

**Наталя Балуюк**, магістрант  
Науковий керівник – Левченко С. А., к.т.н.,  
доцент кафедри електротехніки та енергоефективності  
Запорізька державна інженерна академія

## **НОРМУВАННЯ ТА ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

В умовах постійного росту тарифів на електричну енергію та зміни енергоспоживання, економія електричної енергії і раціональне ведення енергетичного виробництва має велике народногосподарське значення.

Економічний стан електроенергетики в Україні сьогодні оцінюється як кризовий за багатьма чинниками, зокрема – значними втратами електричної енергії при її передачі і розподілі. Протягом 2017 року втрати електроенергії в електричних мережах України склали 22,28 млрд. кВт/год., що складає 13,09% від всієї поставленої енергії, що значно більше, ніж у розвинутих країнах Європи.

Різде загострення проблеми втрат електроенергії в елементах систем електропостачання вимагає активного пошуку нових шляхів її вирішення, нових підходів до вибору відповідних заходів, головне, до організації роботи із зниження втрат [1].

З точки зору зниження витрат електроенергії на власні потреби підстанцій необхідно звернути увагу в першу чергу на оптимізацію роботи системи охолодження силових трансформаторів, автотрансформаторів і шунтуючих реакторів. В даний час розроблені мікропроцесорні пристрої, здатні в залежності від температури повітря і температури масла в баках оптимізувати тривалість роботи охолоджувачів і зменшити витрати електроенергії на обдування електричних апаратів. Є розробки по вторинному використанню теплоти нагріву силових трансформаторів і автотрансформаторів для опалення приміщень управління підстанцій. Необхідно закінчити роботу з розділення обліку електроенергії на власні та господарські потреби підстанцій, щодо недопущення підключення до трансформаторів власних потреб споживачів, що не мають до них ніякого відношення [2].

Істотне зниження втрат електроенергії може дати виконання деяких профілактичних робіт під напругою без їх відключення, оскільки будь-який ремонтний режим, як правило, збільшує втрати в мережі в порівнянні з нормальним режимом [2].

Втрати електроенергії в трансформаторах значні і їх необхідно знижувати до можливого мінімуму шляхом [3]:

- Правильного вибору потужності і числа трансформаторів;
- Раціонального режиму їх роботи;
- Виключення холостих ходів при малих навантаженнях.

Число одночасно працюючих трансформаторів визначає черговий персонал в залежності від навантаження з умов найменших втрат електроенергії в трансформаторах [3].

Важливим заходом щодо зниження втрат електричної енергії, є своєчасне відключення, вивід в резерв трансформаторів при зниженні їх навантажень на досить тривалий період. Навмисні відключення трансформаторів з метою економії енергоресурсів не повинні негативно позначатися на надійності електропостачання споживачів [4]. Для визначення доцільності відключення одного з трансформаторів, які працюють на загальне навантаження, необхідно використовувати критерій оптимальності. Такими критеріями можуть бути мінімум втрат потужності або електричної енергії за розглянутий період [5].

Втрати активної потужності складаються з двох частин втрат, що йдуть на нагрівання обмоток трансформатора, і втрат, що йдуть на нагрівання сталі які не залежать від струму навантаження.

Втрати електричної енергії в міді:

$$\Delta W_M = \Delta P_{M.НОМ} \cdot K_z^2 \cdot \tau, \quad (1)$$

де  $\Delta P_{M.НОМ}$  – максимальні втрати потужності в міді, кВт;  
 $K_z$  – коефіцієнт завантаження трансформатора, в.о;  
 $\tau$  – час максимальних втрат, год.

Час максимальних втрат знаходиться за графіком залежності  $\tau = f(T_{max})$  (рисунок 1) [5], де  $T_{max}$  час використання максимуму навантаження, який визначається характером виробництва і змінністю роботи споживача.

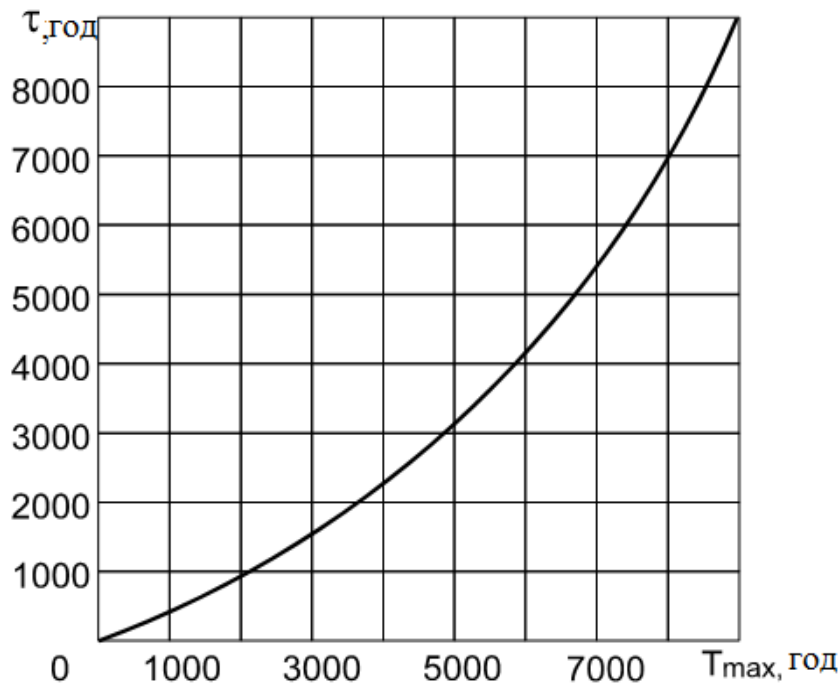


Рисунок 1 – Залежність часу максимальних втрат від тривалості навантаження

Втрати електричної енергії в сталі:

$$\Delta W_{ст} = \Delta P_{ст} \cdot T_{\epsilon}, \quad (2)$$

де  $\Delta P_{ст}$  – втрати в сталі трансформатора, кВт;  
 $T_{\epsilon}$  – час включення трансформатора, год.

Сумарні активні втрати електричної енергії:

$$\Delta W = \Delta P_{M.НОМ} \cdot K_z^2 \cdot \tau + \Delta P_{ст} T_{\epsilon} = \Delta W_M + \Delta W_{ст}. \quad (3)$$

Найбільш ефективні заходи щодо зниження втрат електроенергії в розподільних мережах пов'язані в основному зі зниженням комерційних втрат, вдосконаленням та автоматизацією обліку електроенергії, винятком споживачів з процесу зняття показань приладів обліку, з їх захистом від несанкціонованого доступу і від безоблікового споживання електроенергії. Досвід передових мережевих компаній показує, що застосування виносних систем обліку електроенергії в сукупності з заміною голих проводів на ізольовані на вводах у будинки знижують комерційні втрати в мережах на 10-30% і окупаються за термін не більше 2 років [2].

Основним і найбільш ефективним заходом щодо зниження технічних втрат електроенергії є компенсація реактивної потужності в електричних мережах і у споживачів, а також ряд інших заходів, які окупаються, а терміни, прийнятні для інвесторів програм

зниження втрат. Чим менший термін окупності, тим вищий пріоритет впровадження даного заходу [2].

Компенсація реактивної потужності (КРП) означає зниження реактивної потужності, що циркулює між джерелом струму і приймачем, а, отже, зниження реактивного струму в генераторах і мережах. Знизити споживання реактивної потужності, тобто зменшити втрати активної потужності, можна двома способами: без застосування і з застосуванням конденсаторних установок, що компенсують реактивну потужність [6].

Споживання реактивної потужності тільки на 30% може покриватися синхронними генераторами електростанцій, що працюють при  $\cos\varphi = 0,85$ . Важливим завданням при експлуатації систем цехового електропостачання є зменшення споживання реактивної потужності. Зменшення потоків реактивної потужності призводить до істотного зниження втрат електроенергії в системах електропостачання. Компенсація реактивної потужності необхідна в тих випадках, коли  $\cos\varphi$  нижче нормативного  $\cos\varphi_n = 0,95$ . Низький  $\cos\varphi$  може мати місце, наприклад, при наявності великої кількості асинхронних двигунів на напругу 0,4 кВ.

Найбільш ефективний шлях зменшення реактивної потужності, споживаної електроприводом, полягає в заміні асинхронних двигунів синхронними там, де це можливо.

Іншим ефективним шляхом зменшення реактивної потужності є заміна малозавантажених двигунів двигунами меншої потужності.

При виборі засобів КРП слід враховувати, що найбільший економічний ефект досягається при їх розміщенні поблизу електроприймачів, які споживають реактивну потужність.

Отже реалізація запропонованих заходів сприятиме зниженню втрат електричної енергії в електричних мережах та в трансформаторах, а також підвищенню енергетичної ефективності роботи підстанцій в цілому.

#### ***Література:***

1. Воротницкий, М.Э. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем [Текст] / М.Э. Воротницкий, Ю.С. Железко, В.Н. Казанцев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 368 с.
2. Воротницькій, В.Е. Нормування та зниження втрат електроенергії в електричних мережах: результати, проблеми, шляхи вирішення. ВАТ «НТЦ електроенергетики». ; ВНПЕ; 2007.
3. Кіреєва, Е. А. Підвищення надійності, економічності та безпеки систем цехового енергопостачання. - М.: НТФ "Енергопрогрес", 2002. - 76 с.
4. Надежность систем электроснабжения [Текст] : учеб, пособие / В. В. Зорин, В.В. Тисленко, Ф. Клеппель, Адлер Г. – К.: Вища школа, 1984. – 192 с.
5. Липкин, Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] : Учебник для вузов.– М.: Высш. шк., 1990. –363 с.
6. Конюхова, Є. А., Кирєєва, Е. А. Надійність електропостачання промислових підприємств. - М.: НТФ "Енергопрогрес", 2001. - 92 с.