

## МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПОТУЖНОСТЯМИ КОНДЕНСАТОРНИХ УСТАНОВОК В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі запропоновано метод декомпозиції електричної мережі промислового підприємства, який дозволяє проводити управління потужностями конденсаторних установок в окремих частинах цієї мережі з урахуванням впливу інших її частин. Запропонований метод дозволяє спростити управління потужностями конденсаторних установок для всієї електричної мережі в цілому.*

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

### *Abstract*

*The paper proposes a method of decomposition of the electric network of an industrial enterprise, which allows to manage the capacities of condenser units in separate parts of this network, taking into account the influence of other parts of it. The proposed method makes it possible to simplify the management of capacitor capacities for the whole electrical network as a whole.*

**Keywords:** decomposition, management, reactive power compensation, electrical networks.

### Вступ

Оскільки електричні мережі є фізично єдиним цілим, то при управлінні конденсаторними установками (КУ) необхідно враховувати стан всієї електричної мережі підприємства. Однак розв'язувати задачу в такій постановці складно, оскільки розв'язання задачі в цілому потребує значних затрат на збір інформації.

Таким чином **метою роботи** є розробка моделей управління КУ при розділенні (декомпозиції) електричної мережі на частини.

### Результати досліджень

Розглянемо застосування декомпозиції для управління потужностями КУ промислового підприємства з метою забезпечення заданої вхідної реактивної потужності (ВРП) відповідно моделей, представлених в табл.1. Критерієм управління в цьому випадкові є максимальне зниження втрат, яке досягається шляхом перебору різних варіантів вмикання секцій конденсаторних установок, установлених в вузлах електричної мережі [1].

В першому випадку управління секціями КУ проводиться по максимальному зниженню втрат у відгалуженнях радіальних мережах (модель 1)

$$\delta P_{\text{відгал}} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Для радіальних мереж зі спільним опором (модель 2) управління секціями КУ проводиться відповідно моделі 2

$$\delta P_{\text{сн.}} + \delta P_{\text{відгал.}} = \delta P_{\text{сн.}} + \frac{2Q_{\text{сн.}}R \sum_{i=1}^n Q_i - Q_{\text{сн.}}^2 R}{U_n^2} \rightarrow \max, \quad (2)$$

де  $\delta P_{\text{сн.}}$  – спільні втрати в живильній лінії;  $Q_i$  – реактивне навантаження  $i$ -го вузла;  $Q_{\text{сн.}}$  – потужність секції конденсаторної установки  $Q_{\text{сн.}}$ , встановленої в  $i$ -ому вузлі;  $R$  – активний опір живильної лінії;  $n$  – кількість вузлів в мережі;  $U_n$  – номінальна напруга мережі.

З приведеної формули видно, що при ввімкненні секцій КУ складова  $\delta P_{cn}$  не залежить від вузла, де ми вмикаємо цю секцію і управління можна проводити по максимуму другої складової моделі 2, тобто по моделі 1.

Таблиця 1 – Моделі управління конденсаторними установками для забезпечення заданої ВРП підприємства

№ п/п	Характеристика моделі	Аналітична модель управління
1	Забезпечення ВРП по максимуму зниження втрат для радіальних мережах	$\frac{(2Q_i Q_{ci} - Q_{ci}^2) R_i}{U_n^2} \rightarrow \max$
2	Забезпечення ВРП по максимуму зниження втрат в радіальних мережах та живлячій лінії	$\frac{2Q_{ci} R \sum_{i=1}^n Q_i - Q_{ci}^2 R}{U_n^2} + \frac{(2Q_{ci} Q_i - Q_{ci}^2) R_i}{U_n^2} \rightarrow \max$
3	Забезпечення ВРП по максимуму зниження втрат в магістральних мережах	$\frac{(2Q_{ci} Q_i - Q_{ci}^2) R_{ii}}{U_n^2} + \frac{2Q_{ci} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n Q_j R_{ji}}{U_n^2} \rightarrow \max$

де  $R_{ij}$  – спільний опір  $i$ -го та  $j$ -го вузлів.

В магістральних мережах (модель 3) спільні втрати визначаються як  $\delta P_{cn} = 2 \cdot Q_i \cdot Q_j \cdot R_{ij}$  при  $n = 3$  спільні втрати для 2-го і 3-го вузлів  $\delta P_{23} = 2(R + R_{12}) Q_2 Q_3$ . В цьому випадку розрахункову мережу можна розділити на дві частини: в межах вузлів 02 і 23. При порівнянні величин  $\delta P_2$  і  $\delta P_3$  в процесі управління потужностями конденсаторних установок враховувати тільки частину мережі – мережу 23. Очевидно при інших значеннях  $n$  можна зробити аналогічний висновок.

### Висновок

Встановлено, що при управлінні потужностями КУ електричну мережу підприємства можна ділити на дві частини і враховувати інформацію тільки про одну частину мережі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тугай Ю.І. Декомпозиція електричних мереж при оптимізації реактивних потужностей / Ю.І. Тугай, О.Д. Демов, Д.А. Нікішин, Ю.Ю. Півнюк // Праці Інституту електродинаміки НАНУ. – 2018. – № 50. – С.11–16.

**Віталій Ігорович Рисюк** – студент групи ЕСЕ-17м, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Юрій Юрійович Півнюк** – асистент кафедри Електричних станцій та систем, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [u.pivnjuk@gmail.com](mailto:u.pivnjuk@gmail.com).

Науковий керівник: **Олександр Дмитрович Демов** – к.т.н., доцент, доцент кафедри Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Vitalii I. Rysiuk** – student group ESE-17m, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia;

**Yurii Yu. Pivniuk** – Assistant of the Department of Power Plants and Systems, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [u.pivnjuk@gmail.com](mailto:u.pivnjuk@gmail.com).

Supervisor: *Olexandr D. Demov* – Cand. Sc. (Eng), assistant professor, assistant professor of the Department of Electrotechnical Systems of Power Consumption and Energy Management, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.