

# ДЕКОМПОЗИЦІЯ РАДІАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПРИ РОЗРАХУНКУ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

У роботі запропоновано декомпозицію радіальної електричної мережі при розрахуванні компенсування реактивної потужності. Показано незалежність оптимальних реактивних потоків в окремих лініях розподільних мереж, що дозволяє проводити розрахування компенсування реактивної потужності окремо в цих лініях.

**Ключові слова:** декомпозиція, компенсація реактивної потужності, електричні мережі.

## Abstract

The radial electric networks decomposition for the calculation of the reactive power compensation is proposed in this work. The purpose of this research is the electric network simplification and taking into account the reactive power generation, transmission and consumption in these networks. This work shows that the optimal reactive flows are independent in the feeding and distributive networks. This allows to calculate the reactive power compensation separately in these networks.

**Keywords:** decomposition, compensation of reactive power, electric networks.

## Вступ

Втрати електроенергії в електричних мережах можна значно зменшити шляхом компенсування реактивної потужності (КРП) в них. Основою існуючих методів розрахування КРП є системний підхід, що базується на розв'язанні такої задачі одночасно для всієї електричної мережі [1]. Розв'язувати цю задачу в такій постановці складно, оскільки це потребує значних затрат по збору інформації.

Метою роботи є розробка методу розділення електричної мережі при розв'язанні задачі КРП на окремі частини (декомпозиції електричної мережі), що дозволяє спростити розрахунок і зменшити затрати на збір інформації.

## Результати дослідження

Основною умовою можливості вказаної декомпозиції є рівність значень функцій критеріїв КРП електричних мереж до і після їх декомпозиції:

$$\alpha_{\Sigma} (Q_{KV_i}) = \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^{m_j} \alpha_j (Q_{KV_{jl}}), \quad (1)$$

де  $\alpha_{\Sigma} (Q_{KV_i})$  – значення функції критерію КРП для всієї електричної мережі в залежності від значень потужностей компенсувальних установок (КУ)  $Q_{ki}$  при розв'язанні задачі без декомпозиції;  $i=1, \dots, k$ ,  $k$  – кількість вузлів електричної мережі;  $\alpha_j (Q_{KV_{jl}})$  – значення функцій критеріїв КРП  $j$ -их підсистем в залежності від потужностей КУ  $Q_{KV_{jl}}$ ;  $l=1, \dots, m_j$ ,  $m_j$  – кількість вузлів  $j$ -ої підсистеми;

$j=1, \dots, n$ ,  $n$  – кількість підсистем електричної мережі;  $\sum_{j=1}^n m_j = k$ .

При розв'язанні задачі в якості критеріїв КРП в електричних мережах прийнято: 1) величину зниження втрат активної енергії від перетоків реактивної; 2) величину затрат на передавання і генерування реактивної потужності.

Умова (1) по першому критерію для довільної радіальної електричної мережі, в якій кожна з підсистем замінені опором  $R_j$  та навантаженням  $Q_j$ , запишеться як:

$$\delta P_{\Sigma} (Q_{KVj}) = \sum_{j=1}^n \frac{(Q_j - Q_{KVj})^2}{U_n^2} \cdot R_j, \quad (2)$$

де  $\delta P_{\Sigma} (Q_{KVj})$  – сумарне зниження втрат електроенергії в радіальній електричній мережі в залежності від потужностей  $Q_{KVj}$ ;  $U_n$  – номінальна напруга мережі.

З (2) видно, що для даної мережі виконується умова (1) і при розрахуванні КРП така мережа може бути розділена на  $n$ -підсистем.

Розглянемо розрахунок КРП для радіальної електричної мережі, заданої матрицею вузлових активних провідностей  $Y$ , відповідно другого критерію КРП. Матриця-стовпець оптимальних значень потоків реактивної потужності для цієї мережі визначається як:

$$Q_c^{opt} = YC, \quad (3)$$

де  $C$  – матриця-стовпець, всі елементи якої  $C_i = \frac{C_{KV} \cdot U_n^2}{2 \cdot C_0}$ ;  $C_{KV}$  – питома вартість КВ;  $C_0$  – вартість

втрат активної потужності [2].

Для радіальної мережі матриця вузлових активних провідностей є діагональною і її елементи – це власні провідності вузлів  $Y_{ii}$ . З урахуванням цього матриця оптимальних потоків реактивних потужностей для цієї мережі запишеться:

$$Q_c^{opt} = \begin{pmatrix} Y_{11} \cdot C_1 \\ Y_{22} \cdot C_2 \\ \dots \\ Y_{ii} \cdot C_i \\ \dots \\ Y_{kk} \cdot C_k \end{pmatrix}, \quad (4)$$

З (4) видно, що при розрахуванні КРП по мінімуму затрат радіальна мережа ділиться на незалежні частини, що забезпечує декомпозицію електричної мережі.

### Висновки

Електричні радіальні мережі при розрахуванні КРП доцільно розділити на підсистеми, що дає змогу зменшити інформацію необхідну для вказаного розрахунку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами // Офіційний вісник України. – 2002. – №6.
2. Демов, О. Д. Оптимізація процесу впровадження компенсуювальних установок в розподільних електричних мережах енергопостачальних компаній : монографія / О. Д. Демов. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 98 с.

**I. S. Sitar** – студент групи ЕМ-17м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

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

**I. S. Sitar** – Department of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **A. D. Demov** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of electrical power consumption and power management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.