

Опыт расчетов показывает, что около половины разрезом после определения их оптимального положения в дальнейшем не меняют своих мест при изменении нагрузок сети, наблюдаемых в эксплуатации в различные периоды года. Если проводить расчеты оптимальных мест размыкания из года в год (такие расчеты необходимо выполнять), то можно убедиться, что более половины разрезом будут занимать и в этом случае одни и те же оптимальные места.

Выявление оптимальных мест разрезом особенно важно, так как смещение их приводит к значительному увеличению потерь мощности и энергии. Разрезы, оптимальное положение которых определяется в основном нагрузками потребителей, будут менять свои места с изменением нагрузок. Однако перемещение таких разрезом, во-первых, будет не слишком большим (как правило на 1 – 2 смежных участка), а, во-вторых, при регулярных расчетах можно определить их оптимальные места в характерные периоды года. Следует рекомендовать выполнять расчеты по выбору оптимальных мест размыкания два раза в год на характерные периоды осенне-зимнего максимума и весенне-летнего минимума графика нагрузок.

Л и т е р а т у р а

1. Поспелов Г.Е. и др. Повышение технико-экономических показателей распределительных сетей 6 кВ г. Б путем размыкания их в оптимальных местах. Минск, 1968. 2. Поспелов Г.Е. и др. Анализ потерь мощности и выбор оптимальных мест размыкания распределительной сети 6 кВ г. К с целью повышения ее технико-экономических показателей. Минск, 1970.

В.Г. Пекелис, А.Е. Розенберг

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ШУНТОВЫХ КОНДЕНСАТОРНЫХ БАТАРЕЙ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМНЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

Поперечная емкостная компенсация является одним из эффективных мероприятий по снижению потерь энергии в сетях. Однако масштабы ее применения в нашей стране пока недостаточны. Она почти не применяется в распределительных сетях энергосистем, питающих мелкочпромышленную, бытовую и сельскохозяйственную нагрузку с низким $\cos \varphi$. При оптимизации

размещения конденсаторных батарей в сетях энергосистем необходимо учитывать, что батареи системного назначения должны быть в основном наружного исполнения, обладать повышенной надежностью и быть приспособленными для работы на не-обслуживаемых подстанциях. Этим требованиям удовлетворяют лишь нерегулируемые шунтовые конденсаторные батареи (ШКБ) на номинальное напряжение 6 - 10 кВ.

Ориентация на нерегулируемые батареи резко упрощает задачу оптимизации. Во-первых, их оптимальные мощности зависят только от среднегодовых реактивных нагрузок. Во-вторых, при определении их оптимальных мощностей можно не учитывать условия обеспечения общесистемного баланса реактивной мощности в максимальном режиме. Указанный баланс должен обеспечиваться регулируемыми источниками. В-третьих, можно не учитывать также ограничения на уровни напряжения в узлах. Небольшие по величине практически постоянные добавки напряжения, создаваемые нерегулируемыми батареями, при необходимости могут быть скомпенсированы переключением ответвлений трансформаторов.

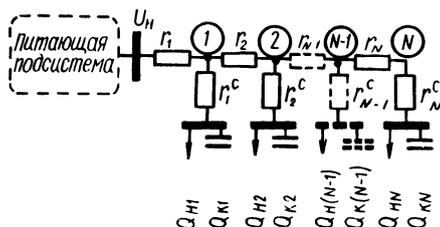


Рис. 1. Схема замещения распределительной линии 110—35 кВ.

С учетом вышеизложенного целевая функция оптимизации для характерной схемы питания распределительных подстанций 110 - 35/6-10 кВ (рис. 1) имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 & i=N \qquad \qquad \qquad i=N \\
 Z = & p \sum_{i=1}^N (A_i + B_i Q_{ki}) + \Delta P_k t_p \beta_{\text{пост}} \sum_{i=1}^N Q_{ki} + \\
 & + \frac{t_p \beta_{\text{пер}}}{U_H^2} \left\{ \sum_{i=1}^N r_i^c \left[(Q_{Hi} - Q_{ki})^2 + D_{pi} \right] + \right. \\
 & \left. + \sum_{j=1}^{j=N} r_j \left[\left(\sum_{i=j}^{i=N} Q_{Hi} - Q_{ki} \right)^2 + \sum_{i=j}^{i=N} D_{pi} + 2 \sum_{i < j} K_{ij} \right] \right\}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

где p – общие ежегодные отчисления от капитальных вложений, определяемые суммой нормативного коэффициента эффективности r_n , отчислений на амортизацию r_a и расходов на обслуживание r_o ; A_i – постоянные составляющие затрат, не зависящие от генерируемой мощности; B_i – удельные затраты на единицу генерируемой мощности; ΔP_k – удельные потери активной мощности в компенсирующих устройствах; $\beta_{\text{пер}}$; $\beta_{\text{пост}}$ – удельные затраты на возмещение переменных и постоянных потерь в электрических сетях; $t_{\text{КУ}}$ – время работы КУ; $Q_{\text{ни}}$ – средняя реактивная нагрузка; P_{D} – дисперсия потоков реактивной мощности; K_{ij} – корреляционный момент потоков реактивной мощности ($i < j$ под суммой обозначает, что суммирование распространяется на все возможные попарные сочетания случайных величин).

Целевая функция является выпуклой, поскольку ее второй дифференциал представляет собой положительную квадратичную форму, и как следствие она является одноэкстремальной [1]. Для нахождения ее минимума достаточно решить систему уравнений в частных производных, которая ввиду квадратичности дифференцируемой функции представляет собой систему линейных алгебраических уравнений. Указанная система записывается в матричной форме:

$$AX = B. \quad (2)$$

Коэффициенты квадратной симметрической матрицы A определяются по формулам

$$a_{ij} = \begin{cases} r_i^c + \sum_{k=1}^{k=i} r_k, & \text{если } i=j; \\ \min_{\sum_{k=1}^{\dots}} i, j, & \text{если } i \neq j. \end{cases} \quad (3)$$

В свою очередь элементы столбцовой матрицы B вычисляются по единой формуле

$$b_i = r_i^c Q_{\text{ни}} + \sum_{k=1}^{k=i} r_k \sum_{n=k}^{n=N} Q_{\text{ни}} - \frac{p B_i + \Delta P_k t_{\text{КУ}} \beta_{\text{пост}}}{2 \beta_{\text{пер}}} \cdot \quad (4)$$

В точке экстремума часть переменных (мощностей батарей) может принять отрицательные значения, что приводит к уменьшению целевой функции, но противоречит здравому смыслу.

Поэтому допустимым является решение только при неотрицательных переменных. Характер целевой функции позволяет учитывать данное ограничение путем исключения всех переменных, принявших отрицательное значение, после чего находится оптимальное решение задачи пониженной размерности. При втором цикле решения могут повторно появиться отрицательные переменные. В течение нескольких таких циклов удается исключить все отрицательные переменные и получить допустимое оптимальное решение.

Получение положительных мощностей еще не означает, однако, что установка всех батарей экономически эффективна. Это объясняется наличием в целевой функции постоянных составляющих, которые не влияют на положение точки экстремума, но оказывают сильное влияние на эффективность батарей.

Для достижения абсолютного минимума целевой функции с учетом ее постоянной составляющей необходимо поочередно исключать наименее эффективные батареи.

Данный алгоритм предусматривает циклическое использование стандартной программы решения систем линейных алгебраических уравнений и обеспечивает получение оптимальных мощностей батарей за небольшое (конечное) число шагов.

Л и т е р а т у р а

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. Ч. 1. М., 1971.

В.И. Русан, О.В. Хруцкий

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ 660 В ПРИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Интенсификация сельскохозяйственного производства, перевод его на промышленную основу, глубокое проникновение электроэнергии в быт сельского населения значительно увеличили электропотребление в сельском хозяйстве. За последнее время в ряде районов страны произошли коренные изменения в характере сельскохозяйственных потребителей, увеличился рост числа и мощности технологических агрегатов и приводных двигателей, электрифицированных производственных площадей.

С увеличением электрических нагрузок и протяженности электрической сети возрастают потери напряжения и мощнос-