

УДК 621.316

Б. С. Рогальський, д. т. н., проф.;

Л. Н. Добровольська, к. т. н., доц.;

О. М. Нанака, асп.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРЕХОДУ ПЛАТИ ЗА СПОЖИВАННЯ РЕАКТИВНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПЛАТУ ЗА РЕАКТИВНУ ПОТУЖНІСТЬ

Проведено аналіз нормативних документів щодо оплати за споживання реактивної електроенергії. Запропоновано перехід з плати за споживання реактивної електроенергії на плату за споживання реактивної потужності.

Вступ

В нині чинній «Методиці обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами» [1] зазначено, що плата за реактивну електроенергію є не що інше як компенсація споживачами збитків енергопостачальних компаній у вигляді вартості втрат активної електроенергії, спричинених передаванням до споживачів реактивної потужності і енергії.

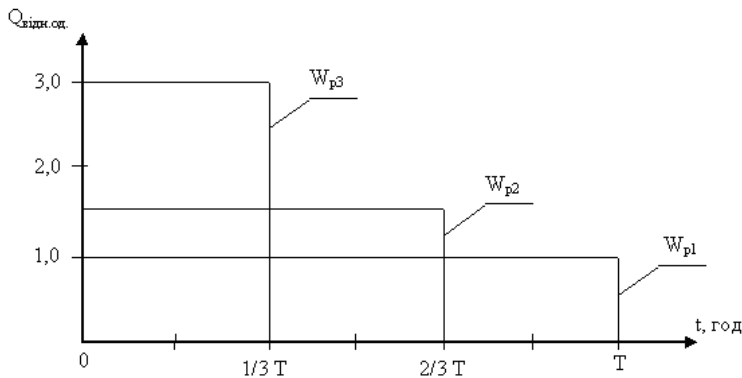


Рис. 1. Режими споживання реактивної потужності споживачем:
 $W_{p1} = W_{p2} = W_{p3} = W_{p.сп.}$; параметри Q і T змінювались
 за умови забезпечення рівності споживання реактивної
 електроенергії у всіх режимах

Вибір за основну розрахункову величину споживану $W_{p.сп.}$ і, відповідно, генеровану $W_{p.г.}$ реактивну енергію у [2] визнано як методично помилковим. «Сама по собі реактивна електроенергія, як інтегральна величина, не може однозначно визначати втрати в електричних мережах і навіть забезпечити приблизну оцінку цих втрат» — стверджується у [2]. Це твердження автори роботи [2] доводять шляхом розгляду прикладу (рис. 1).

Після проведення розрахунків у загальному вигляді виявилось, що втрати активної потужності в третьому і другому режимах споживання, відповідно, в 9 і 2,25 раз більші, ніж у першому режимі, а втрати активної електроенергії —

відповідно в 3 і 1,5 рази більші [2]:

$$\Delta P_1 = \frac{W_{p.сп.}^2}{U^2 T^2} R_{екв}; \quad (1)$$

$$\Delta P_2 = \frac{2,25 W_{p.сп.}^2}{U^2 T^2} R_{екв}; \quad (2)$$

$$\Delta P_3 = \frac{9 \cdot W_{p.сп.}^2}{U^2 T^2} R_{екв}; \quad (3)$$

$$\Delta W_{a1} = \Delta P_1 T; \quad (4)$$

$$\Delta W_{a2} = \frac{2}{3} \Delta P_2 T; \quad (5)$$

$$\Delta W_{a3} = \frac{1}{3} \Delta P_3 T . \quad (6)$$

де $W_{p1} \dots W_{p3}$ — спожита підприємством реактивна електроенергія відповідно за період T , за період $2/3T$ та за період $1/3T$; $W_{p.c.}$ — реактивна електроенергія, яку споживає підприємство; Q — реактивна потужність; T — період, за який визначаються втрати; $R_{екв}$ — еквівалентний опір мережі енергопостачальної організації; U — напруга мережі; $\Delta P_1 \dots \Delta P_3$ — втрати активної потужності у відповідному режимі споживання; $\Delta W_1 \dots \Delta W_3$ — втрати активної електроенергії у відповідному режимі споживання.

Основний текст

Зважаючи на викладені в [2] міркування і досвід використання нормативних документів, які були чинними у 1974—1991 рр., пропонується замість плати за споживання реактивної електроенергії розраховувати плату за споживання 30-ти хвилинного максимуму реактивної потужності в період проходження максимуму активних навантажень енергопостачальної компанії. Що дозволяє:

— уникнути значних похибок під час визначення втрат активної електроенергії від передавання реактивної і, відповідно, збитків енергопостачальної компанії (в даний час вони суттєво занижені);

— суттєво (на 10...50 % в залежності від нерівномірності графіка реактивних навантажень споживача) збільшити плату за реактивну енергію і посилити вплив на споживачів шляхом фінансового їх примушення до компенсації реактивних навантажень в їх мережах;

— сприяти зменшенню максимуму реактивних навантажень споживачів і енергопостачальних компаній в період їх максимальних активних навантажень і підвищити якість напруги у вузлах енергопостачальних компаній і в мережах споживачів.

Слід зазначити, що з відновленням промислового і аграрного виробництва в Україні до рівня 1990 року і подальшого його зростанням неминуче виникне проблема збільшення потужності генераторів і покриття збільшених максимумів активного і реактивного навантажень (існуючі генератори вичерпали свій ресурс або близькі до цього стану і потребують ремонту, реконструкції або заміни новими при обмежених фінансових ресурсах). За такого розвитку економіки цілком логічним буде повернення до двоставкових тарифів на електроенергію. Введення плати за максимум активного навантаження буде стимулювати споживачів до його зменшення. Наші пропозиції про введення плати за реактивну потужність знаходяться в руслі майбутніх змін у тарифній політиці в електроенергетичній галузі України.

Основну плату за споживання реактивної потужності із мережі енергопостачальної компанії в період її максимальних активних навантажень пропонується визначати за формулою

$$P_1 = \sum_{i=1}^n (Q_{сп.i} + Q_{г.i}) DT_{о.с.} , \quad (7)$$

де n — кількість точок обліку у споживача; $Q_{сп.i}$ — 30-ти хвилинний максимум реактивного навантаження споживача в i -й точці обліку за розрахунковий період, кВАр; $Q_{г.i}$ — 30-ти хвилинний максимум генерованої реактивної потужності в мережу енергопостачальної компанії, зафіксований в розрахунковому періоді в i -й точці обліку електроенергії, кВАр; D — економічний еквівалент реактивної потужності, кВт/кВАр; $T_{о.с.}$ — оптова тарифна вартість електроенергії, приведена до 1 кВт максимуму активної потужності обленерго (РЕМ чи підсистеми), грн/кВт.

Середньозважене приведенне значення $T_{о.с.}$ за минулий чи майбутній (прогнозований) рік пропонується визначати за формулою

$$T_{о.с.} = \frac{\sum_{j=1}^m P_{mj} T_{осн.j} + \sum_{j=1}^m W_{спj} T_{дод.j}}{\frac{1}{m} \sum_{i=j}^m P_{mj}} , \text{ грн/кВт}, \quad (8)$$

де P_{mj} — максимум активного навантаження в j -му розрахунковому періоді (місяць чи квартал) минулого чи майбутнього року, кВт; $T_{осн.j}$ — основна ставка тарифу на електроенергію в j -му пе-

роді, грн/кВт; $W_{сп,j}$ — споживання активної електроенергії в j -му розрахунковому періоді минулого чи майбутнього прогнозованого року, кВт·год; $T_{дод,j}$ — додаткова ставка тарифа на електроенергію в j -му розрахунковому періоді, грн/кВт; m — кількість розрахункових періодів протягом року.

Через відсутність плати за максимум активного навантаження в даний час перша складова в чисельнику виразу (8) дорівнює нулю.

Для підтвердження необхідності переходу на плату за реактивну потужність розглянемо результати її розрахунку з використанням реальних даних, отриманих при вимірюванні за режимний день 22 грудня 2005 року в мережах Вінницького РЕМ, фідер №247.

Вихідні дані для розрахунку:

$$P_M = 2760 \text{ кВт}; Q_M = 1502 \text{ кВАр}; W_{а.сп.} = 8520000 \text{ кВт·год в рік};$$

$$T_{дод.} = 0,32 \text{ грн/кВт·год}; 0,35 \text{ грн/кВт·год}; 0,4 \text{ грн/кВт·год}; Q_T = 0;$$

$$W_{р.г.} = 0; D = 0,0189 \text{ кВт/кВАр}; W_{р.сп.} = 3704000 \text{ кВАр·год (за рік)}.$$

Значення $T_{о.с.}$ визначене за формулою (8) для різних величин $T_{дод.}$: 0,32; 0,35; 0,4. Відповідно $T_{о.с.} = 987,8 \text{ грн/кВт}; 1080,4 \text{ грн/кВт}; 1234,8 \text{ грн/кВт}.$

Результати розрахунку наведені в таблиці.

Збільшення плати за реактивну потужність порівняно з платою за реактивну енергію

Плата за реактивну енергію: $\Pi'_1 = \sum_{i=1}^n (W_{р.сп.} + KW_{р.г.}) DT_{о.с.} = 3704000 \cdot 0,0189 \cdot 0,32 = 22401 \text{ грн}$								
Q_M , кВАр	1200	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
Π_1 , грн	22403	24271	28005	31739	35473	39207	42941	46675
$\delta = \frac{\Pi_1 - \Pi'_1}{\Pi_1} 100, \%$	0,0001	7,7	20,0	29,4	36,8	42,9	47,8	52,0
Плата за реактивну енергію: $\Pi'_1 = \sum_{i=1}^n (W_{р.сп.} + KW_{р.г.}) DT_{о.с.} = 3704000 \cdot 0,0189 \cdot 0,35 = 24502 \text{ грн}$								
Q_M , кВАр	1200	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
Π_1 , грн	24503	26545	30630	34714	38798	42882	46966	51050
$\delta = \frac{\Pi_1 - \Pi'_1}{\Pi_1} 100, \%$	0,0001	7,7	20,0	29,4	36,8	42,9	47,8	52,0
Плата за реактивну енергію: $\Pi'_1 = \sum_{i=1}^n (W_{р.сп.} + KW_{р.г.}) DT_{о.с.} = 3704000 \cdot 0,0189 \cdot 0,4 = 28002 \text{ грн}$								
Q_M , кВАр	1200	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
Π_1 , грн	28005	30342	35006	39678	44346	49014	52900	58350
$\delta = \frac{\Pi_1 - \Pi'_1}{\Pi_1} 100, \%$	0,0001	7,7	20,0	29,4	36,8	42,9	47,8	52,0

За результатами розрахунку побудована крива залежності збільшення плати за реактивну потужність порівняно з платою за реактивну енергію за незмінної величини її споживання за розрахунковий період від зростання максимуму реактивної потужності (тобто, при зміні конфігурації графіка реактивних навантажень і його нерівномірності) (рис. 2).

Із таблиці і рис. 2. видно, що зміна конфігурації графіка навантажень (з $W_{р.сп.} = \text{const}$ і зростанням Q_M) пропорційно збільшує плату за реактивну потужність порівняно з платою за реактивну енергію від 0 до 52% (з $Q_M = 1200 \text{ кВАр}$ плата за реактивну потужність і енергію однакові). На рис. 2. плата за реактивну енергію Π'_1 прийнята за 100 %.

Із таблиці також видно, що збільшення прогнозованого тарифу на активну електроенергію (додаткової ставки $T_{дод.}$) обумовлює до збільшення абсолютного значення плати, але відносно її зростання у всіх випадках залишається незмінним.

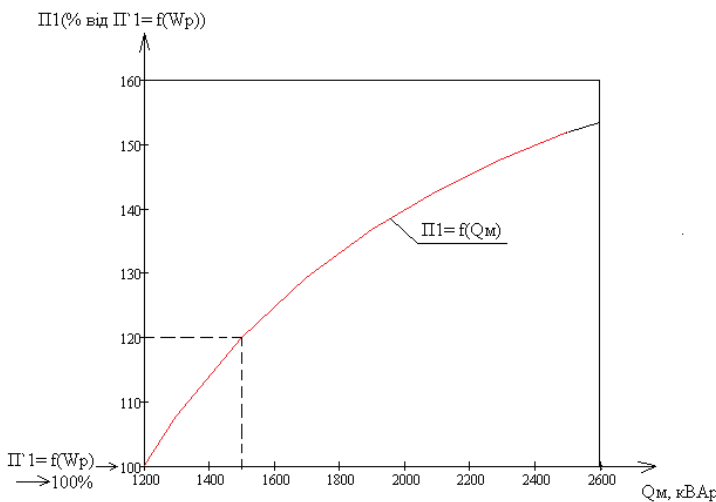


Рис. 2. Залежність збільшення плати за максимум реактивної потужності Π_1 порівняно з платою за реактивну енергію Π'_1 для незмінної величини її споживання за розрахунковий період від зростання максимуму реактивної потужності Q_m

З переходом від плати за реактивну енергію до плати за реактивну потужність виникає проблема обліку величини Q_m . Ця проблема була вирішена ще в 70-х роках минулого століття Угорською фірмою «Ганцприбор» за рахунок використання електромеханічних лічильників активної і реактивної енергії і показчиків максимуму активної і реактивної потужності в комплекті з електрогодинником, на якому встановлювались періоди проходження максимуму активних навантажень електропостачальної компанії. Багаторічна експлуатація цих приладів підтвердила їх достатньо високу надійність в роботі і точність обліку. Недостатню надійність і точність мали електромеханічні годинники.

Зважаючи на викладене, пропону-

ються такі варіанти вирішення даної проблеми:

- електrolічильники з показчиками максимуму комплектувати електронними годинниками;
- перепрограмувати наявні електронні електrolічильники з виконанням ними двох функцій: обліку електроенергії і показчика максимуму;
- розробити нові електронні лічильники з показчиками максимуму навантаження (активного чи реактивного).

Висновки

1. Перехід від плати за реактивну енергію до плати за реактивну потужність дозволяє уникнути похибок оцінки втрат активної потужності в мережах енергопостачальних компаній при передаванні реактивної енергії споживачам, збільшити саму плату і, відповідно, стимулювання впровадження споживачами компенсувальних установок.

2. Запровадження плати за реактивну потужність можливо тільки за умови налагодження виробництва зазначених вище технічних засобів обліку і контролю електроспоживання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами // Офіційний вісник України. — 2002. — № 6.
2. Владимиров Ю. В. Негативное влияние перетоков реактивных мощностей и «реактивная электроэнергия» / Ю. В. Владимиров, Т. А. Крамская // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). — 2005. — № 3. — С. 27—28.

Рекомендована кафедрою електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Надійшла до редакції 27.05.08
Рекомендована до друку 5.06.08

Рогальський Броніслав Станіславович — професор, **Нанак Олена Миколаївна** — аспірант.

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет;

Добровольська Любов Наумівна — завідувач кафедри електропостачання.

Луцький державний технічний університет