

«Бурштинського енергоострова» (компанія «Запад-енерго») також в Польщу, Венгрию і Словаччину.

Перечень ссылок

1. Варинская Л. А., Довбня В. Н. Формирование себестоимости 1 кВт·ч электрической энергии в условиях атомной станции // Электротехника та електроенергетика. – 2002. – № 1. – С. 84–87.
2. Патон Б., Барьяхтар В., Бакай А., Неклюдов И. Будущее атомной энергетики // Газета «Киевский телеграфъ». – 2–8 июня 2006. – № 22 (316).
3. Тютюнников А. Украина урановая // Донецкие новости. – 29 июня – 5 июля 2006. – № 26(782). – С. 12.
4. Юрченко Н. Атомная энергетика Украины в зоне отчуждения? // Ежедневник 2000.– 21 – 27 апреля 2006. – № 16 (315). – с. 13.
5. Украина хочет строить новые АЭС // Ежедневник 2000. – 28 апреля – 4 мая 2006. – № 17 (316). – С. 24.
6. Лясковский А. Нездоровое электричество. Энергетическая стратегия страны. // Ежедневник 2000. – 28 апреля – 4 мая 2006. – № 17 (316). – С. 24.
7. Цхведиани В. Пожиратели света. Замкнутый круг проблем украинской электроэнергетики // Газета «Киевский телеграфъ». – 21–27 апреля 2006. – № 16 (310). – С. 5.

Поступила в редакцию 28.08.06 г.

Аналізуються становище, перспективи розвитку в світі та Україні атомної електроенергетики на період до 2030 року. Зроблені висновки про життєздатність і перспективність атомної енергетики в більшості країн.

State, perspectives of atomic engineering development in the world and Ukraine in period to 2030 years are analyzed. The conclusions as to the viability and perspectives of atomic engineering in the majority of countries are given.

УДК 621.316

О. Д. Демов, О. П. Паламарчук

Розрахунок процесу впровадження конденсаторних установок в розподільчі мережі енергосистеми

Запроповано метод поетапного впровадження конденсаторних установок (КУ) в розподільчі мережі енергосистеми, який дає можливість враховувати їх обмежені фінансові можливості і одержувати максимальне зниження втрат електроенергії. Показано, що в першу чергу компенсацію реактивної потужності необхідно проводити за рахунок впровадження КУ в мережі споживачів.

Зниження втрат електроенергії в розподільчих мережах (РМ) є однією з основних задач енергосистеми. Значною мірою цього зниження можна досягнути за рахунок установлення конденсаторних установок (КУ) в цих мережах. На сьогоднішній день є низка методів розрахунку розміщення та потужностей КУ в електричних мережах [1, 2]. В цих методах вважається, що електричні мережі мають можливість установити всі КУ одночасно відповідно до результатів розрахунків, а проміжні кроки по впровадженню результатів не розглядаються. В дійсності фінансові можливості РМ різні і, як правило, обмежені, а установлення КУ в деяких вузлах неможливе. Тому виникає задача розрахунку оптимального процесу впровадження КУ в розподільчі електричні мережі з урахуванням вказаних особливостей.

Оптимальним процесом впровадження КУ буде вважати таку послідовність їх установлення, при якій досягається максимальне зниження втрат електроенергії.

При цьому приймаємо такі припущення.

1. Розглядаємо першу частину комплексної задачі зниження втрат та покращення рівнів напруги за рахунок раціонального вибору місць розташування та потужностей КУ в електричній мережі. Задачу зниження втрат за допомогою КУ можна вважати відносно самостійною [3].

2. РМ розділяємо та окремі частини (дерева), які працюють в розімкненому режимі і живляться від підстанцій 35, 110/10кВ [2].

Нехай розрахункове дерево задане матрицями активних вузлових опорів R та середніх реактивних навантажень Q_n . Номінальна напруга мережі – U_i .

Задачу розбиваємо на n етапів. На i -ому етапі в j -ому вузлі передбачається установлення КУ з потужністю Q_{kij} , яке характеризується зниженням втрат електроенергії $\delta(\Delta P)_{ij}$. Відповідно математична модель оптимізації впровадження КУ буде мати такий вигляд:

$$\delta(\Delta P) = \sum_{i=1}^m \delta(\Delta P)_i \Rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m Q_{kij} < Q_{cj}, \quad (2)$$

де Q_{ij} – середнє реактивне навантаження j -го вузла; $i=1, \dots, m; j, \dots, n_i$; m – кількість етапів впровадження КУ; n_i – кількість вузлів навантаження, в яких установлені КУ на i -ому етапі.

Задача полягає у визначенні таких значень Q_{kij} , які забезпечують максимальне зниження втрат як на даному етапі, так і за весь період впровадження. При цьому будь-який з етапів можна розглядати як кінцевий, оскільки на будь-якому етапі у зв'язку з фінансовими обмеженнями процес впровадження може зупинитись. З іншого боку кінцева точка може стати проміжною, оскільки можуть з'явитися нові вузли з КУ або в вузлах, де раніше неможливо було установити КУ, така можливість може з'явитися.

Величину $\delta(\Delta P)_{ij}$ можна представити як:

$$\delta(\Delta P)_{ij} = \Delta P_{ij}^{\text{до}} - \Delta P_{ij}^{\text{після}}, \quad (3)$$

де $\Delta P_{ij}^{\text{до}}, \Delta P_{ij}^{\text{після}}$ – втрати активної потужності від перетікання реактивної в мережі підприємства відповідно до і після установлення КУ в j -ому вузлі на i -ому етапі.

Величини $\Delta P_{ij}^{\text{до}}, \Delta P_{ij}^{\text{після}}$ визначаються як:

$$\Delta P_{ij}^{\text{до}} = \frac{1}{U_n^2} Q_c^t R Q_c, \quad \Delta P_{ij}^{\text{після}} = \frac{1}{U_n^2} Q_{c1}^t R Q_{c1}, \quad (4)$$

де Q_{ij}^t, Q_{ij}^r – матриці середніх реактивних навантажень відповідно до і після установлення КУ в j -ому вузлі на i -ому етапі.

Підставимо значення $\Delta P_{ij}^{\text{до}}$ та $\Delta P_{ij}^{\text{після}}$ в формулу (3) та отримаємо:

$$\delta(\Delta P)_{ij} = \frac{1}{U_n^2} \left[R_{jj} (2Q_{cij} Q_{kij} - Q_{kij}^2) + 2 \sum_{p=1}^{n_i-1} Q_{cp} Q_{kij} R_{jp} \right], \quad (5)$$

де R_{jj} – вхідний опір j -го вузла; R_{jp} – взаємний опір j -го та p -го вузлів; Q_{ij}^t, Q_{ij}^r – середнє реактивне навантаження j -го та i -го вузлів на i -ому етапі.

З формули (5) видно, що установлення КУ з потужністю Q_{kij} в різних вузлах дає різну величину $\delta(\Delta P)_{ij}$. Це дає можливість установлювати в першу чергу КУ в таких вузлах, які забезпечує найбільше зниження втрат.

При цьому необхідно врахувати, що в більшості вузлів розподільчих мереж установлення КУ неможливе з технічних причин. Таким чином задача зводиться до перебору всіх можливих варіантів послідовностей установлення КУ, в вузлах, де це можливо. Найкращим варіантом буде той, який забезпечує виконання умов (1)–(2).

Очевидно, що максимальне зниження втрат за

весь період впровадження буде відповідати максимальним значенням зниження втрат на всіх етапах:

$$\delta(\Delta P)^{\text{max}} = \sum_{i=1}^m \delta(\Delta P)_i^{\text{max}}. \quad (6)$$

Максимальне зниження втрат на i -ому етапі впровадження визначається перебором всіх можливих місць установлення КУ:

$$\delta(\Delta P)_i^{\text{max}} = \max[\delta(\Delta P)_{i1}, \delta(\Delta P)_{i2}, \dots, \delta(\Delta P)_{in}] \quad (7)$$

Величина потужності Q_{kij} на кожному етапі впровадження узгоджується з фінансовими можливостями підприємств електричних мереж.

Якщо при розрахунку виявиться доцільним установлення КУ в одному вузлі на кількох етапах, то очевидно практично це потрібно зробити на одному етапі.

Реактивні навантаження РМ можна значно зменшити за рахунок установлення КУ в мережах споживачів, але це призводить до зменшення плати за реактивну енергію цими споживачами. Відповідно впровадження КУ в мережі споживачів для РМ буде доцільним в тому випадку, якщо плата за зменшення втрат активної енергії буде більшою від зменшення плати за реактивну енергію:

$$\delta(\Delta P)_{\Sigma} \alpha \geq Q_{k\Sigma} \beta, \quad (8)$$

де $\delta(\Delta P)_{\Sigma}$ – зниження втрат потужності в мережах РМ при установленні КУ з потужністю $Q_{k\Sigma}$ в мережах споживачів; α – тариф на активну енергію для РМ; β – тариф на реактивну енергію для споживачів.

Виконання нерівності (8) визначає доцільність установлення КУ, виходячи з інтересів енергосистеми. При умові, що враховуються всі мережі енергосистеми, по яких передається реактивна енергія до споживачів, виконання нерівності (8) очевидно [4]. Якщо враховувати тільки РМ, то ця нерівність може не виконуватись і установлення КУ в мережах споживачів недоцільне. Такий висновок є кон'юктурним і віддзеркалює недосконалість економіки перехідного періоду [5]. В цілому установлення КУ в мережах споживачів, звичайно, доцільне, як для споживачів, так і для РМ [1]. Тому компенсація реактивної потужності в мережах РМ, в першу чергу, повинна виконуватись за рахунок установлення КУ в мережах споживачів, які живляться від РМ енергосистеми.

Проведені дослідження дають можливість сформулювати алгоритм оптимального впровадження КУ в РМ таким чином.

1. Визначаємо споживачів, які установлюють КУ на протязі розрахункового періоду і зменшуємо реактивні навантаження відповідних вузлів.
2. Визначаємо вузли дерева РМ, в яких можна установити КУ відповідно до технічних умов.
3. Розраховуємо $\delta(\Delta P)_{1j}$ для всіх n вузлів вказаного дерева, в яких можливе установлення КУ.
4. Вибираємо q -ий вузол з максимальним значенням

ням зниження втрат $\delta(\Delta P)_i^{\max}$ і відповідно потужність КУ Q_{kij} , яку доцільно в цьому вузлі установити.

5. Зменшуємо реактивне навантаження вузла, де установлюється КУ, на величину Q_{kij} .

6. Якщо нерівність $Q_{nij} - Q_{kij} > 0$ виконується і фінансові можливості РМ дозволяють установити КУ з потужністю Q_{kij} , то розрахунки за пунктами 1–5 повторюються.

Аналогічні розрахунки проводяться для інших дерев РМ.

В результаті ми одержуємо таку послідовність кроків установлення КУ в РМ, якій на кожному кроці відповідає максимальне зниження втрат електроенергії.

Приклад розрахунку.

На рис. 1 показана розрахункова схема ділянки РМ та її основні параметри. В табл. 1 наведені результати розрахунків активних опорів елементів цієї схеми. Номінальна напруга мережі $U_i=10$ кВ. Потужність КУ, яка установлюється на кожному етапі $Q_{kij}=50$ кВАр. Фінансові можливості РМ дозволяють установити КУ з потужністю 250 кВАр. Всі ТП знаходяться на балансі РМ.

Знайти послідовність впровадження КУ, які забезпечують максимальне зниження втрат.

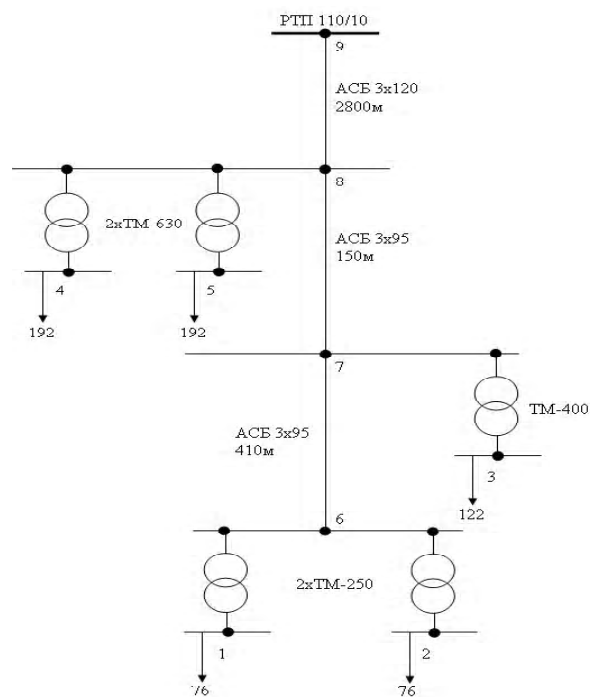


Рис. 1 Розрахункова схема мережі РМ

Таблиця 1

Назва елемента на схемі	ТМ 250	ТМ 400	ТМ 630	Ділянки кабельних ліній, Ом		
	Ом	Ом	Ом	9-8	8-7	7-6
Активний опір елемента, Ом	6	3,7	1,9	0,73	0,05	0,13

Розв'язання

1. В даному випадку відсутні споживачі, в мережах яких можна установити КУ.

2. Вважасмо, що з боку 0,4 кВ всіх ТП можна встановити КУ.

За формулою (5) розраховуємо величини $\delta(\Delta P)_{1j}$ для всіх вузлів при установленні КУ потужністю 50 кВАр:

$$\delta(\Delta P)_{11} = \frac{2}{10^2} [(76 - 50) \times (6 + 0,13 + 0,05 + 0,73) + 76 \times (0,13 + 0,05 + 0,73) + 122(0,05 + 0,73) + 384 \times 0,73] = 600 \text{ Вт.}$$

Аналогічно знаходимо величини $\delta(\Delta P)_{1j}$ для інших вузлів:

$$\delta(\Delta P)_{12} = 600 \text{ Вт}; \delta(\Delta P)_{13} = 722 \text{ Вт};$$

$$\delta(\Delta P)_{14} = 714 \text{ Вт}; \delta(\Delta P)_{15} = 444 \text{ Вт.}$$

3. Знаходимо вузол з максимальним значенням ефективності:

$$\delta(\Delta P)_1^{\max} = \max(600; 600; 722; 714; 714) = 722 \text{ Вт.}$$

4. Відповідно на першому етапі установлюємо КУ в 3-ому вузлі і зменшуємо реактивне навантаження цього вузла на 50 кВАр:

$$Q_{n3} = 122 - 50 = 82 \text{ кВАр.}$$

5. Так як нерівність $122 - 50 > 0$ виконується, то розрахунок за пунктами 1–4 повторюються.

В результаті ми одержуємо таку послідовність вузлів: 3–5–4–1–4, в яких необхідно установити КУ з сумарною потужністю 250 кВАр, щоб забезпечити максимальне зниження втрат електроенергії.

Висновки

1. Впровадження КУ в РМ доцільно проводити поетапно, що дає можливість враховувати їх обмежені фінансові можливості і одержувати максимальне зниження втрат електроенергії.

2. В першу чергу компенсацію реактивної потужності в РМ необхідно проводити за рахунок впровадження КУ в мережі споживачів.

Перелік посилань

1. Железко Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. – М.: Энергоиздат, 1985. – 223 с.
2. Сиуда И. П., Свешников В. И. Алгоритм расчета мощности компенсирующих устройств в сетях электроэнергетических систем // Энергетика и транспорт. – 1978. – № 4. – С. 148–152.
3. Основы построения промышленных сетей / Г. М. Каялов, С. А. Каждан, И. Н. Ковалев, Э. Г. Куренный. – М.: Энергия, 1978. – 352 с.
4. Методика розрахунків плати за перетоки реактив-

ної енергії між енергопостачальною організацією та споживачами. – Київ: Міністерство енергетики України, 1997. – 31 с.

5. Гудко Є. І., Демов О. Д., Терешкевич Л. Б. Про доцільність установаження конденсаторних бата-

рей у промислових електричних мережах у сучасних економічних умовах // Енергетика і електрифікація. – 1997. – №2. – С. 30–31.

Поступила в редакцію 03.07.06 г.

Предложено метод поэтапного внедрения конденсаторных установок (КУ) в распределительные сети энергосистемы, который дает возможность учитывать их ограниченные финансовые возможности и получать максимальное снижение потерь электроэнергии. Показано, что в первую очередь компенсацию реактивной мощности необходимо проводить за счет внедрения КУ в сети потребителей.

The method of step-by-step introduction of condenser installations (CI) in the distributive networks of grid is offered; it enables to take into account their limited financial possibilities and to get the maximal decline of losses of electric power. It is shown that the indemnification of reactive power ought to be conducted in the first instance due to introduction of CI in the users network.

УДК 620.91

Е. С. Литвинов, А. П. Заболотный

Оперативный анализ потребления энергоресурсов металлургическим предприятием

Проведен анализ использования энергоресурсов на металлургических предприятиях и дана оценка эффективности управления процессом их потребления.

В связи с дальнейшим ростом цен на основные топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) в настоящее время обострилась потребность повышения эффективности управления энергопотреблением, что отвечает экономическим интересам как поставщиков, так и потребителей энергоресурсов. При этом основными рыночными параметрами становятся количество полезно отпущенной энергии и ее оплаченная стоимость, а формирующиеся розничный и оптовый рынки ТЭР представляют собой, по сути, рынок полезно потребленных энергоресурсов.

Основная особенность такой ситуации для металлургического производства состоит в подходе к энергопотреблению как главному фактору, который, в свою очередь, представляется совокупностью собственно технологического процесса, учетно-финансового процесса энергопотребления, а также оперативного управления в области энергоиспользования. При этом затраты на энергоресурсы рассматриваются как одна из основных расходных статей в бюджете металлургического предприятия. Поэтому получение полной картины расхода всех видов энергии, возможность оперативного анализа этой информации, прогнозирование и управление потреблением энергоресурсов на всех этапах производства имеет важное значение. Одно из основных направлений решения данной задачи состоит в организации точного учета и контроля ТЭР, и, в первую очередь, – электроэнергии и природного газа [1].

Очевидно, что эффективность использования энергетических ресурсов влияет на рентабельность работы предприятия, являясь одним из рычагов вли-

яния на конкурентоспособность в условиях рынка. Однако, на сегодняшний день на очень немногих предприятиях Украины внедрены и используются средства эффективного учета и управления энергоресурсами. Большинство действующих в настоящее время на предприятиях автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) обеспечивают, в основном, коммерческий и технический учет топливно-энергетических ресурсов. Зачастую реализованные в них методы учета морально устарели, организационная структура учета предельно упрощена, номенклатура функций учета недостаточна. Низкая степень автоматизации и отсутствие в структурной схеме таких систем учета централизованного информационно-вычислительного комплекса, рассчитывающего интегральные значения, приводит к тому, что получаемая информация по объемам потребления энергоресурсов, без ее анализа в режиме реального времени, не обеспечивает оперативной оценки эффективности использования ТЭР [2].

В тоже время мировой опыт показывает, что современные АСКУЭ (построенные на основе микропроцессорной техники) позволяют значительно снизить долю затрат на энергоресурсы [3]. Это особенно актуально для предприятий, выпускающих строго стандартизированную продукцию, и, в частности, для предприятий металлургической промышленности (где одним из основных путей повышения конкурентоспособности в условиях рынка является снижение себестоимости выпускаемой продукции).

С целью оценки экономической целесообразности внедрения на металлургических предприятиях со-