

УДК 621.316.13

Дорошенко О.І., к.т.н., доц., Дручина Т.О., ст. викл, Еккель Е.О., студ.,
 Одеський національний політехнічний університет,
 Борисенко С.О., інж., керівник проектної групи
 ПАТ «Енергопостачальна компанія Одесаобленерго»

ВПЛИВ РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Як відомо з теоретичних основ електротехніки, робочим інструментом будь-якого елемента електроенергетичної системи (ЕЕС) є його електромагнітне поле, яке створюється в електрично пружному діелектричному середовищі, що оточує усі струмоведучі частини згаданої системи, одночасною дією на нього синусоїдальних напруги і струму провідності згаданих частин такої системи.

Електроенергія (електромагнітна енергія) як товар ЕЕС є роботою, яку виконують генератори електростанцій системи для створення на своїх затискачах різниці потенціалів (напруги) яку електропередавальні організації (ЕО) за допомогою власних електричних мереж передають споживачам до їх приймальних пунктів електроенергії. Таким чином, напругу можна вважати потенційною формою електроенергії, яку електроприймачі споживача, за допомогою власних електромагнітних полів перетворюють у дієву корисну форму (крутять, світять, нагрівають). При цьому створюються дві складові електромагнітної енергії – активна та реактивна.

Загальновідомо, що корисну роботу в СЕП споживачів виконує тільки активна складова енергії електромагнітного поля (WP , кВт·год.). Інша її складова – реактивна електроенергія (WQ , квар·год) являється внутрішньою енергією будь-якої ЕЕС, ніякої корисної роботи не виконує, але збільшує втрати активно електроенергії в мережах ЕО і власних мережах споживача, зменшує їх пропускну спроможність і суттєво впливає на рівні їх напруги. Тому її треба нормувати, жорстко контролювати і всіляко зменшувати (компенсувати).

Контроль за реактивним навантаженням споживача здійснюється за допомогою коефіцієнта реактивного навантаження, який у розрахунковому періоді визначається за відомою формулою, в.о.

$$\operatorname{tg}\varphi_P = WQ_P / WP_P. \quad (1)$$

Мета даної роботи – створення методики визначення вартості втрат активної складової електромагнітного поля СЕП конкретного споживача електроенергії (як його плати за неефективно використані енергоресурси), порівняно до нормативного значення, яке за нормативним документом [1], складає величину $\operatorname{tg}\varphi_H = 0,25$ в.о.

В результаті виконання роботи [2], було запропоновано залежність $\Delta P_Q = f(\operatorname{tg}\varphi_P)$ представлено на рис.1. При цьому, загальні активні втрати від розрахункового навантаження

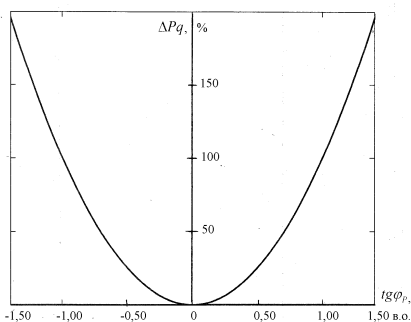


Рис.1. Залежність $\Delta P_Q = f(\operatorname{tg}\varphi_P)$

СЕП споживача репрезентовано формулою, в.о.

$$\Delta P^* = 1 + \operatorname{tg}\varphi_D^2, \quad (2)$$

де $\operatorname{tg}\varphi_D$ діюче значення, яке визначається за формулою, в.о

$$\operatorname{tg}\varphi_D = \operatorname{tg}\varphi_P / \sqrt{2}. \quad (3)$$

При цьому, вплив ненормативного реактивного навантаження можна визначити за формулою, в.о.

$$k_q = \left(1 + \operatorname{tg}\varphi_D^2\right) / \left(1 + \operatorname{tg}\varphi_H^2\right). \quad (4)$$

Зважаючи на те, що плата споживача за реально спожиту у розрахунковому періоді активну електроенергію включає також і плату за активні втрати від його обов'язкового активного і не обов'язкового реактивного навантаження, то їх вплив на вартість спожитої активної електроенергії можна представити у вигляді системи рівнянь, грн.

$$\left. \begin{aligned} C_{eP} &\rightarrow k_q; \\ C_{e\Delta PQ} &\rightarrow k_q - 1, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де C_{eP} - плата споживача за спожиту у розрахунковому періоді активну електроенергію, грн.;
 $C_{e\Delta PQ}$ - плата споживача за активні втрати у розрахунковому періоді від його реактивного навантаження, грн.

Спираючись на (5), вартість неефективно використаних у розрахунковому періоді енергоресурсів у розрахунковому періоді СЕП споживача, визначається як, грн.

$$C_{E_{Q\Delta P}} = C_{eP} \cdot K_Q, \quad (6)$$

де K_Q - розрахунковий коефіцієнт, що визначається за формулою, в.о.

$$K_Q = \left(\operatorname{tg}^2 \varphi_D - \operatorname{tg}^2 \varphi_H \right) / \left(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_D \right). \quad (7)$$

Приклад: Підприємство з вироблення дорожньої плитки, для якого $\operatorname{tg} \varphi_H = 0,25$ в.о.

Розрахункове активне споживання $WP = 5636$ кВт·год/міс.

Розрахункове реактивне споживання $WQ = 8411$ квар·год/міс.

Плата споживача за активне електроспоживання $C_{eP} = 10385,33$ грн/міс.

Діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження споживача

$$\operatorname{tg} \varphi_D = WQ / \left(\sqrt{2} \cdot WP \right) = 8411 / \left(\sqrt{2} \cdot 5636 \right) = 1,0553 \text{ в.о.}$$

Розрахунковий коефіцієнт ефективності реактивного навантаження споживача за формулою (6)

$$K_Q = \left(1,0553^2 - 0,25^2 \right) / \left(1 + 1,0553^2 \right) = 0,4973 \text{ в.о.}$$

Вартість неефективно (неекономічно) спожитих енергоресурсів за формулою (7)

$$C_{eQ} = 10385,33 \cdot 0,4973 = 5164,62 \text{ грн/міс}$$

Таким чином, майже, половина плати споживача за спожиту у розрахунковому періоді електроенергію складає його плату за неефективно спожиті в електроенергетиці країни енергоресурси, які витрачено для вироблення для нього електроенергії через наднормове реактивне навантаження в його системі електропостачання.

Висновок. Розроблено методику, яка дозволяє визначити в системах електропостачання конкретних промислових і дорівнених до них споживачів електроенергії визначити вартість нерационально (неефективно) використаних енергоресурсів від не нормативного реактивного навантаження у конкретному розрахунковому періоді.

Список використаних джерел:

1. Методика визначення нерационального (неефективного) використання паливно-енергетичних ресурсів [Текст]: Наказ Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів. – Київ, 2009. – 13 с.

2. Дорошенко О. І. Про економічний еквівалент реактивної потужності систем електропостачання [Текст] / О. І. Дорошенко // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 6/5 (20). – С. 26 – 30. DOI: 10.15587/2312-8372.2014.29965.