

УДК 621.311.001.57

Ю. Романюк, канд. техн. наук, доц., О. Соломчак, канд. техн. наук, доц.  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

## ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ШЛЯХОМ ПІДТРИМАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ НАПРУГИ ЖИВИЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

**Yu. Romaniuk, O. Solomchak,**  
**REDUCING ENERGY LOSSES IN POWER TRANSFORMERS BY VOLTAGE  
OPTIMIZATION**

Метою роботи є визначення оптимальних рівнів напруг на вході силових трансформаторів знижувальних підстанцій з метою зменшення втрат потужності та електроенергії в електричних мережах.

Втрати потужності в трансформаторах складаються з втрат неробочого ходу і навантажувальних втрат. Втрати в сталі пропорційні квадрату наведеної ЕРС, яка наближено дорівнює напрузі на виводах первинної обмотки трансформатора, так як втратою напруги в первинному колі трансформатора можна знехтувати. Навантажувальні втрати в опорах обмоток трансформатора пропорційні квадрату струму навантаження. Зменшити ці втрати можна оптимізувавши напругу живлення.

Для визначення оптимальної напруги на вході трансформатора, яка відповідає мінімуму втрат електроенергії в трансформаторі, знайдемо мінімум функції, порівнявши до нуля її похідну:

$$\Delta WP_T = \Delta P_X U_*^2 8760 + \frac{1}{U_*^2} \Delta P_K K_3^2 \tau; \quad (1)$$

$$\frac{d\Delta WP_T}{dU_*} = 2\Delta P_X U_* 8760 - \frac{2}{U_*^3} \Delta P_K K_3^2 \tau = 0; \quad (2)$$

$$U_{опт} = \sqrt[4]{\frac{\Delta P_K K_3^2 \tau}{\Delta P_X 8760}}. \quad (3)$$

Як витікає з формули (3), оптимальна напруга  $U_{опт}$  залежить не тільки від середнього коефіцієнта завантаження трансформатора і його технічних характеристик, а й від форми графіка електричних навантажень, зокрема від часу найбільших втрат  $\tau$ . На рис.1 зображена залежність  $U_{опт} = f(T_{нб})$ , побудована для різних значень коефіцієнтів завантаження трансформатора ТМ-100/10, а на рис.2 - залежність  $U_{опт} = f(Kз)$ , побудована для різних значень часу використання найбільшого навантаження.

З рисунків видно, що чим рівномірніший графік електричних навантажень трансформатора, і чим більший коефіцієнт завантаження, тим вищим повинен бути рівень оптимальної напруги на вході трансформатора, який відповідає мінімуму втрат електроенергії в трансформаторі.

Мінімізувати втрати електроенергії в трансформаторі можна при його завантаженні в межах (60-100)% від номінальної потужності (див. рис.2), тобто при значно більшому завантаженні порівняно з мінімізацією сумарних втрат активної потужності в трансформаторі. Тільки у випадку рівномірного навантаження протягом року, коли  $T_{нб} = 8760$  год, умови мінімізації втрат потужності і втрат електроенергії в трансформаторі збігаються, і оптимальна напруга буде однаковою для обох випадків.

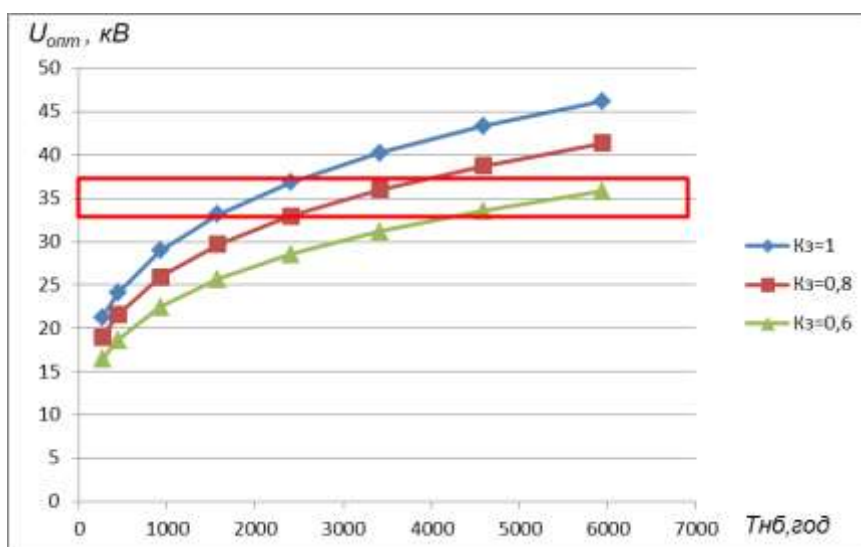


Рис. 1. Мінімізація втрат електроенергії в трансформаторі шляхом регулювання рівнів напруги мережі живлення залежно від часу  $T_{NB}$

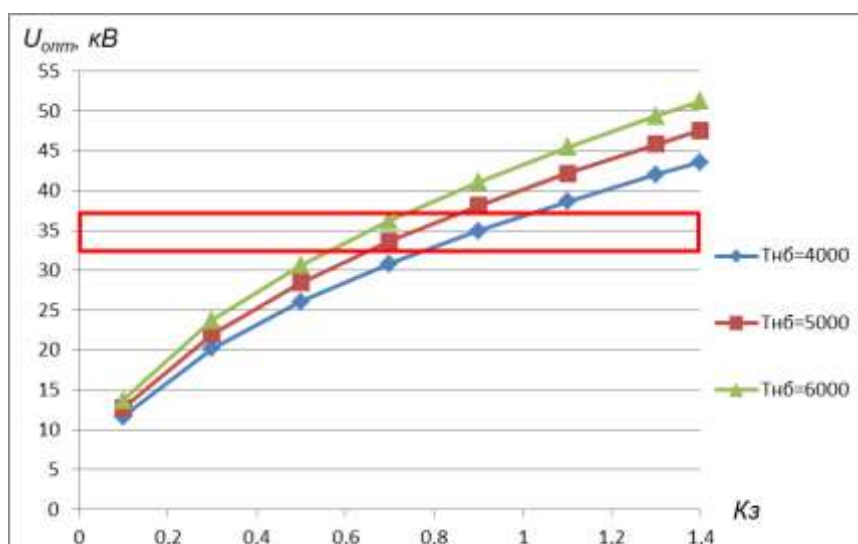


Рис. 2. Мінімізація втрат електроенергії в трансформаторі шляхом регулювання рівнів напруги мережі живлення залежно від коефіцієнта завантаження трансформатора

Очевидно, що з метою зменшення втрат електроенергії в трансформаторах оптимальний рівень напруги на вході потрібно визначати з врахуванням фактичних коефіцієнтів завантаження трансформаторів і форми графіків електричних навантажень.

### Висновки

1. Втрати потужності та електроенергії в трансформаторах можна зменшити шляхом оптимізації рівнів напруги електричної мережі живлення залежно від коефіцієнтів їх завантаження та форми графіків електричних навантажень.
2. Мінімальні втрати електроенергії в трансформаторах можна забезпечити зміною напруги живлення при значно більших коефіцієнтах завантаження порівняно з мінімізацією втрат потужності. Умови мінімізації втрат потужності і втрат електроенергії збігаються тільки у випадку рівномірного графіка навантаження.