

ГРАДІЄНТНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано поетапний розрахунок впровадження конденсаторних установок в розподільні електричні мережі на основі градієнтного методу, що забезпечує максимальну економічну ефективність на кожному з етапів впровадження.

Ключові слова: компенсація реактивної потужності, електричні мережі, реактивні навантаження.

Abstract

It is shown that economical efficacy of condenser battery's insulation can be largely changed at the expense of changing its powers and places of installing. It's proposed consistent method of insulation of condenser installation in electrical networks of industrial plants which guarantees maximum economical efficacy on every insulation steps.

Keywords: compensation of jet power, distributive networks, jet loadings.

Вступ

Зниження втрат електроенергії в розподільних мережах (РМ) є однією з основних задач енергопостачальних компаній (ЕК). В значній мірі цього зниження можна досягнути за рахунок установлення конденсаторних установок (КУ) в цих мережах. На сьогоднішній день є ряд методів розрахунку розміщення КУ в електричних мережах [1, 2].

В цих методах припускається, що ЕК мають можливість установити всі КУ одночасно, а проміжні кроки по впровадженню результатів не розглядаються. В дійсності вказані компанії знаходяться в умовах фінансових обмежень, які не дозволяють одночасного установлення КУ. Таким чином виникає задача в розрахунку поетапного впровадження конденсаторних установок в розподільній мережі енергопостачальних компаній при умові дефіциту коштів. Математично такий розрахунок можна здійснити градієнтним методом.

Метою роботи є розрахунок поетапного впровадження конденсаторних установок в розподільній мережі енергопостачальних компаній за допомогою градієнтного методу.

Результати дослідження

Якщо на кожному етапі встановлювати КУ невеликої потужності ΔQ_k , то δP_t буде визначати градієнт функції зниження втрат на t -му кроці, а δP_{t+1} – градієнт функції зниження втрат на $t + 1$ -му кроці. Максимум цієї функції досягається рухом у напрямку максимального її градієнта. Відповідно, забезпечуючи максимальне зниження втрат на кожному етапі, ми тим самим забезпечуємо максимальне зниження втрат за весь період впровадження.

Зниження втрат, яке ми одержимо від установлення КУ на всіх кроках, починаючи з t -го, складатиметься зі зниження на t -му етапі δP_t плюс умовне оптимальне зниження на всіх наступних етапах, починаючи з $(t + 1)$ -го – δP_{t+1} .

$$\delta P_{\Sigma t} = \delta P_t(S, U_t) + \delta P_{t+1}(S, U_t), \quad (1)$$

де S – стан мережі, який вона набула в результаті попередніх кроків; U_t – процедура впровадження КУ на t -му кроці.

Очевидно, яким би не був стан мережі в результаті попередніх кроків впровадження КУ, ми повинні вибирати впровадження на найближчому кроці так, щоб воно, в сукупності з впровадженням на

всіх наступних кроках забезпечувало максимальне зниження втрат за період впровадження T:

$$\delta P_{\sum t}^{\max} = \max_{t=1}^{t=T} \{ \delta P_t(S, U_t) + \delta_t P_{t+1}(S, U_t) \}, \quad (2)$$

де δP_t – зниження на t-му кроці; δP_{t+1} – умовне оптимальне зниження на всіх наступних кроках, починаючи з (t + 1)-го [3].

Розглянемо оптимізацію впровадження КУ шляхом їх покрокового установлення. Розбиваємо процес оптимізації на n кроків. На i-ому кроці в j-ому вузлі передбачається установлення КУ потужністю Q_{kij} , яке характеризується зниженням втрат δP_{ij} .

Зниження втрат в розподільчих мережах при установленні КУ потужністю Q_{kij} в j-ому вузлі на i-ому кроці впровадження визначається як:

$$\delta P_{ij} = \frac{1}{U_n^2} [R_{jj}(2Q_{cj}Q_{kij} - Q_{kij}^2) + 2Q_{kij} \sum_{p=1}^{n-1} Q_{cp}R_{jp}], \quad (3)$$

де R_{jj} - вхідний опір j-го вузла, R_{jp} - взаємний опір j-го p-го вузлів; Q_{cj}, Q_{cp} – середні реактивні навантаження відповідно j-го та p-го вузлів; $p=1, \dots, n-1$; U_n - номінальна напруга мереж.

З формули (3) видно, що установлення КУ потужністю Q_{kij} в різних вузлах дає різну величину δP_{ij} . Це дає можливість вибрати таке місце установлення КУ, яке забезпечує найбільше зниження втрат. При цьому необхідно врахувати, що в більшості вузлів розподільчих мереж установлення КУ неможливе по технічним причинам. Таким чином максимальне зниження втрат на i-ому етапові розрахунку визначається перебором всіх можливих місць установлення КУ:

$$\delta P_{ij}^{\max} = \max_{j=1}^{j=n} (\delta P_{ij}). \quad (4)$$

Результати розрахунків по формулам (3,4) дозволяють побудувати залежність зниження втрат від сумарної потужності КУ $f(Q_k)$. Наявність цієї залежності дозволяє знайти максимально можливе зниження втрат від заданої величини коштів [4].

Залежність $f(Q_k)$ можна інтерпретувати як траєкторію оптимального процесу установлення КУ, координати якої дають можливість знаходити оптимальне розв'язання задачі компенсації реактивної потужності в електричних мережах при заданій величині коштів.

Висновки

1. Установлення конденсаторних установок в розподільних мережах енергопостачальних компаній доцільно проводити поетапно, що дає можливість враховувати їх обмежені фінансові можливості.
2. Розрахунок поетапного впровадження конденсаторних установок в розподільній мережі енергопостачальних компаній доцільно проводити за допомогою градієнтного методу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Железко Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. – М.: Энергоиздат, 1985. – 200с.
2. Идельчик В. И. Электрические системы и сети. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1988. – 208 с.
4. Чаленко А.А., Демов А.О., Демов О.Д., Хінді Айман Тахер Метод впровадження конденсаторних установок в районні електричні мережі. Энергетика и электрификация. – 2003. – №2. – С. 35–39.

Москвічова Марія Юрїївна — студент групи 4Е-12б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Олександр Дмитрович Демов** — канд. техн. наук, доцент кафедри електротехнічних систем електропостачання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : demov@yandex.ru.

Москвічова Марія Юрївна — студент групи 4Е-12б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Москвичова Masha — Department of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Demov Alexander** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of electrical power consumption and power management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: demov@yandex.ru.