

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Т.Г. Поспелова

О ВЫБОРЕ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С УЧЕТОМ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Процесс объединения энергосистем электрическими сетями в мощные энергетические объединения, повышение уровней напряжения, рост единичных мощностей приводят к непосредственной зависимости обеспечения необходимого качества электроэнергии от режимов и параметров сетей высокого и сверхвысокого напряжения, межсистемных линий электропередач. Эта зависимость обуславливается наличием мощных вентильно-преобразовательных промышленных установок, сооружением электропередач постоянного тока и возникновением крупных нерегулярных потоков в межсистемных линиях, соизмеримых с планируемыми. Протекание нерегулярных потоков по межсистемным связям вызывается колебаниями нагрузок, действием аварийной автоматики. Именно появление таких нерегулярных потоков можно считать одним из факторов, объясняющих влияние режима напряжений и реактивных мощностей линии электропередачи на уровни напряжения у шин потребителей.

Необходимо также учитывать, что с ростом протяженности линий электрических сетей изменения нагрузки приводят к существенным отклонениям напряжений в промежуточных точках линий. Это можно установить на основе известного уравнения трехполюсника.

Кроме того, увеличение потерь на корону и потерь от емкостных токов в протяженных электропередачах высокого и сверхвысокого напряжения (как и все приведенные соображения) требует по-новому формулировать задачи обеспечения уровней напряжения у шин потребителей, учитывая взаимосвязь различных иерархических уровней электрической системы.

Для сохранения желаемых уровней напряжения и обеспечения устойчивости системы целесообразно применение источников реактивной мощности, которыми могут служить синхронные компенсаторы или специальные искусственные установки с вентильными преобразователями (ИРМ). Выбор мощности синхрон-

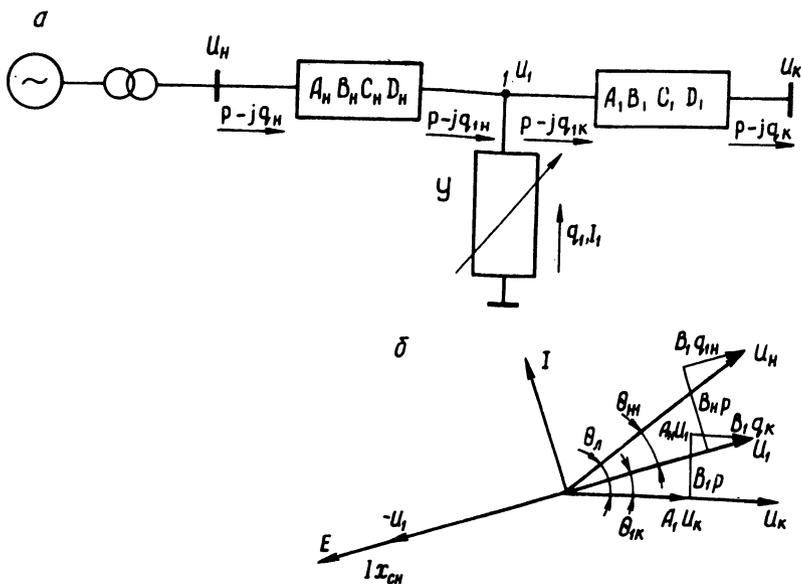


Рис. 1.

ного компенсатора или ИРМ предлагается производить в соответствии с излагаемым алгоритмом.

Рассматриваемая схема электропередачи с компенсирующей установкой, представленной в обобщенном виде, изображена на рис. 1, а.

Пренебрегая потерями активной мощности в элементах системы, что вполне допустимо [1], выпишем основные соотношения режимных параметров протяженной электропередачи для обоих участков схемы:

$$P_{H1} = \frac{U_1}{U_H} \sin \theta_{H1}, \quad (1)$$

$$q_{1H1} = \frac{\frac{U_1}{U_H} \cos \theta_{H1} - A_H}{B_H}, \quad (2)$$

$$P_{1K} = \frac{U_K}{U_1} \sin \theta_{1K}, \quad (1')$$

$$q_{1K} = \frac{D_1 - \frac{U_K}{U_1} \cos \theta_{1K}}{B_1}, \quad (2')$$

где $\theta_{н1}$, $\theta_{1к}$ - углы соответствия между векторами напряжений \dot{U}_H , \dot{U}_1 и \dot{U}_1 , \dot{U}_K .

Обозначения остальных величин, входящих в приведенные уравнения, ясны из схемы (рис. 1, а). Векторная диаграмма (рис. 1, б), построенная по выражениям

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= A_1 \dot{U}_K + B_1 q_K \dot{U}_K + j B_1 p \dot{U}_K, \\ \dot{U}_H &= A_H \dot{U}_1 + B_H q_{1H} \dot{U}_1 + j B_H p \dot{U}_1, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

дает возможность определить э.д.с. и ток источника реактивной мощности, подключенного в промежуточной точке линии, графо-аналитическим путем. Заметим, что все величины заданы в относительных единицах на базе натуральной мощности и номинального напряжения.

Из выражений (1), (2), (1') и (2') путем соответствующих преобразований найдем

$$\begin{aligned} \frac{U_1}{U_H} \cos \theta_{н1} &= A_H + B_H q_{1H}; \quad \frac{U_K}{U_1} \cos \theta_{1к} = D_1 - B_1 q_{1к}; \\ \frac{U_K}{U_H} \sin \theta_{н1} \cos \theta_{1к} &+ \frac{U_K}{U_H} \sin \theta_{1к} \cos \theta_{н1} = \\ &= p B_H (D_1 - q_{1к} B_1) + p B_1 (A_H + q_{1H} B_H). \end{aligned}$$

Используя эти соотношения и условие баланса реактивных мощностей в промежуточной точке 1

$$q_1 = q_{1к} - q_{1H}, \quad (4)$$

запишем

$$\frac{U_K}{U_H} \sin \theta_{л} = p (A_H B_1 + B_H D_1) - B_H B_1 q_1 p.$$

Из полученного выражения определим мощность, выдаваемую компенсирующей установкой q_1 :

$$q_1 = \frac{A_H}{B_H} + \frac{D_1}{B_1} - \frac{U_K}{U_H p B_H B_1} \sin \theta_{л}.$$

В современных электрических системах пропускная способность электропередач ограничивается не только условиями ус-

тойчивости, но и значениями напряжений в промежуточных точках сети. Поэтому выбор в электропередаче компенсирующих устройств – продольной компенсации и шунтирующих реакторов следует производить с учетом допустимых отклонений напряжений в линиях. Автором разработан алгоритм и программа выбора параметров компенсирующих устройств с учетом режима напряжений электропередач. Расчеты, проведенные по этой программе на ЭЦВМ, позволили определить необходимые значения емкостных сопротивлений продольной компенсации и проводимостей шунтирующих реакторов при различных дальностях электропередачи для заданных режимов напряжения и значений передаваемых мощностей.

Л и т е р а т у р а

1. Поспелов Г.Е. Элементы технико-экономических расчетов систем электропередач. Минск, 1967.

Р.И. Запатрин

УЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДАЛЬНЕЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧЕЙ

Присоединение энергетических систем к дальней электропередаче требует учитывать следующие важные показатели оценки качества электроэнергии: уровни напряжения в узловых точках линии электропередачи (U_i), в том числе и места установки компенсирующих или настраивающих устройств; уровни напряжения на шинах приемных энергосистем (U_{cj}) и стоимости передачи электрической энергии на шинах каждой приемной системы (C_{nj}).

Это вытекает из необходимости оптимизации нормальных режимов дальних передач и промежуточных систем по требованиям постоянства U_{cj} и уменьшения C_{nj} .

Для связи указанных U_i , U_{cj} с C_{nj} был проведен анализ зависимостей

$$\bar{U}_i = F(\bar{p}), \quad (1)$$