

# ОПТИМАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕАКТИВНЫХ МОЩНОСТЕЙ ВО ВСЕХ ОТХОДЯЩИХ ОТ УЗЛА ЛИНИЯХ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЗАДАННОМ ФИКСИРОВАННОМ УРОВНЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИНАХ УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Сулейманов В.М., проф., Таранюк Л.А., студент, Гущик А.Л., магистрант  
НТУУ "КПИ", кафедра электрических сетей и систем

**Введение.** В данной работе разработана новая математическая модель оптимального регулирования реактивных мощностей, во всех отходящих от узла линиях сверхвысокого напряжения, при заданном фиксированном уровне напряжения на шинах узловой подстанции. Отличительной особенностью разработанной модели, является резкое ускорение решения поставленной оптимизационной задачи, по сравнению используемыми на практике методами пошаговой оптимизации.

**Цель работы.** Практическая адаптация разработанной новой оптимизационной модели к реальным узлам перспективной схемы развития ОЭС Украины.

## Материалы и результаты исследований.

Развитие электрических систем привело к формированию сложноразветвленной электрической сети сверхвысокого напряжения, выполняющей системообразующие функции в объединенной энергосистеме Украины. В этих условиях задачу выбора оптимального режима работы энергообъединения необходимо осуществлять не для каждой линии в отдельности, а для всей электрической сети сверхвысокого напряжения в целом.

Здесь рассмотрено решение задачи оптимизации режима работы линий сверхвысокого напряжения, объединенных в общей узловой точке. При этом шины любой узловой подстанции рассматривались в качестве начального узла для всех отходящих линий электропередачи.

Суммарные потери активной мощности во всех отходящих линиях электропередачи определялись выражением:

$$\Delta P_{\Sigma} = U^2 \sum_{i=1}^m a_{ixx} + \frac{1}{U^2} \sum_{i=1}^m a_{ikz} (P_i^2 + Q_i^2) + \sum_{i=1}^m a_{iP} P_i + \sum_{i=1}^m a_{iQ} Q_i,$$

где  $U$  – напряжение в общей узловой точке электрической сети;  $P_i$ ,  $Q_i$  – транзит активной и реактивной мощности по  $i$ -й линии;  $a_{ixx}$ ,  $a_{ikz}$ ,  $a_{iP}$ ,  $a_{iQ}$  – коэффициенты потерь активной мощности.

Целью оптимизации режима являлось определение уровня напряжения на шинах узловой подстанции и потока реактивной мощности в начале каждой из линий, обеспечивающих минимум суммарных потерь активной мощности во всех отходящих линиях. Решение этой задачи представляет технический интерес в ситуации, когда на  $i$ -ой подстанции отсутствует средства регулирования напряжения или, при наличии таких средств, в процессе ведения режима электропередачи был достигнут предел регулирования. Это означает,

что в рассматриваемой задаче оптимизации подлежит только режим реактивной мощности во всех отходящих от узла линиях [1 - 3].

Здесь оптимальное значение реактивной мощности, сопровождающей транзит активной мощности в каждой из отходящих линий, будет определяться на основе решения серии уравнений вида

$$\frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial Q_i} = 0,$$

где  $\frac{\partial \Delta P_{\Sigma}}{\partial Q_i}$  – частная производная от суммарных потерь активной мощности по реактивной мощности  $i$ -й линии. Решение уравнений данного типа определит оптимальное значение реактивной мощности в каждой из отходящих линий, обеспечивающих минимум суммарных потерь активной мощности:

$$Q_{i0} = -U^2 \frac{a_{iQ}}{2a_{iK}}, \quad (1)$$

где  $a_{iQ}$  – коэффициент потерь реактивной мощности, обусловленный проходимой по линии только реактивной мощности;  $a_{iK}$  – коэффициент потерь активной мощности в нагрузочном режиме работы линии.

Анализ выражения (1) приводит к выводу, что оптимальное значение реактивной мощности в  $i$ -й линии не зависит от параметров отходящих смежных линий и от транзита активной мощности по линии, а определяется только уровнем напряжения на шинах узловой подстанции.

Здесь оптимальное значение реактивной мощности в каждой из отходящих линий всегда будет иметь емкостной характер. Это означает, что независимо от режима передачи по линии активной мощности, во всех случаях оптимальным решением будет организация приема из линий их емкостной зарядной мощности.

Суммарные потери активной мощности во всех отходящих от узла линиях при таком регулировании напряжения будут определяться выражением [2, 4]:

$$\Delta P_{\Sigma} = U^2 \sum_{i=1}^m a_{iK} + \frac{1}{U^2} \sum_{i=1}^m a_{iK} P_i^2 + \sum_{i=1}^m a_{iP} P_i - \frac{U^2}{4} \sum_{i=1}^m \frac{a_{iQ}}{a_{iK}}$$

#### Перечень ссылок

1. Електричні системи та мережі. Учеб./ В.Н. Сулейманов, Т.Л. Кацадзе. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 504 с.
2. Электрические сети и системы. Учеб./ В.Н. Сулейманов, Т.Л. Кацадзе. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 504 с.
3. Холмский В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей (специальные вопросы). – М.: Высшая школа, 1975. – 280с.
4. Сулейманов В.Н. Расчет и регулирование установившихся режимов работы электрических сетей энергосистем: – Киев.: НМК ВО, 1992. – 216 с.