

УДК 621.313.322

Е.А.Верьясова (4 курс, каф. ЭСиС), Е.С.Назарова (асп., каф. ЭСиС),  
С.В.Смоловик, д.т.н., проф.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПАРАМЕТРАМ УПРАВЛЯЕМЫХ ПОДМАГНИЧИВАНИЕМ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ КЛАССА 500 КВ

Одной из основных проблем, возникающих при создании дальних электропередач переменного тока, является обеспечение баланса реактивной мощности электропередачи во всех режимах ее работы. Для поглощения избыточной зарядной мощности линии обычно используются управляемые шунтирующие реакторы. Применение УШР позволяет увеличить пропускную способность линии по критерию статической устойчивости и по уровням напряжений в сети, уменьшить потери в линиях, увеличить надежность электроснабжения, и, соответственно, снизить ущерб от недоотпуска энергии.

Устройства управляемой поперечной компенсации являются одним из возможных средств управления режимами и устойчивостью ЭЭС. Математическое описание закона управления управляемых шунтирующих реакторов (УШР) для исследования статической устойчивости традиционно представляется в следующем виде:

$$(1 + pT_p) \cdot b_p = b_{p0} + \left( K_{0u} + \frac{K_{1u}p}{1 + pT_{1u}} \right) \Delta U_p,$$

где  $b_p$  и  $b_{p0}$  – текущая и исходная (в установившемся режиме) проводимость УШР;  $K_{0u}$  и  $K_{1u}$  – коэффициенты усиления по отклонению напряжения  $\Delta U_p$  и ее производной;  $T_p$  – эквивалентная постоянная времени системы регулирования УШР;  $T_{1u}$  – постоянная времени канала по производной напряжения.

Важным вопросом статической и динамической устойчивости системы является проблема учета и эквивалентирования сложной электромагнитной системы управляемого подмагничиванием реактора. С точки зрения системных процессов регулятор УШР может быть замещен инерционным звеном с эквивалентной постоянной времени  $T_p$ .

Постоянные времени УШР при изменении в диапазоне  $T_p=0,5-5$  с незначительно влияют на показатели устойчивости регулируемой системы. Зависимость показателя затухания от величины постоянной времени УШР имеет минимум в области значений  $T_p=2,5-3$  с, и при ее уменьшении показатели демпфирования не улучшаются. Поэтому разработка специальных мероприятий, направленных на уменьшение (вплоть до значений 0,01-0,05 с), эквивалентной постоянной времени системы регулирования УШР не является целесообразной.

Возможным средством улучшения статической устойчивости системы является введение в закон управления УШР, по аналогии с АРВ-СД синхронных генераторов, ряда стабилизирующих параметров, например, отклонения частоты напряжения и ее производной. Как и в случае систем регулирования возбуждения генераторов это позволит не только существенно повысить показатели качества, но и снизить (по модулю) значения коэффициентов усиления по напряжению в системах регулирования УШР.

Показано, что применение регулирования УШР по отклонению тока линии электропередачи позволяет при точной настройке получить степень устойчивости, равную или более высокую, чем при регулировании по отклонению напряжения. Однако, область настройки является крайне узкой и выбор коэффициентов регулирования по току,

обеспечивающих допустимые показатели устойчивости при изменении схемно-режимных условий, весьма затруднен. Это не позволяет рекомендовать этот вид регулирования для электропередачи с реверсивными потоками мощности.

Скорость изменения проводимости реактора в переходных процессах, рассчитанная с учетом реальных ограничений на сигнал управления УШР является достаточно высокой и обеспечивает надежное демпфирование.