2004 года) имеют достаточно небольшие значения, что позволяет гарантировать приемлемый уровень статической и динамической устойчивости системы.

При приближении к предельному режиму уровень напряжений на всех промежуточных подстанциях транзита существенно снижается, поэтому мощность реакторов, управляемых посредством сигнала по отклонению напряжения, снижается до нуля (эквивалентно отключению шунтирующих реакторов традиционной конструкции). При этом суммарная активная мощность, передаваемая по двум цепям, равна почти 1700 МВт. Для обеспечения необходимой надежности транзита предельная передаваемая мощность может быть вычислена следующим образом

$$P_{дон} = \frac{P_{пред} - 0,2}{1,2} = \frac{1,844 - 0,2}{1,2} = 1,37 \text{ о.е.} \equiv 1255 \text{ МВт.} \quad (1)$$

Заметим, что при определении допустимого по требованиям надежности перетока по транзиту был учтен 20-ти процентный запас по статической устойчивости, регламентируемый соответствующими «Руководящими указаниями» – множитель 1,2 в знаменателе (1).

Выводы:

1. Рассмотрено влияние регулирования УШР на демпферные свойства эквивалентной энергосистемы, включающей протяженные линии 500 кВ с учетом ее полного развития.

2. Расчеты переходных процессов при конечных возмущениях подтвердили положительное влияние регулирования УШР на демпфирование послеаварийных качаний. Скорость изменения проводимости реактора в переходных процессах, рассчитанная с учетом реальных ограничений на сигнал управления УШР является достаточно высокой и обеспечивает надежное демпфирование.

3. Увеличение передаваемой по транзиту мощности на 200 МВт не приводит к потере статической устойчивости и позволяет рекомендовать такой режим в качестве планового.