

УДК 338.534

*О.О. Мороз, Л.М. Мельничук*

## **Система єдиного тарифу за спожиту реактивну електроенергію**

*Пропонується здійснювати оплату за реактивну електроенергію за єдиним тарифом для всіх споживачів, що забезпечить рівність прав споживачів.*

*Ключові слова: реактивна електроенергія, система оплати, єдиний тариф.*

### **Вступ**

Основним завданням державного регулювання діяльності суб'єктів господарської діяльності у сфері природних монополій є захист прав споживачів [1]. З переходом на систему єдиних тарифів оплата за спожиту реактивну електроенергію споживачами даного класу напруги є однаковою в усіх регіонах України, що відповідає чинному законодавству. Різна собівартість передавання та постачання реактивної електроенергії обласних енергопостачальних компаній (ЕК) компенсується за рахунок різних відрахувань на спеціальні рахунки ДП „Енергоринок”. Водночас плата за реактивну електроенергію промислових та непромислових споживачів залежить від їх електричної віддаленості, що порушує права споживачів.

Урахування електричної віддаленості, на думку авторів „Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії...” [2], повинна стимулювати віддалених споживачів до меншого споживання реактивної потужності і більшого впровадження засобів компенсації реактивної потужності ними. Цим самим проблеми ЕК стосовно зменшення втрат електроенергії у мережах та підвищення рівня напруги перекладаються на віддалених споживачів. У результаті ЕК не зацікавлені в здійсненні ефективної експлуатації електромереж, зокрема зменшенні втрат, а наближені споживачі теж не зацікавлені у впровадженні заходів зі зменшення споживання реактивної потужності шляхом її компенсації. Виникає конфлікт інтересів, який не сприяє ефективному впровадженню засобів компенсації реактивної потужності (КРП).

### **Поставлення завдання**

Основною метою проведених досліджень було обґрунтування системи тарифів за реактивну електроенергію, яка не порушує прав споживачів і сприяє стимулюванню споживачів до ефективної компенсації реактивної потужності.

### **Результати**

Урахування віддаленості споживачів відповідно до діючої Методики здійснюється за допомогою економічного еквівалента реактивної потужності (ЕЕРП)  $D_j$ , який визначається як втрати активної потужності на передавання реактивної потужності (кВт/квар) і розраховується для кожного  $j$ -го споживача окремо.

---

*Мороз Олена Омелянівна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри підготовки менеджерів Вінницького національного технічного університету; Мельничук Людмила Михайлівна, асистент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту Вінницького національного технічного університету.*

© О.О. Мороз, Л.М. Мельничук, 2009

Однак при визначенні плати було використано не саме значення ЕЕРП, а його зменшення, що виникає у разі повної КРП даним споживачем. Це завищує оплату приблизно вдвічі порівняно з фактичними втратами від передавання реактивної енергії.

Оплата  $j$ -го промислового або непромислового споживача за спожити реактивну електроенергію (за відсутності її генерування) згідно з діючою Методикою визначається за формулою

$$P_j = V_j \cdot D'_j \cdot c_o \left[ 1 + (tg\varphi_j - tg\varphi_n)^2 \right], \quad (1)$$

де  $V_j$  – кількість спожитої реактивної електроенергії;  $D'_j$  – зниження втрат в мережі у разі повної компенсації  $j$ -им споживачем реактивної потужності;  $c_o$  – тариф на електроенергію споживача у залежності від класу напруги;  $tg\varphi_j$  – фактичне значення коефіцієнта реактивної потужності  $j$ -го споживача, що визначається відношенням фактичного споживання реактивної електроенергії  $V_j$  до фактичного споживання електроенергії  $W_j$ ;  $tg\varphi_n$  – нормативне значення коефіцієнта реактивної потужності. Причому друга складова плати враховується у разі, якщо  $tg\varphi_j \geq tg\varphi_n$ .

У разі встановлення єдиного тарифу на реактивну електроенергію при визначенні ЕЕРП, однакового для всіх споживачів без врахування відстані, оплата  $j$ -го промислового або непромислового споживача за спожити реактивну електроенергію (за відсутності її генерування) може визначатися за формулою

$$P_j = V_j \cdot D'_e \cdot c_o \left( 1 + (tg\varphi_j - tg\varphi_n)^2 \right), \quad (2)$$

де  $D'_e$  – економічно оптимальне значення зменшення ЕЕРП споживачів.

Нова система оплати повинна забезпечувати однакову ефективність стимулювання споживачів до КРП, що й діюча система оплати. Тобто її вплив на потужність встановлених компенсуючих пристроїв  $Q_k$  має бути однаковим. Таку систему, на наш погляд, можна обґрунтувати на основі теорії активних систем [3].

Розглянемо модель активної системи [4–6], що складається з центра (ЕК) – на верхньому рівні ієрархії і агентів (споживачів) – на нижньому рівні. Цільові функції центра та агента мають відповідно вигляд

$$\Phi(Q_k) = H(Q_k) - v(Q_k); \quad f(Q_k) = v(Q_k) - c(Q_k).$$

Стратегією центра є вибір такої функції стимулювання  $v(Q_k)$ , при якій досягається максимум цільової функції ЕК  $\Phi(Q_k)$ . Найбільш простою є система стимулювання, яка полягає в перерозподілі доходу, наприклад, якщо  $v(Q_k) = 0,5H(Q_k)$ . З метою стимулювання споживача до збільшення  $Q_k$  необхідно збільшити його частку в загальному доході, наприклад  $v(Q_k) = 0,75H(Q_k)$ . Тоді максимум цільової функції  $f(Q_k)$  зміститься вправо. Крім того, через прагнення максимізації винагороди споживач може збільшити  $Q_k$ . Таким чином, система перерозподілу з лінійною залежністю функції стимулювання може забезпечити близьку до оптимальної стратегію стимулювання.

Значення зменшення ЕЕРП, однакове для всіх споживачів, у першому наближенні можна визначити як середньозважену величину

$$D'_c = \frac{\sum_j V_j \cdot D'_j}{\sum_j V_j},$$

що забезпечить еквівалентність оплати стосовно діючої Методики.

Розглянемо приклад живлення п'яти споживачів із сумарним реактивним навантаженням 1000 квар від магістральної мережі, що складається з п'яти ідентичних дільниць (рис. 1). Припустимо, що реактивне навантаження споживачів однакове, а втрати активної потужності від передавання реактивної потужності (ЕЕРП) кожного з них становлять відповідно  $D_j = \{5; 9; 12; 14; 15\}$  кВт (сумарні втрати в мережі становлять 55 кВт, середнє значення втрат для споживача 11 кВт), зниження втрат в мережі у разі повної компенсації реактивної потужності становить відповідно  $D'_j = \{9; 16; 21; 24; 25\}$  кВт (середньозважене значення зменшення втрат для одного споживача 19 кВт).

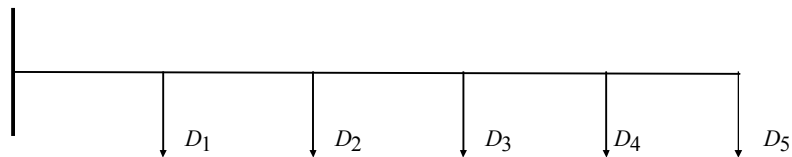


Рис. 1. Приєднання споживачів до магістральної мережі

У відповідності до діючої Методики у разі  $\text{tg}\varphi_j = 0,8$  споживачі повинні оплачувати  $1,3 \cdot D'_j = 1,3 \cdot \{9; 16; 21; 24; 25\}$  кВт втрат активної потужності – за відсутності пристроїв КРП, а при компенсації половини реактивної потужності –  $0,5 \cdot D'_j = 0,5 \cdot \{9; 16; 21; 24; 25\}$  кВт. У разі використання середньозваженого значення зниження втрат споживачі повинні оплачувати споживання реактивної потужності однаково в розмірі  $1,3 \cdot D'_c = 1,3 \cdot 19$  кВт втрат активної потужності – за відсутності пристроїв КРП, а при компенсації половини реактивної потужності споживачем – він оплачує лише  $0,5 \cdot D'_c = 0,5 \cdot 19$  кВт втрат.

Як видно з наведеного прикладу, використання складової  $(\text{tg}\varphi_j - \text{tg}\varphi_n)^2$  у формулі оплати сприяє стимулюванню споживачів через залежність цієї складової від ступеня КРП та потужності встановлених компенсуючих пристроїв  $Q_K$ . Однак вплив першої складової є домінуючим. Зменшення першої складової вдвічі можна досягти у разі заміни економічно оптимального значення зменшення ЕЕРП споживачів  $D'_e$  на економічно оптимальне значення ЕЕРП споживачів  $D_e$ . При цьому виникає можливість збільшення другої складової вдвічі. У разі заміни  $D'_c$  на  $D_c$  замість складової  $(\text{tg}\varphi_j - \text{tg}\varphi_n)^2$  у формулі оплати кращим є використання складової  $(1 + 2 \cdot \text{tg}^2\varphi_j)$ , що забезпечить еквівалентність оплати за відсутності КРП.

Тоді формула єдиного тарифу на реактивну електроенергію (2) набула вигляду

$$P_j = V_j \cdot D_e \cdot c_o (1 + 2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi_j), \quad (3)$$

де  $D_e$  – економічно оптимальне значення ЕЕРП споживачів.

Значення ЕЕРП, однакове для всіх споживачів, можна визначити як середньозважену величину ЕЕРП

$$D_c = \frac{\sum_j V_j \cdot D_j}{\sum_j V_j}.$$

У цьому випадку споживачі повинні оплачувати споживання реактивної потужності однаково в розмірі  $2,28 \cdot D_c = 2,28 \cdot 11$  кВт втрат активної потужності – за відсутності пристроїв КРП ( $\operatorname{tg} \varphi_j = 0,8$ ), що відповідає початковій платі за формулою (2) за відсутності КРП, а при компенсації половини реактивної потужності ( $\operatorname{tg} \varphi_j = 0,4$ ) споживачем він оплачує лише  $0,66 \cdot D_c = 0,66 \cdot 11$  кВт втрат, що значно менше від оплати за формулою (2) при аналогічному ступені КРП. Причому ця плата наближається до реальних втрат активної потужності, що викликані перетоками реактивної електроенергії середньозваженого споживача. Таким чином, здійснюється перерозподіл прибутку від ЕК споживачу, який впроваджує заходи щодо КРП.

На рис. 2 наведені залежності оплати за реактивну електроенергію, визначену за формулою (1) при різних ступенях компенсації реактивної потужності споживачами (криві 1–5), за єдиним тарифом, визначеним за формулою (2) для усіх споживачів (крива 6) та за єдиним тарифом, що визначений за формулою (3) для усіх споживачів при різних ступенях компенсації реактивної потужності (крива 7).

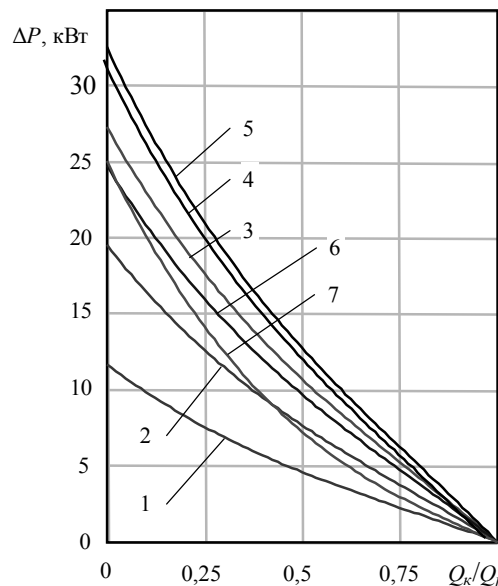


Рис. 2. Залежність плати за реактивну потужність від ступеня КРП

Збільшення залежності плати від коефіцієнта реактивної потужності стимулюватиме споживачів до ефективної КРП. Вони намагатимуться не компенсувати всю реактивну потужність, а забезпечити оптимальний ступінь компенсації, що зменшить ймовірність перекомпенсації та генерування реактивної потужності в мережу ЕК у нічний час. При цьому як віддалені, так і наближені споживачі будуть зацікавлені в оптимальній КРП.

#### **Висновки**

Запропоновано систему єдиного тарифу за реактивну електроенергію, яка характеризується різким зниженням плати при впровадженні засобів КРП при великих значеннях коефіцієнта реактивної потужності (в діапазоні 0,8–0,5), а при малих значеннях коефіцієнта реактивної потужності (0,4 і менше) плата за реактивну електроенергію зменшується і відшкодовує лише втрати електроенергії в мережах ЕК, що сприяє стимулюванню споживачів до ефективної компенсації реактивної потужності.

1. Біла книга Національної комісії регулювання електроенергетики [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн. : <http://www.nerc.gov.ua>.
2. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами. Офіційний вісник України. – 2002. – №6. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України)
3. Мельничук Л. М. Система стимулювання енергозбереження на основі компенсації реактивної потужності в електричних мережах промислових підприємств / Л. М. Мельничук // Економіка: проблеми теорії та практики. – 2006. – Вип. 214, Т. III. – С. 710–714.
4. Бурков В. Н. Теория активных систем: Системы и перспективы / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков. – М. : Энергоатомиздат, 1999. – 200 с.
5. Новиков Д. А. Стимулирование в организационных системах / Д. А. Новиков. – М. : СИНТЕГ, 2003. – 312 с.
6. Цветков А. В. Стимулирование в управлении проектами / А. В. Цветков. – М. : ООО «НИЦ «АПОСТРОФ», 2001. – 143 с.

*Отримано 21.10.2009 р.*

**Е.Е. Мороз, Л.М. Мельничук**

#### **Система единого тарифа за потребленную реактивную электроэнергию**

*Предлагается совершать оплату за реактивную электроэнергию за единым тарифом для всех потребителей, обеспечивающий равенство прав потребителей.*

*Ключевые слова: реактивная электроэнергия, система платы, единый тариф.*