

УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Сьчев

Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого, Беларусь

Одной из составляющих частей платежей промышленного предприятия за электроэнергию является оплата потребления реактивной мощности (РМ) и энергии. Используя такие источники реактивной мощности (ИРМ) как батареи статических конденсаторов, синхронные двигатели, предприятие может активно влиять на величину потребления РМ, а следовательно, и на величину этой составляющей. Затраты на потребление РМ определяются следующими факторами:

- состав ИРМ и их технико-экономические показатели;
- соотношение тарифов на активную и реактивную электроэнергию;
- реактивные нагрузки в узлах и потокораспределение РМ в сети;
- конфигурация системы электроснабжения;
- параметры схемы замещения электрической сети.

Математическая модель затрат на КРМ для электрической сети, содержащей m ветвей и k источников, учитывающая все эти факторы имеет вид:

$$Z = Ca \left[\sum_{i=1}^m a_i Q_i^2 + \sum_{j=1}^k Au_j Qu_j^2 + \sum_{j=1}^k \left(Bu_j + \frac{Cp_j}{Ca} \right) Qu_j \right] \rightarrow \min \quad (1)$$

$$M \times Q = Qa$$

- где a_j - удельные потери активной мощности в линии, приходящиеся на 1 квар, передаваемой РМ, кВт/квар²;
- Q_i - реактивная мощность в i -й ветви, квар;
- Qu_j - реактивная мощность j -го источника, квар;
- Au_j - удельные потери активной мощности в источнике, приходящиеся на 1 квар², кВт/квар²;
- Bu_j - удельные потери активной мощности в источнике, приходящиеся на 1 квар, кВт/квар;
- M - матрица инцидентий размерностью $(m+k) \times (m+k)$;
- Q - вектор РМ в ветвях сети, в том числе и источниках, квар;
- Qa - вектор реактивных нагрузок в узлах сети, квар.

Решение (1) относительно Q по методу неопределенных множителей Лагранжа дает следующее матричное выражение:

$$\begin{bmatrix} Qv \\ Qu \\ \lambda \end{bmatrix} = -1 \cdot \begin{bmatrix} 2 \cdot Ca \cdot [Av] & 0 & M^T \\ 0 & 2 \cdot Ca \cdot [Au] & \\ M & & 0 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 0 \\ Bu \cdot Ca + Cp \\ Qa \end{bmatrix}, (2)$$

- где $[Av]$ - диагональная матрица удельных приростов потерь в электрической сети размерности $(m \times m)$;
- $[Au]$ - диагональная матрица удельных приростов потерь в источниках размерности $(k \times k)$;
- Qv - вектор реактивных мощностей в ветвях сети, квар;
- Qu - вектор реактивных мощностей источников, квар;
- λ - вектор вспомогательных множителей.

Реализация управления источниками реактивной мощности по модели (1) и поддержание минимума затрат в темпе процесса возможно только при использовании автоматизированной системы контроля и управления электропотреблением на базе средств вычислительной техники.

Такая система должна включать три составные части:

- 1) Подсистема общего управления и диспетчеризации (ОУД);
- 2) Подсистема измерения параметров режима (ИПР);
- 3) Подсистема управления источниками реактивной мощности (УИРМ).

Подсистема ОУД включает в себя ПЭВМ с соответствующим программным обеспечением и выполняет следующие функции:

- ввод параметров режима РМ Qa , сформированных системой ИПР;
- вычисление оптимальных значений Qu по (2);
- коррекция значений РМ источников в случае их отклонения от оптимальных через УИРМ.

Информационным обеспечением для такой системы являются:

- схема замещения распределительной сети и ее параметры;

- состав источников РМ и их технико-экономические показатели;
- тарифы на активную и реактивную электроэнергию;

Текущее время и соответствующая тарифная зона определяются по внутреннему таймеру ПЭВМ.

Подсистема ИПР может быть построена на базе информационно-измерительных комплексов типа СИМЭК, ЭРКОН, ИИСЭ и др., широко применяемых на промышленных предприятиях для коммерческого и технического учета электроэнергии.

Подсистема УИРМ включает в себя микропроцессорный контроллер, который выполняет дискретное управление батареями статических конденсаторов и плавную регулировку возбуждения синхронных двигателей в соответствии с заданными оптимальными значениями.