

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Кузнецов Д. С.¹, Данильченко Д. О.²

¹ асистент кафедри електроізоляційної та кабельної техніки навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² професор кафедри передача електричної енергії навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки, канд. техн. наук, професор, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Dmytro.Danylchenko@khi.edu.ua

Запропоновано вдосконалити методику підвищення енергоефективності електричних мереж, яка поєднує оптимізацію їх топології, інтеграцію відновлюваних джерел енергії та впровадження конденсаторних установок (КУ). Реалізація запропонованого підходу дозволяє зменшити технологічні втрати потужності, підвищити стабільність режимів роботи та забезпечити ефективне функціонування енергосистеми в умовах зростання частки ВДЕ.

Запропонована методика включає чотири взаємопов'язані етапи, що забезпечують комплексне підвищення ефективності функціонування електричних мереж з урахуванням сучасних технічних і енергетичних викликів:

1. Оптимізація конфігурації мережі - визначення раціональної точки розмикання для мінімізації втрат потужності, покращення розподілу навантаження та забезпечення топологічної надійності.

2. Інтеграція ВДЕ - оптимальне розміщення джерел з урахуванням впливу на втрати, рівень напруги, пропускну спроможність і стійкість режимів. Для вибору точок приєднання застосовується індекс чутливості.

3. Уточнення конфігурації мережі - повторна оцінка поточного розподілу після інтеграції ВДЕ для перевірки оптимальності режимів.

4. Розміщення КУ - вибір оптимальних параметрів і місць встановлення для компенсації реактивної потужності, стабілізації напруги та зниження втрат.

За результатами досліджень розроблено багатокритеріальну цільову функцію, що враховує взаємний вплив конфігурації мережі, відновлюваних джерел енергії та КУ, забезпечуючи комплексну оптимізацію енергетичної системи.

На рис. 1 наведено теоретичне поетапне зниження активних і реактивних втрат у електричній мережі під час застосування запропонованої методики підвищення енергоефективності. Реальні практичні криві можуть відрізнятися по величині зниження втрат від етапа до етапа, але загальна тенденція зниження втрат при застосуванні описаної методики буде така яка зображена на рис. 1.

Запропонований підхід забезпечує системне підвищення енергоефективності електричних мереж, сприяє зниженню втрат потужності, підвищенню надійності та стабільності режимів, а також створює умови для ефективної інтеграції відновлюваних джерел енергії в сучасні енергетичні системи.

$$\Delta S = \left\{ \begin{array}{l}
1. \text{Визначення топології} \\
F(x) = w_1 \cdot P_{\text{втр}}^{\Sigma} + w_2 \cdot U_i + w_3 \cdot K_{\text{зав } i} + w_4 \cdot |Q_{\text{лінії } i}| + w_5 \cdot W_{\text{загал}} \\
2. \text{Пошук оптимальних місць для інтеграції ВДЕ} \\
J_i = \frac{\Delta P_{\text{втр ЛЕП } i}}{\sum \Delta P_{\text{втр ЛЕП } i}}, \sum \Delta P_{\text{втр ЛЕП } i} \rightarrow \min \\
3. \text{Впровадження КУ} \\
\sum_{i=1}^N \int_0^T \left(\frac{(P_{\text{нав } i}(t) - P_{\text{ВДЕ}i}(t))^2 + (Q_{\text{нав } i}(t) - Q_{\text{КУ}i}(t))^2}{U^2} \right) \cdot R_i dt \rightarrow \min \\
\sum_{i=1}^N \int_0^T \left(\frac{(P_{\text{нав } i}(t) - P_{\text{ВДЕ}i}(t))^2 + (Q_{\text{нав } i}(t) - Q_{\text{КУ}i}(t))^2}{U^2} \right) \cdot X_i dt \rightarrow \min \\
Q_{\text{КУ}}(t) \leq Q_{\text{нав}}(t) \\
U_{\min} \leq U_i \leq U_{\max}
\end{array} \right. \quad (1)$$

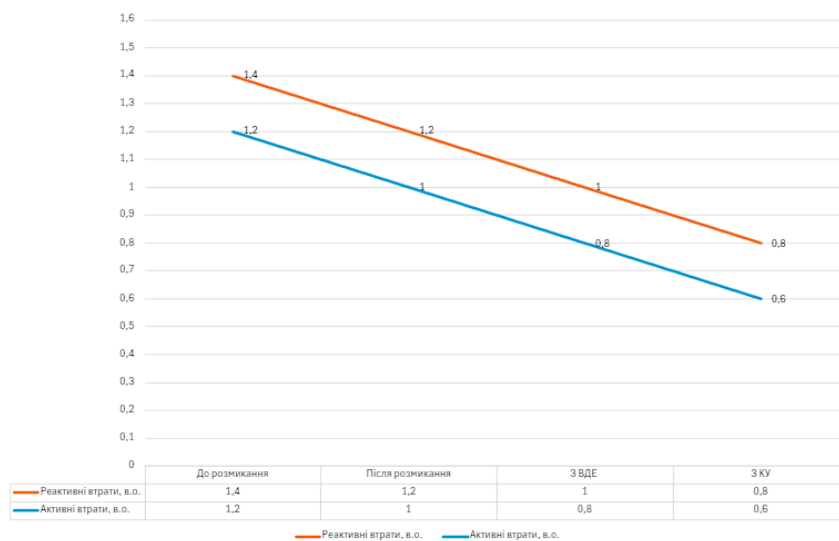


Рис. 1 – Поетапне зниження технологічних втрат в в.о.

Список використаних джерел:

1. *Рогальський Б. С.* Проблеми енергозбереження, зниження втрат електроенергії в електричних мережах. Навчальний посібник / . – Вінниця : ВДТУ, 1996. – 112 с.
2. *Лежнюк П.Д.* Електроощадні технології в електричних мережах енергосистем / *Л. Н. Добровольська, В. В. Кулик, П. Д. Лежнюк* // Під редакцією Лежнюка П.Д. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2018. – 328 с.
3. *Danylchenko, D., & Kuznetsov, D.* (2025). Application of an advanced objective function to minimize active power losses. *Electrical Engineering and Power Engineering*, (4), 7–16.