

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДЕЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПРИРОСТА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ МОЩНОСТЕЙ И МЕСТ УСТАНОВКИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Установка компенсирующих устройств в узлах нагрузки электрических сетей позволяет существенно снизить потери мощности и энергии в энергосистеме. С другой стороны, это мероприятие связано с затратами общественных ресурсов, поэтому техническое решение должно приниматься по условию минимума приведенных затрат. Технико-экономическим сравнением установлено, что наиболее целесообразно в большинстве случаев принимать в качестве компенсирующих устройств батареи статистических конденсаторов.

Одним из методов оптимизации мощностей и мест установки компенсирующих устройств изложен в [1]. После расчета установившегося режима максимальных нагрузок ведется сравнение между удельным приростом потерь активной мощности рассмотренного узла $k_{эi} = \frac{\Delta P}{\Delta Q}$ и экономическим граничным эквивалентом k_3^0 . Необходимым условием установки компенсирующего устройства в данном узле является

$$k_{эi} > k_3^0. \quad (1)$$

Значение k_3^0 определяется из условия равенства экономического эффекта, полученного от установки компенсирующего устройства и приведенных затрат, связанных с их приобретением и эксплуатацией. Таким образом, k_3^0 является предельным значением прироста потерь мощности, при котором коэффициент эффективности капитальных затрат в компенсирующее устройство равен нормативному. Если в качестве экономического эффекта от установки компенсирующего устройства учитывать только снижение потерь энергии, то можно записать

$$k_3^0 = \frac{T_{МК} \Delta p_k}{\tau_{p2}} + \frac{k_k (p_H + p_\Sigma)}{\tau_{p2}^\beta}, \quad (2)$$

где $T_{МК}$ — время использования максимальной мощности компенсирующего устройства (в случае применения неотключаемых батарей статических конденсаторов $T_{МК}$ равно времени работы батареи T_p); Δp_k — удельные потери активной мощности в компенсирующем устройстве; τ_{p2} — время максимальных потерь реактивной мощности после установки компенсирующего устройства; k_k — удельная стоимость компенсирующего устройст-

ва; p_H — нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат ; p_Σ — суммарные отчисления на амортизацию, ремонт и обслуживание компенсирующего устройства; β — стоимость потерь электроэнергии.

Первое слагаемое выражения (2) отражает удельную стоимость потерь электроэнергии в компенсирующем устройстве, второе — удельные приведенные затраты на его приобретение и эксплуатацию. Если в качестве компенсирующих устройств принимать только один тип батарей статических конденсаторов, то Δp_K и k_K принимают постоянное значение. Тогда экономический граничный эквивалент является функцией трех переменных

$$k_3^0 = f(T_{MK}, \tau_{p2}, \beta). \quad (3)$$

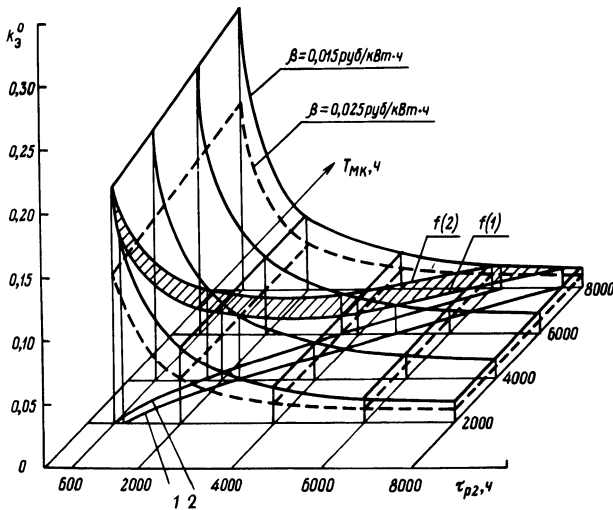


Рис. 1. Зависимость экономического предельного эквивалента от параметров энергосистемы.

На основе выражения (3) был проведен анализ k_3^0 для батарей статических конденсаторов напряжением 10 кВ при $k_K = 7,55$; $\Delta p_K = -0,003$; $p_H + p_\Sigma = 0,22$. Результаты анализа графически изображены на рис. 1. Из приведенных зависимостей видно, что на величину k_3^0 главным образом влияет значение τ_{p2} ; зависимости k_3^0 от β и особенно от T_{MK} слабее. На основе (1) и (2) можно установить, что при малых значениях τ_{p2} эффективность установки компенсирующего устройства резко снижается (высокие значения k_3^0). С увеличением стоимости потерь электроэнергии эффективность установки компенсирующих устройств растет (k_3^0 снижается). Большое время использования максимальной мощности батарей статических конденсаторов вызывает весьма слабое снижение эффективности их установки, что объясняется малыми удельными потерями активной мощности в них.

Согласно (1), между τ_{p2} и T_{MK} существует следующая функциональная зависимость:

$$\tau_{p2} = f(T_{MK}, q). \quad (4)$$

Здесь степень компенсации

$$q = \frac{Q_k}{Q_H},$$

где Q_k — мощность компенсирующего устройства; Q_H — реактивная мощность нагрузки.

При $q = 0$ имеют место известные зависимости между τ_p и T_{M_p} [1]. С ростом степени компенсации значения τ_{p2} снижаются, причем тем сильнее, чем выше значения T_{MK} . В радиальных сетях при $q \rightarrow 1$ $\tau_{p2} \rightarrow 0$, в питающих сетях эта тенденция значительно слабее. На рис. 1 показана зависимость (4) для питающих сетей: линия 1 при $q = 0$, линия 2 при $q = 0,8$. Заштрихованная поверхность соответствует значениям k_3 по выражению (2) с учетом (4) при $\beta = 0,015$ (соответственно линии $f(1)$ и $f(2)$). Видно, что поверхность, соответствующая возможным значениям k_3^0 , в питающих сетях при $q = 0 \dots 0,8$ довольно ограничена.

В ы в о д

Ввиду того что для узлов конкретной энергосистемы значения τ_{p2} (T_{MK}) и β примерно одинаковы (при достаточно большом числе потребителей в узлах нагрузки питающей сети), можно проводить сравнение удельных приростов потерь активной мощности отдельных узлов с экономическим граничным эквивалентом k_3^0 , единым для данной энергосистемы.

Л и т е р а т у р а

1. Поспелов Г.Е., Сыч Н.М., Федин В.Т. Инженерная методика совместного выбора средств компенсации реактивных нагрузок и регулирования напряжения в сложных электрических сетях. — В сб.: Опыт планирования, анализа потерь энергии и разработка мероприятий по их снижению в энергосистеме. Мн., 1975.