

МОДЕЛЬ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ ВІДНОСНИХ СПАДІВ НАПРУГИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод поетапного установлення компенсуючих установок в розподільні електричні мережі з використанням відносних спадів напруги як інтегральних показників. Вони дозволяють одночасно оцінювати втрати активної потужності під час передачі реактивної і спади напруги.

Ключові слова: компенсація реактивної потужності, розподільні електричні мережі, відносні спади напруги.

Abstract

A method of phased installation of compensating units in electrical distribution networks with using relative voltage drops, as integral indicators, was proposed. They allow simultaneously evaluate active power losses during transmission reactive power and voltage drops.

Keywords: reactive power compensation, electrical distribution networks, relative voltage drops.

Постановка проблеми. Впровадження компенсуючих установок (КУ) є одним з ефективних шляхів зниження втрат електроенергії у розподільних електричних мережах (ЕМ). Відповідно до існуючих методів [1-5] розв'язання цієї задачі проводиться за двома критеріями: максимальним зниженням втрат і забезпеченням допустимих рівнів напруги у навантажувальних вузлах ЕМ. Розв'язання задачі в такій постановці потребує складних математичних методів, зокрема методів нелінійного програмування [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати розрахунків, одержані вказаними методами, практично складно перевірити на відповідність обом критеріям, оскільки вони характеризують різні технічні параметри. З іншої сторони у [4] показано, що ці критерії мають спільну фізичну природу, що дає можливість формувати інтегральні показники, які одночасно оцінюють втрати активної потужності і спади напруги.

Мета роботи – дослідження і використання інтегральних показників, які одночасно оцінюють втрати активної потужності і спади напруги.

Результати дослідження. Втрати активної потужності на ділянці ЕМ, якою протікає реактивна потужність Q , визначаються як

$$\Delta P = d \cdot \Delta U_* \cdot Q, \quad (1)$$

де $\Delta U_* = \frac{\Delta U}{U}$ – відносні спади напруги; U – напруга у вузлі навантаження; d – коефіцієнт, який визначається параметрами ділянки ЕМ.

Як видно з (1) ΔU_* дозволяє оцінювати не тільки спади напруги, а й втрати активної потужності під час передачі Q . Це дозволяє використовувати значення ΔU_* в розрахунках компенсації реактивної потужності в ЕМ. Очевидно, що в першу чергу установлювати КУ необхідно у вузлах із максимальним значенням ΔU_* .

Розглядається оптимізація впровадження КУ в ЕМ шляхом їх поетапного установлення. Вважається, що установлення КУ можливе тільки на стороні низької напруги трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.

Розбивається процес оптимізації на g етапів. Максимальне зниження втрат на i -ому етапі установлення КУ в ЕМ визначається перебором усіх можливих місць установлення КУ

$$\Delta U_{*i}^{\max} \in \max_{j=1}^n (\Delta U_{*j}), \quad i = \overline{1, g} \quad (2)$$

де g – кількість етапів установлення КУ; n – кількість вузлів навантаження, в яких установлюється КУ.

При переборі здійснюється перевірка виконання наступних обмежень:

1) неможливість зворотних перетоків реактивної потужності

$$\sum_{i=1}^g Q_{kij} < Q_{pj}, \quad (3)$$

де Q_{kij} – потужність КУ, установленної в j -ому вузлі на i -ому етапі установлення; Q_{pj} – розрахункове реактивне навантаження j -ого вузла;

2) вузли із недопустимими значеннями напруги виключаються

$$U_j^{\min} \leq U_j \leq U_j^{\max}, \quad (4)$$

де U_j^{\min}, U_j^{\max} – відповідно мінімальне і максимальне допустиме значення напруги у j -ому вузлі навантаження.

Кількість етапів визначається як

$$g = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{pj}}{Q_{kij}}. \quad (5)$$

Результати практичних розрахунків показали:

- послідовності установлення КУ, визначені існуючим [6] і запропонованим методами, співпадають;

- запропонований метод забезпечує задане допустиме значення відносного спаду напруги.

Висновки

1. Обґрунтовано використання відносних спадів напруги як інтегральних показників, які дозволяють одночасно оцінювати втрати активної потужності під час передачі реактивної і спади напруги.

2. Розроблено метод поетапного установлення КУ, який на відміну від відомих, дозволяє спростити процес оптимізації шляхом її лінеаризації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпов Ф.Ф. Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях. – М.: Энергия, 1975. – 184 с.
2. Мельников Н.А. Электрические сети и системы. – М.: Энергия, 1969. – 456 с.
3. Идельчик В. И. Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
4. Ковалев И. Н. Выбор компенсирующих устройств при проектировании электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 200 с.
5. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.
6. Демов О. Д. Розрахунок поетапного впровадження конденсаторних установок в розподільні мережі енергопостачальних компаній при дефіциті коштів/ О. Д. Демов, А.Б. Миндюк, І. О. Бандура // Новини енергетики. – 2011. – С. 38 - 44.

Півнюк Юрій Юрійович – аспірант кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: pivnjuk-jurijj@rambler.ru.

Науковий керівник: **Лежнюк Петро Дем'янович** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Pivniuk Yuriy Yu. – Post-Graduate student of Chair of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pivnjuk-jurijj@rambler.ru.

Supervisor: **Lezhniuk Petro D.** — Dr. Sc.(Eng.), Professor, Head of Chair of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.