

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Всякая распределительная электрическая сеть, работающая в разомкнутом режиме, не всегда имеет минимальные потери мощности, соответствующие наиболее рациональным точкам размыкания ее. Это несоответствие может быть вызвано наличием в сети определенных ограничений.

На рис. 1 показаны зависимости потерь активной мощности, полученные автором для реальных сетей 0,38 кВ с двусторонним питанием и различной степенью неоднородности, от потока полной мощности одного из головных участков. Характеристики рис. 1 показывают явно выраженный минимум функции. Минимум становится более резким при переходе от кабельного исполнения сети к воздушному. Это свидетельствует о том, что как в кабельных, так и в воздушных сетях малейшее отступление от глобального минимума функции приводит к ее существенному возрастанию.

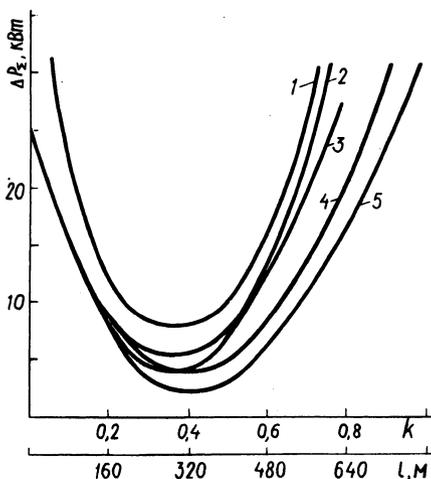


Рис. 1. Зависимости суммарных потерь активной мощности в распределительной сети 0,38 кВ от полной мощности головного участка сети ($\Delta P_{\Sigma} = f k S_{ИП}$): 1,5 - распределительная воздушная и кабельная сеть; 2,3,4 - распределительная кабельная сеть: 60, 40, 20% длины заменено проводом марки А соответственно.

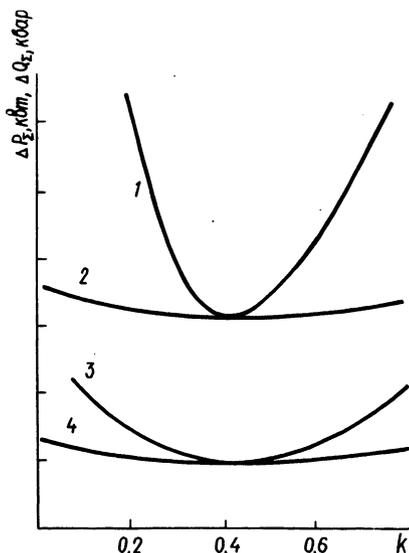
Рис. 2 иллюстрирует изменение потерь мощности в зависимости от потоков активной и реактивной мощностей головного участка той же сети. Рассмотрение этих кривых показывает, что регулирование потока реактивной мощности очень слабо изменяет потери в сети (как активные, так и реактивные). Наоборот, значительное влияние на потери в сети оказывает принудительное распределение потоков активной мощности.

Проведена серия расчетов по определению экономического эффекта, зависящего от выбора оптимальных мест размыкания (по минимуму потерь активной мощности) распределительных сетей 6 – 10 кВ ряда городов Советского Союза [1, 2 и др.].

Сети рассматриваемых городов очень развиты, со множеством резервных переемычек, в основном выполнены кабельными линиями. Работа сетей по разомкнутым схемам означает наличие в них разрезом, среди которых имеются фиксированные по условиям АВР и другим эксплуатационным соображениям. В сетях рассматриваемых городов число фиксированных разрезом от их общего числа составляет 24,2%; 15,1; 19,2; 36,9; 31,3; 19,2; 13,72%.

Расчеты показали, что наибольшая экономия народнохозяйственных средств достигается при определении такого режима сети, которому соответствует глобальный минимум целевой функции. Это режим сети с оптимальными местами ее размыкания без ограничений по пропускной способности линий и без

Рис. 2. Зависимости потерь активной и реактивной мощностей от мощности головного участка сети: 1 - $\Delta P_{\Sigma} = f k P_{ИП1}$; 2 - $\Delta P_{\Sigma} = f k Q_{ИП1}$; 3 - $\Delta Q_{\Sigma} = f k P_{ИП1}$; 4 - $\Delta Q_{\Sigma} = f k Q_{ИП1}$.



фиксации разрезом. Экономия средств за счет снижения в сети потерь электроэнергии за год и снижение капитальных вложений во вновь строящиеся конденсационные электростанции (КЭС) для такого режима, по отношению к режиму с принятыми в эксплуатацию местами размыкания сети, составляет: для сети 6 кВ города Б – 109,45 тыс.руб., для сети 6 кВ г. К. — 161,35 тыс.руб., для сети 6 кВ г. С. – 81,42 тыс.руб., соот-

ветственно для сети 6 кВ Центрального, сети 6 кВ Северного и сети 10 кВ Южного районов г. А. – 203,8 тыс.руб., 27,95 тыс. руб., 36,06 тыс.руб., что в сумме составляет 320,68 тыс. руб., сети 6 кВ г. Д. – 50,08 тыс.руб., или с учетом ввода новой подстанции – 31,87 тыс.руб. При этом стоимость 1 кВт.ч потеря электроэнергии определялась в зависимости от времени потерь. Стоимость 1 кВт.ч установленной мощности на вновь вводимых КЭС – 120 руб./кВт. Снижение потерь мощности и электроэнергии в режимах сети с глобальным минимумом целевой функции по отношению к потерям в режиме с принятыми в эксплуатации местами размыкания сетей составляет 29,3%; 51,5; 15; 35; 23,1; 24,17; 19,4; 14,7% соответственно для сетей городов Б, К, С, А (Центрального, Северного и Южного районов) и сети г. Д. Отсюда видно, что в момент проведения расчетов в наиболее экономичном режиме из рассматриваемых работали сети городов С и Д и в наименее экономичном – сеть г. К.

Однако сети отечественных городов не могут работать в режиме с глобальным минимумом целевой функции из-за наличия ограничений по пропускной способности линий и фиксированных разрезов по условиям АВР и др. В режиме сетей с оптимальными разрезами и с учетом ограничений по пропускной способности линий, но без фиксации разрезов, экономия средств за счет снижения потерь электроэнергии за год и снижения капитальных вложений во вновь строящиеся КЭС несколько ниже той экономии, которую можно получить в режиме сети с абсолютным минимумом потерь мощности и электроэнергии. В данном случае она составит 74,79 тыс.руб., 126,25 тыс.руб., 72,65 тыс.руб. соответственно для сетей городов Б, К и С. В сетях г. А и г. Д ограничения по пропускной способности линий отсутствуют. В рассматриваемом режиме снижение потерь мощности и электроэнергии составляет для сети г. Б 20%, для сети г. К – 40,3 и для сети г. С – 13,3%. Если не учитывать ограничения линий по пропускной способности в сетях, но учесть все фиксированные разрезы здесь, то экономия средств также уменьшается. Она составит 79,6 тыс.руб., 154,52 тыс.руб., 62,74 тыс.руб., 194,95 тыс.руб., 27,82 тыс.руб., 308,69 тыс.руб. соответственно в сетях городов Б, К, С, А (Центральный, Южный и Северный районы), в сети г. Д – 37,37 тыс.руб. (без учета дополнительной опорной подстанции) и 22,55 тыс.руб. (с учетом ввода новой подстанции). При этом потери мощности и энергии снижены на 21,3%; 45,4; 11,5; 33,5; 23,0; 23,9; 14,5 ; 10,3% соответственно в сетях городов Б, К, С, Центральном,

Северном и Южном районах г. А и сети г. Д (без учета и с учетом ввода опорной подстанции).

К внедрению рекомендован режим с оптимальными местами размыкания сети и с учетом как ограничений по пропускной способности линий, так и фиксированных разрезов в ней. В этом случае экономия хотя и несколько ниже чем та, которую мы могли бы получить, но все же достигает ощутимых размеров. Она составляет по отношению к режиму с принятыми в эксплуатации местами размыкания сети: 41,88 тыс.руб., 83,35 тыс.руб., 53,44 тыс.руб., 194,95 тыс.руб., 27,82 тыс.руб., 35,8 тыс.руб., 32,62 тыс.руб., 32,32 тыс.руб., 15,41 тыс.руб., 17,56 тыс.руб. соответственно для сетей городов Б, К, С, А (Центральный, Северный и Южный районы) и сети г. Д. Расчеты показывают, что даже при имеющихся ограничениях выбор оптимальных мест размыкания сети дает значительную экономию средств вследствие снижения потерь мощности и электроэнергии в сетях, а также снижения капиталовложений во вновь строящиеся КЭС. С наибольшим отклонением от предлагаемого к внедрению режима в расчетный период эксплуатации овалась сеть Центрального района г. А, с наименьшим – сети г.г. С, Б и Д. Такой вывод напрашивается из рассмотрения процентного снижения потерь мощности и электроэнергии для рассматриваемых сетей.

Расчет сети г. Д с учетом ввода новой опорной подстанции и без ввода ее показал, что введение в строй дополнительной опорной подстанции снижает потери мощности и электроэнергии в сети. В результате проведенных исследований выявлены перегруженные линии. Анализ показывает, что наибольшее число перегруженных линий в сетях отечественных городов наблюдается в исходном режиме сети, с принятыми в эксплуатации местами ее размыкания. В режимах с оптимальными местами размыкания сетей число перегруженных линий уменьшается. Наиболее благоприятным режимом (с точки зрения загрузки линий) является режим с ограничениями по пропускной способности линий, но без фиксации разрезов. Учет имеющихся разрезов сети почти во всех случаях приводит к увеличению потерь мощности. Однако не всегда увеличение потерь мощности в сети, вызванное наложением фиксации, влечет за собой увеличение числа перегруженных линий.

В реальных сетях оптимальное положение одних разрезов определяется в основном параметрами сети; положение других в большей мере зависит от нагрузок.

Опыт расчетов показывает, что около половины разрезов 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 разрезов будут занимать и в этом случае одни и те же оптимальные места.

Выявление оптимальных мест разрезов 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 разрезов, 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 мелкочеловеческую, бытовую и сельскохозяйственную нагрузку с низким $\cos \varphi$. При оптимизации