

МІНІМІЗАЦІЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО МІКРОРАЙОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано встановити силові активні фільтри в розподільчих пристроях ТП житлового мікрорайону. Запропоноване технічне рішення дає змогу значно зменшити втрати електроенергії. Встановлення активних фільтрів підвищує енергоефективність мережі. Проект відповідає нормативам, технічно обґрунтований та економічно доцільний.

Ключові слова: втрати електроенергії, вищі гармоніки, силові активні фільтри.

Abstract

It is proposed to install power active filters in the distribution devices of the residential district's power substation. The proposed technical solution allows to significantly reduce electricity losses. Installation of active filters increases the energy efficiency of the network. The project complies with the standards, is technically sound and economically feasible.

Keywords: power losses, higher harmonics, power active filters.

Вступ

Зростання споживання електроенергії в побуті й посилення вимог до енергоефективності робить важливим завдання зниження втрат у розподільчих мережах.

Мета роботи – розробити техніко-економічно обґрунтовані проектні рішення для мінімізації втрат електроенергії у системі електропостачання житлового мікрорайону м. Вінниці.

Результати роботи

Схема електропостачання житлового мікрорайону подана на рисунку 1. В розподільчому пристрої двох ТП встановлено 4 силових активних фільтри, які забезпечують зниження вищих гармонік.

Для оцінки додаткових втрат потужності, обумовлених вищими гармоніками струму, можуть бути використані наступні формули [1]:

- для силових трансформаторів:

$$\Delta P_{T,n} = \Delta P_{XX} \sum_{n=2}^N K_{U(n)}^2 + 0,6 \frac{\Delta P_{T,ном}}{u_{k,\%}} \sum_{n=2}^N \left(K_{U(n)}^2 \frac{1}{n\sqrt{n}} \right). \quad (1)$$

де ΔP_{XX} , $u_{k,\%}$ – параметри трансформатора.

- для ліній електропередач:

$$\Delta P_{Л} = 3 \sum_{n=2}^N I_n^2 r K_m. \quad (2)$$

де n – номер гармоніки; I_n – струм n -ї гармоніки; r – активний опір лінії на основній частоті; K_m – коефіцієнт, що враховує вплив поверхневого ефекту, як правило, його приймають рівним $K_m = 0,47\sqrt{n}$ [1].

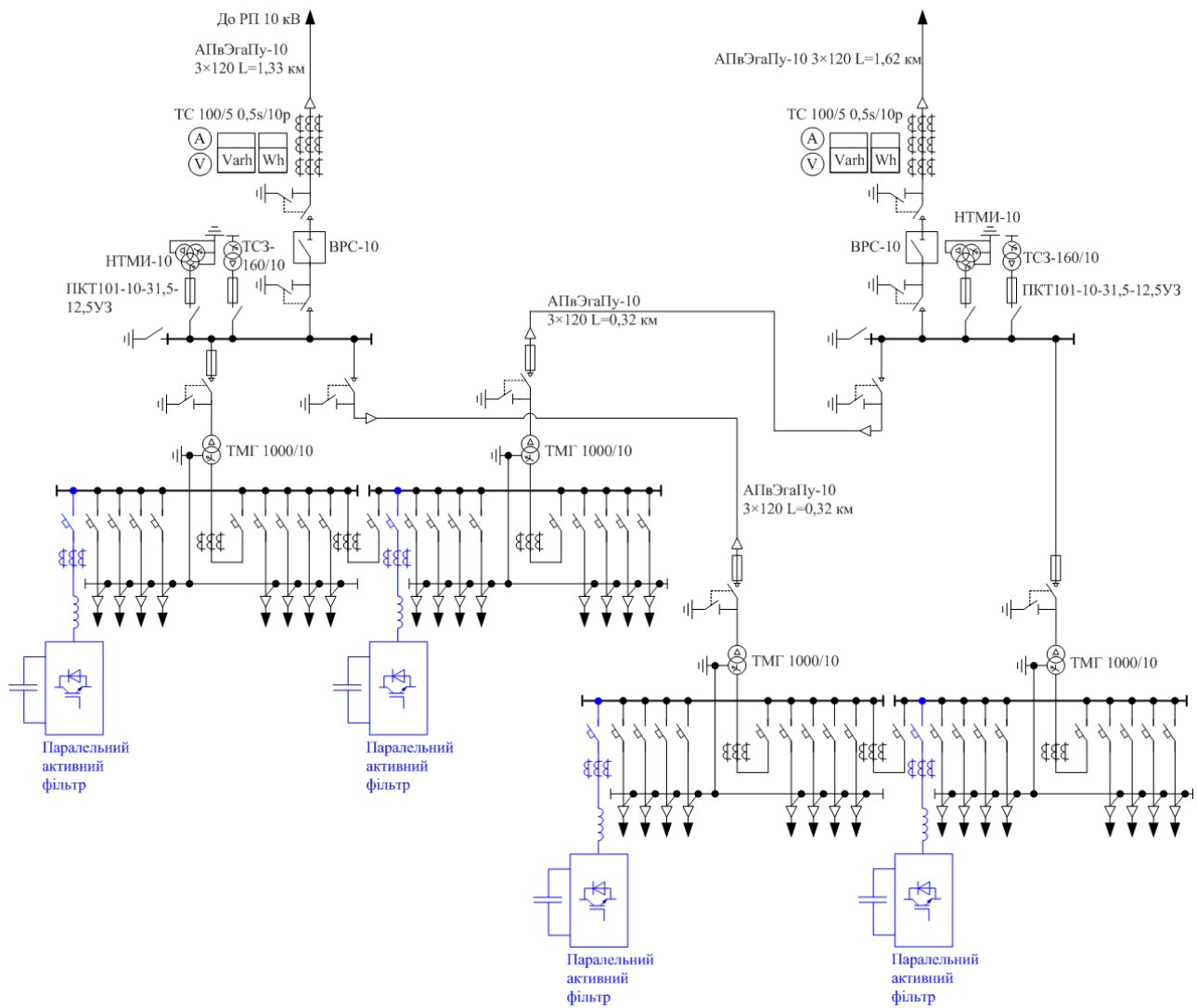


Рис. 1. Однолінійна схема електропостачання житлового мікрорайону

У нормальному режимі роботи (рисунок 2) спостерігається стійкий струмовий режим із характерним незначним навантаженням на струмопровідні екрани кабелю. Струм у екрані має низьку амплітуду, що свідчить про відсутність небезпечних електромагнітних взаємодій між жилами та екраном.

Додаткові втрати від струмів вищих гармонік для ТП 1 за формулою (1):

$$\Delta P_{T,n} = 2,1 \left(\begin{aligned} &0,042^2 + 0,09^2 + 0,075^2 + 0,013^2 + \\ &+ 0,052^2 + 0,045^2 + 0,042^2 + 0,05^2 + 0,038^2 \end{aligned} \right) + 0,6 \frac{5,821}{0,11} \left(\begin{aligned} &0,042^2 \frac{1}{3\sqrt{3}} + 0,09^2 \frac{1}{5\sqrt{5}} + 0,075^2 \frac{1}{7\sqrt{7}} + 0,013^2 \frac{1}{9\sqrt{9}} + 0,052^2 \frac{1}{11\sqrt{11}} + \\ &+ 0,045^2 \frac{1}{13\sqrt{13}} + 0,042^2 \frac{1}{15\sqrt{15}} + 0,05^2 \frac{1}{17\sqrt{17}} + 0,038^2 \frac{1}{19\sqrt{19}} \end{aligned} \right) =$$

$$= 0,305 \text{ (кВт)}.$$

Для визначення додаткових втрат активної потужності в КЛ скористаємось формулою (2) а дані для даного розрахунку представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дані для розрахунку втрат в кабельній лінії

№ гармоніки	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Струм гармоніки, А	2,578	8,603	3,121	1,478	0,650	0,350	1,100	0,830	0,341
Коефіцієнт K_{rn}	0,814	1,051	1,244	1,410	1,559	1,695	1,820	1,938	2,049

Для прикладу розраховуємо додаткові втрати активної потужності в КЛ 1:

$$\Delta P_{\text{КЛ}} = 2 \cdot 3 \cdot 1,154 \cdot 10^{-3} \left(\begin{aligned} &2,578^2 \cdot 0,814 + 8,603^2 \cdot 1,051 + 3,121^2 \cdot 1,244 + \\ &+ 1,478^2 \cdot 1,41 + 0,65^2 \cdot 1,559 + 0,35^2 \cdot 1,695 + \\ &+ 1,1^2 \cdot 1,82 + 0,83^2 \cdot 1,938 + 0,341^2 \cdot 2,05 \end{aligned} \right) = 0,1573 \text{ (кВт)}.$$

Сумарні втрати активної потужності в чотирьох трансформаторах і двох кабельних лініях складуть 1,535 кВт. Річні втрати електроенергії можна оцінити приблизно 6000 кВт·год, а їх вартість становить приблизно 30 тис.грн.

Отже, встановлення чотирьох активних фільтрів, вартістю 63 тис. грн кожний, окупиться протягом восьми років.

Висновки

Використання АФ дає змогу мінімізувати втрати електричної енергії в системі електропостачання житлового мікрорайону та дозволяє досягти економії активної енергії шляхом зменшення втрат викликаних гармонічним спотворенням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шидловский А. К., Кузнецов В. Г. Повышение качества энергии в электрических сетях. К. : Наукова думка, 1987. 268 с.
2. Бурбело М. Й. Електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в системах електропостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2024. 159 с.

Галушко Іван Вікторович – студент факультету електроенергетики та електромеханіки Вінницького національного технічного університету, групи ЕМ-24м м. Вінниця, e-mail: vanay0506@gmail.com.

Бурбело Михайло Йосипович – професор, завідувач кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: burbelom@ukr.net.

Ivan Galushko – student of the Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics of Vinnytsia National Technical University, group EM-24m, Vinnytsia, e-mail: vanay0506@gmail.com.

Mykhailo Burbelo – professor, head of the department of electrical engineering systems of electricity consumption and energy management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: burbelom@ukr.net.