

УДК 621. 316

Б. С. Рогальський, д. т. н., проф.;

О. М. Нанака, студ.

МЕТОДИКА ВЗАЄМОРОЗРАХУНКІВ ЗА РЕАКТИВНУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ МІЖ МАЛИМИ ГЕС І СУБ'ЄКТАМИ ОПТОВОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

Незбалансованість інтересів суб'єктів оптового ринку щодо плати за реактивну енергію, їх нерівноправність, неврегульованість низки питань в чинній «Методиці плати за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальними організаціями та її споживачами» [1] на практиці призводить до суперечливих ситуацій у взаємовідносинах як між суб'єктами оптового ринку, так і між енергопостачальними організаціями і споживачами.

Так, деякі обленерго вимагають плати від малих ГЕС не тільки за споживання реактивної енергії (в разі зупинки генератора або при споживанні більшої реактивної енергії, ніж генерує генератор), але й за генерацію реактивної енергії в їх мережу.

Порядок розрахунків за реактивну електроенергію з електростанціями (в т. ч. з малими ГЕС і відокремлених від електростанцій їх споживачів) є в «Роз'ясненнях до Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами» [2]. Суть роз'яснень така:

— «...реактивна електроенергія не товар, а шкідлива складова передачі активної електроенергії електричними мережами...»;

— «...чинна методика для розрахунків з електростанціями за реактивну електроенергію непридатна...»;

© Б. С. Рогальський, О. М. Нанака, 2004

— «...енергопередавальна організація не може отримувати плату за генеровану реактивну електроенергію від ГЕС, оскільки вона отримує таку плату від споживачів, які фактично споживають реактив, генерований ГЕС...»

На нашу думку реактивна електроенергія є невід'ємною частиною виробництва, передачі і споживання активної електроенергії, тобто вона є технологічною складовою активної. Але, на відміну від активної, її можна виробляти на місці споживання. Тому шкідливим є недостатність або відсутність джерел реактивної електроенергії і засобів управління нею в місцях її споживання.

Відповідно з [1] споживач оплачує вартість втрат активної електроенергії, зумовлених передаванням йому реактивної. В разі компенсації реактивних навантажень ці втрати реалізуються обленерго споживачам, як товар. Тому вартість втрат активної електроенергії від передачі реактивної можна вважати товарним еквівалентом реактивної і її саму опосередковано вважати товаром.

Електростанції (в т. ч. малі ГЕС), енергопередавальні компанії (регіональні енергосистеми, обленерго) є суб'єктами оптового ринку електроенергії України, до яких однаковою мірою повинні застосовуватись принципи закону України «Про енергозбереження»: збалансованість інтересів і рівноправність всіх суб'єктів оптового ринку. Порядок взаєморозрахунків за реактивну електроенергію не відповідає зазначеним принципам. Обленерго отримує плату за реактив від споживачів, але не оплачують її споживання із мереж енергосистем і від електростанцій. Регіональні енергосистеми теж не оплачують реактивну енергію, що споживається від електростанцій. Для виправлення даного становища необхідно залучати до взаєморозрахунків за реактивну електроенергію всіх суб'єктів енергоринку. Це дозволить підвищити їх зацікавленість в компенсації реактивних навантажень (своїх і споживачів).

Розрахунки з енергосистемами (магістральними мережами) можна виконувати за величиною ЕЕРП D_I (визначення величини D_I покладені на ЕС за методикою, яка є в [1]). Розглянемо визначення ЕЕРП для генераторів електростанцій.

Відомо, що генерація реактивної потужності зумовлює в синхронних генераторах і двигунах додаткові втрати активної електроенергії, які визначаються за формулою [3]

$$\Delta P = \frac{D_1}{Q_H} Q + \frac{D_2}{Q_H^2 N} Q^2, \quad (1)$$

де D_1, D_2 — сталі для даного генератора величини, що залежать від потужності, к. к. д. і кількості обертів генератора, кВт [3]; Q — середня реактивна потужність, що генерується в розрахунковому періоді, кВАр ($Q = W_{p,r}/T_p$, де $W_{p,r}$ — генерація реактивної енергії, яка передається в мережу енергосистеми чи обленерго в розрахунковому періоді, кВАр-год; T_p — час роботи генератора в розрахунковому періоді (місяць, квартал, рік), год); Q_H — номінальна реактивна потужність генератора, кВАр; N — число генераторів.

Економічний еквівалент реактивної потужності (ЕЕРП) для генераторів електростанцій визначається за формулою

$$D_{\Gamma} = \frac{D_1}{Q_H} + \frac{D_2}{Q_H^2 N} Q, \text{ кВт/кВАр.} \quad (2)$$

Реактивна потужність генератора в процесі роботи може змінюватись в допустимих межах

$$Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}, \quad (3)$$

де Q_{\min} — мінімально допустима реактивна потужність генератора із умови забезпечення стійкості його роботи, кВАр; Q_{\max} — максимально допустима реактивна потужність генератора за умови нагрівання, кВАр.

Втрати активної електроенергії, які зумовлені генерацією величини Q_{\min} , можна віднести до технологічних витрат виробництва електроенергії. З урахуванням цього фактору, формула для визначення ЕЕРП для генераторів електростанцій буде мати вигляд

$$D_{\Gamma} = \frac{D_1}{Q_H} \left(1 - \frac{Q_{\min}}{Q}\right) + \frac{D_2}{Q_H^2 N} \left(\frac{Q^2 - Q_{\min}^2}{Q}\right). \quad (4)$$

Плата за споживання реактивної електроенергії обленерго, магістральними мережами від електростанцій визначається за формулою методики [1]

$$П_1 = \sum_{i=1}^n W_{p.сп.} \Delta_{ГТ} T, \text{ грн}, \tag{5}$$

де n — число точок розрахункового обліку реактивної енергії; $W_{p.сп.}$ — споживання реактивної енергії обленерго, енергосистемами від електростанції за розрахунковий період, кВАр·год.; T — середній за розрахунковий період роздрібний відпускний тариф на активну електроенергію електростанцій, визначений за Правилами оптового ринку електроенергії України, грн/кВт·год.

Плата за споживання реактивної енергії малими ГЕС та відокремленими об'єктами інших електростанцій із мережі обленерго чи енергосистемами визначається за формулами (3.2), (3.4) і (3.5), даними в [2].

Малі ГЕС, які приєднуються до ліній 10 кВ обленерго, відіграють роль компенсатора реактивної потужності, що передається по лінії (рис. 1).

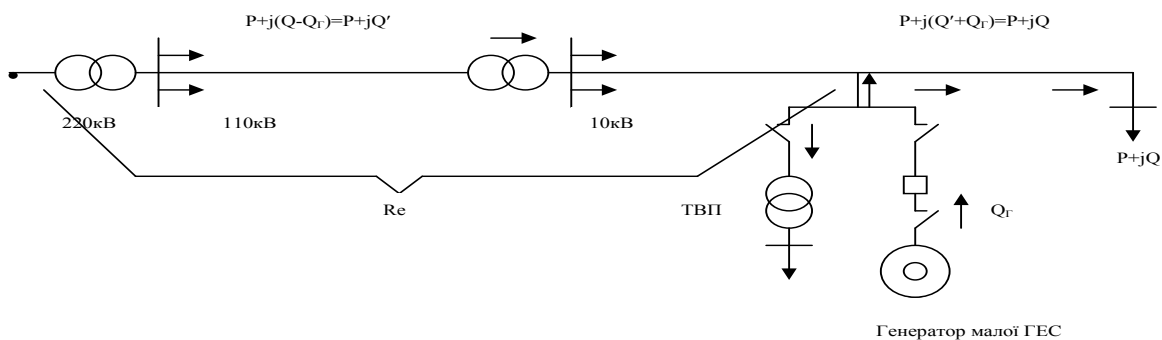


Рис 1. Компенсація реактивної потужності генератором малої ГЕС.

На рис. 1 дані такі позначення: P – активна потужність, що передається по лінії 10 кВ; Q — реактивна потужність, яка передавалася б по лінії за умови вимкнення генератора; Q_r — реактивна потужність, що генерується генератором ГЕС; Q' — реактивна потужність, яка передається по лініях 220...10 кВ обленерго до точки приєднання генератора з врахуванням компенсації; R_e — еквівалентний активний опір мереж 220...10 кВ обленерго якими передається реактивна потужність споживачам Q (до точки приєднання генератора); ТВП — трансформатор власних потреб ГЕС.

Тобто в точці приєднання генератора відбувається часткова компенсація реактивної потужності, що передається лініями обленерго споживачам (Q) на величину (Q_r).

В лініях до точки приєднання генератора відбувається зниження втрат активної електроенергії на величину

$$\Delta W = \frac{10^{-3} R_e \tau_{м.р.}}{U_H^2} \left[Q^2 - (Q')^2 \right], \text{ кВт·год}, \tag{6}$$

де U_H – номінальна базова напруга (наприклад, 10 кВ), до якої приводяться опори елементів мереж інших напруг, кВ; $\tau_{м.р.}$ — число годин максимальних втрат (споживання реактивної потужності за розрахунковий період).

Величина $\tau_{м.р.}$ може визначатись за графіком навантажень відхідного приєднання 220 кВ підстанції 330/220 кВ. Якщо відсутні графіки реактивних навантажень, то можна скористатись формулами [4].

Затрати на транспорт реактивної енергії від точки приєднання ГЕС до споживача несе обленерго, які відшкодовують її за рахунок продажі активної електроенергії споживачам.

Додаткові втрати активної електроенергії ГЕС від генерації реактивної енергії в мережу обленерго повинна відшкодовувати електропередавальна компанія (тобто обленерго). В свою чергу ГЕС повинна відшкодовувати затрати обленерго на передачу реактивної енергії для власних потреб ГЕС. Порядок взаєморозрахунків покажемо на прикладі.

Приклад. Виконати взаєморозрахунки за реактивну енергію між малою ГЕС і облэнерго за лютий 2003 р. Генерація реактивної енергії малою ГЕС в мережу облэнерго склала 55881 кВАр·год., а споживання із мережі облэнерго — 1000 кВАр·год. Тип генератора – СГ220 – 500, $S_H = 220$ кВА, $P_H = 176$ кВт, $Q_H = 132$ кВАр, $\cos \varphi = 0,8$, $D_1 = 1,98$ кВт, $D_2 = 2,93$ кВт [3], середня реактивна потужність (за період роботи генератора) – $Q = 124$ кВАр. Відпускний тариф на активну електроенергію ГЕС: $T = 0,21$ грн/кВт·год (без ПДВ), середній тариф на активну електроенергію, що склався на оптовому ринку в лютому: $T = 0,153$ грн/кВт·год.

За формулою (2) визначаємо економічний еквівалент реактивної потужності (ЕЕРП) для генератора малої ГЕС:

$$D_{\Gamma} = \frac{D_1}{Q_H} + \frac{D_2}{Q_H^2 N} Q = \frac{1,98}{132} + \frac{2,93}{132^2 \cdot 1} \cdot 124 = 0,036 \text{ кВт/кВАр.}$$

За формулою (5) визначаємо величину відшкодування додаткових втрат в генераторі ГЕС на генерацію реактивної енергії і її постачання в мережу 10 кВ облэнерго (з метою компенсації її реактивних навантажень і продажі споживачам) в рамках чинної методики:

$$P_1 = W_{p.сп.} D_{\Gamma} T = 55881 \cdot 0,036 \cdot 0,21 = 422,5 \text{ грн.}$$

За формулою (3.2) «Методики...» [1] визначаємо плату ГЕС за споживання нею реактивної енергії із мережі облэнерго:

$$P_1 = W_{p.сп.} D_2 T = 1000 \cdot 0,22 \cdot 0,153 = 33,7 \text{ грн,}$$

де D_2 — ЕЕРП, що характеризує частку впливу реактивного перетоку в точці обліку (ввідна комірка в РП 10 кВ ГЕС) на економічні показники в розрахунковому режимі, кВт / кВАр.

Висновки

1. Вартість реактивної енергії визначається вартістю втрат активної. Зменшення втрат активної (за рахунок компенсації) збільшує її реалізацію споживачам. В даному випадку реактивна енергія у вигляді відповідного еквівалента активної продається споживачам як товар.

2. Через незбалансованість заохочень і примушень до енергозбереження і нерівноправність суб'єктів оптового ринку щодо розрахунків за реактивну енергію призвело до їх незацікавленості в КРН в своїх мережах і споживачів.

3. Запропоновану методику можна рекомендувати для затвердження НКРЕ і застосування у взаєморозрахунках за реактивну енергію між суб'єктами оптового ринку електроенергії України.

4. Приєднання малої ГЕС до мереж облэнерго приносить останньому подвійну вигоду: від компенсації реактивних навантажень облэнерго і продажі нею реактивної енергії споживачам, генерованої ГЕС. В той же час, генерація реактивної енергії викликає додаткові втрати активної потужності в генераторі, відшкодувати які повинен споживач — облэнерго.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика розрахунків плати за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та її споживачами // Промислова електроенергетика та електротехніка. — 1999. — Випуск четвертий. — 30 с.
2. Роз'яснення до Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами // Інформаційний бюлетень НКРЕ. — 2002. — № 10. — С. 35.
3. Карпов Ф. Ф. Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях. — М.: Энергия. — 1975. — 170 с.
4. Справочник по проектированию электрических сетей // Под общей ред. С. С. Рокотяна, И. М. Шапиро / М.: Энергия. — 1971. — 247 с.

Рекомендована кафедрою електротехнічних систем електроспоживання та енергозбереження.

Надійшла до редакції 06.05.03
Рекомендована до опублікування 24.06.03

Рогальський Броніслав Станіславович — завідувач кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергозбереження, **Нанака Олена Миколаївна** — студент Інституту електроенергетики, екології та електромеханіки.

Вінницький національний технічний університет