

# ДЕКОМПОЗИЦІЯ МОДЕЛІ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПРИ УПРАВЛІННІ КОМПЕНСУЮЧИМИ УСТАНОВКАМИ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Розроблена модель компенсації реактивної потужності в електричних мережах на основі їх декомпозиції. Ця декомпозиція дозволяє зменшити кількість інформації необхідної для управління компенсуючими установками.*

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

## Abstract

*A model of reactive power compensation in electric networks based on their decomposition has been developed. This model reduces the amount of information required to manage compensating installations.*

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

## Вступ

Одним з шляхів зниження втрат в розподільних електричних мережах є компенсація реактивної потужності (КРП), яка здійснюється з допомогою компенсуючих установок (КУ) [1]. Підвищення ефективності КРП здійснюється шляхом автоматичного управління потужностями КУ. Така задача потребує значної кількості інформації. Ця кількість може бути зменшена шляхом декомпозиції електричної мережі, в якій установлені КУ [2, 3]. Існуючі способи автоматичного управління потужностями КУ не враховують такої можливості.

Метою роботи є підвищення ефективності компенсуючих установок шляхом зменшення інформації, необхідної для управління цими установками, на основі декомпозиції електричної мережі.

## Результати дослідження

Коротка характеристика існуючих математичних моделей управління потужностями КУ представлена в таблиці 1.

Проведемо аналіз цих моделей. Сумарні втрати при управлінні КУ можна записати як:

$$\delta P_{\Sigma} = \delta P_{\text{відгал.}} + \delta P_{\text{жм}} + \delta P_{\text{спільн.}}, \quad (1)$$

де  $\delta P_{\text{відгал.}}$  – зниження втрат у відгалуженнях від основної лінії живлення;  $\delta P_{\text{жм}}$  – зниження втрат у живлячій лінії;  $\delta P_{\text{спільн.}}$  – зниження втрат на спільних ділянках магістральних мереж.

В радіальних мережах управління секціями КУ ведеться по мінімуму втрат (модель 1)  $\delta P_{\text{відгал.}} \rightarrow \min$ , для радіальних мереж зі спільним опором (модель 2)  $\delta P_{\text{відгал.}} + \delta P_{\text{жм}} \rightarrow \min$ .

При ввімкненні секцій КУ в різних вузлах друга складова  $\delta P_{\text{жм}}$  залежить тільки від потужності секцій, але не залежить від вузла, де ми вмикаємо КУ, тобто управління можна проводити по мінімуму першої складової. В заводських магістральних мережах (модель 3) спільні ділянки мають малу протяжність і відповідно невелику величину втрат  $\delta P_{\text{спільн.}}$ , якими можна знехтувати. і управління проводити аналогічно до попередніх випадків.

Таблиця 1 – Моделі управління потужностями конденсаторних установок

№ п/п	Коротка характеристика методу розрахунку КРП	Аналітична модель керування КУ
1	КРП по прогнозованому максимуму зниження втрат для радіальних мереж	$\frac{(2Q_i Q_{ci} - Q_{ci}^2) R_i}{U^2} \rightarrow \max$
2	КРП по максимуму зниження втрат в радіальних мережах та живлячій лінії	$\frac{2Q_{ci} R_i \sum_{i=1}^m Q_i - Q_{ci}^2 R}{U^2} + \frac{(2Q_i Q_{ci} - Q_{ci}^2) R_i}{U^2} \rightarrow \max$
3	КРП по максимуму зниження втрат в магістральних мережах	$\frac{(2Q_i Q_{ci} - Q_{ci}^2) R_{ii}}{U^2} + \frac{1}{U^2} \cdot 2Q_{ci} \sum_{j=1, j \neq i}^n Q_j R_{ji} \rightarrow \max$

Де  $Q_i, Q_j$  – реактивні навантаження  $i$ -ого та  $j$ -ого вузлів;  $Q_{ci}$  – потужність секції КУ, встановленої в  $i$ -ому вузлі;  $R_i$  – активний опір лінії, що живить  $i$ -ий вузол;  $R$  – активний опір живлячої лінії;  $R_{ji}$  – активний опір ділянки лінії спільної для  $i$ -ого та  $j$ -ого вузлів;  $n$  – кількість вузлів в мережі.

### Висновки

Таким чином, управління компенсуючими установками всієї мережі на основі її декомпозиції, можна проводити використовуючи лише дані лише про її частину. Це дасть змогу зменшити інформацію необхідну для управління КУ і відповідно підвищити їх ефективність шляхом зменшення затрат на створення цієї системи управління.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. – М.: Энергоиздат, 1985. – 200 с.
2. Демов О. Д. Оптимізація процесу впровадження компенсуючих установок в розподільних електричних мережах енергопостачальних компаній : монографія / О. Д. Демов. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 98 с.
3. Демов О.Д. Оптимізація впровадження та використання компенсуючих установок у розподільних електричних мережах споживачів / О. Д. Демов, Ю. Ю. Півнюк. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 89 с.

**Олександр Дмитрович Демов** – к.т.н, доцент кафедри електротехнічних систем електропостачання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: odemov@ukr.net.

**Денис Романович Верестюк** – студент групи ЕСЕ-15м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Alexander D Demov** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of electrical power consumption and power management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: odemov@ukr.net.

**Denis R. Werestuk** – Department of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.