

І. М. ЗАЙЦЕВ, головний спеціаліст – державний інспектор  
Територіального управління Державної інспекції з енергозбереження по Харківській області,  
м. Харків

## ПРО КОМПЕНСАЦІЮ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Під час проведення перевірок ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів фахівцям територіального управління Державної інспекції з енергозбереження часто задають питання – а що таке компенсація реактивної потужності електрообладнання? Чи потрібна вона взагалі? Нерідко керівники підприємств, установ та організацій, а підчас і головні інженери та інші технічні спеціалісти не є фахівцями з електротехніки, тому спробуємо відповісти на ці питання популярно – без формул, діаграм та векторів.

Звернімось спочатку до законодавчих та нормативно-технічних документів, які діють в Україні.

У пункті 1.2 Правил користування електричною енергією (ПКЕЕ), затверджених постановою Національної комісії з електроенергетики України (НКРЕ) від 31 липня 1996 року № 28 в редакції постанови НКРЕ від 17.10 2005 року № 910 вказано:

«1.2. електрична енергія (реактивна) – технологічно шкідлива циркуляція електричної енергії між джерелами електропостачання та приймачами змінного електричного струму, викликана електромагнітною незбалансованістю електроустановок»

«6.35. Плата за перетікання реактивної електричної енергії призначена для адресного економічного стимулювання ініціативи споживача до впровадження технологічних заходів на вирішення питань з компенсації перетікань реактивної електричної енергії».

Попередня редакція ПКЕЕ в редакції постанови НКРЕ від 22.08 2002 року № 928 визначало проблему трохи іншим чином, що не змінювало її суті:

– «реактивна потужність – складова повної потужності, яка залежно від параметрів, схеми та режиму роботи електричної мережі спричиняє додаткові втрати активної електричної енергії та погіршення показників якості електричної енергії»;

– «перетікання реактивної електричної енергії – складова фізичних процесів передачі, розподілу та споживання активної електричної енергії, яка залежно від параметрів, схеми та режиму роботи електричної мережі спричиняє додаткові технологічні втрати активної електричної енергії та погіршення показників якості електричної енергії»;

– «плата за компенсацію перетікання реактивної електроенергії – плата за послуги, які електропередавальна організація або власник технологічних електричних мереж змушені надавати споживачу, якщо він експлуатує електромагнітно незбалансовані електроустановки».

Електроустановки, які споживають (або генерують) реактивну електроенергію, є електромагнітно незбалансованими.

ПКЕЕ констатують, що експлуатація електромагнітно незбалансованих електроустановок споживача спричиняє додаткові втрати електроенергії поза технологічними процесами споживача, а це преамбула Закону України «Про енергозбереження», введеного в дію Постановою ВР № 75/94-ВР від 01.07.94 р., кваліфікує, як прямі втрати електроенергії – вид нерационального (неефективного) використання паливно-енергетичних ресурсів.

Споживання реактивної електроенергії також негативно впливає на якість електричної енергії та погіршує стабільність напруги в електромережі.

Тепер спробуємо пояснити вищесказане спрощено. При проходженні електричного струму по провіднику навкруги нього накопичується енергія – виникає електромагнітне поле електричного струму. Особливістю цього поля є те, що воно виникає та зникає при включенні або відключенні струму не миттєво, а з деяким запізненням. Це запізнення обумовлює зсув

фаз прикладеної напруги та електричного струму. При відключенні енергія електромагнітного поля повертається до джерела електричного струму. В мережах змінного струму ця енергія безперервно перекачується – циркулює від джерела електропостачання до приймача та навпаки, чим викликає так звану реактивну складову електричного струму.

Величина потужності цієї енергії, яка названа реактивною, визначається добутком прикладеної напруги та частки струму, яка створює електромагнітне поле. Назва «реактивна» пов'язана з реакцією електромагнітного поля провідника на всілякі зміни величини та напрямлення електричного струму.

Зрозуміло, що при звертанні провідника у коло, електромагнітне поле у центрі кола посилюється зарахунок складення часток полів від усіх часток провідника. Також електромагнітне поле посилюється при збільшенні кількості витків провідника, складених до купи. Значно електромагнітне поле посилюється при внесенні в нього так званих феромагнітних матеріалів – заліза та його сплавів. Реактивну потужність мають електродвигуни, трансформатори, дроселі, лінії електропередач та інші приймачі електроенергії. Навіть печі опору мають деяку реактивну потужність внаслідок виконання нагрівальних елементів у вигляді спіралей.

Чи можливо використовувати електричну енергію без реактивної складової? Ні, по-перше, електромагнітне поле виникає завжди при протіканні електричного струму, по-друге – без сильного електромагнітного поля не зможуть працювати ні електродвигуни, ні трансформатори, ні електромагніти.

До речі, активною енергією називається та частка енергії, яка перетворюється у споживача на механічну роботу або теплоту, тобто власне корисна частка енергії. Активна енергія передається до споживача активною складовою електричного струму, яка за фазою співпадає з прикладеною напругою.

При проходженні активної складової електричного струму по провідникам електричних мереж внаслідок зіткнення електронів струму з атомами кристалічної решітки провідника частина енергії електричного струму виділяється у вигляді тепла – виникають так звані технологічні втрати енергії в електромережах.

Протікання струму реактивної потужності електрообладнання (реактивної складової електричного струму) також викликає втрати активної електроенергії, які є додатковими і їх можливо і необхідно скорочувати за рахунок компенсації реактивної потужності.

Є багато заходів, які дозволяють скоротити споживання реактивної електроенергії. При збільшенні коефіцієнта завантаження електродвигунів відношення споживання реактивної енергії до споживання активної енергії зменшується – необхідно не допускати систематичного, без виробничої потреби, не зумовленого вимогами технічної безпеки недовантаження або використання електродвигунів на холостому ході. Досягти оптимального завантаження електродвигунів можливо за рахунок впровадження перетворювачів частоти для живлення електроприводів насосів, вентиляторів, компресорів та робочих машин.

Робота трансформаторів без навантаження збільшує втрати енергії в трансформаторах через додаткові втрати холостого ходу внаслідок споживання реактивної енергії – необхідно відключати трансформатори у неробочу добу і зміну. По можливості необхідно обмежувати паралельну роботу силових трансформаторів при завантаженні їх менше 30 %.

Яким же чином ще можливо компенсувати реактивну потужність та скоротити споживання реактивної електроенергії?

Необхідно встановити у безпосередній близькості від електроприймачів власні джерела реактивної енергії (компенсувальні установки) – у цьому випадку реактивна енергія буде циркулювати між цими джерелами та приймачами і не буде споживатись з електромереж, а це у свою чергу ліквідує додаткові втрати електроенергії у мережах.

Встановлення сучасних засобів компенсації з автоматичним регулюванням потужності повністю вирішує проблему, але потребує значних капітальних витрат.

На багатьох підприємствах встановлені застарілі компенсвальні установки без регулювання потужності, які досить часто не включаються в роботу через можливість перекомпенсації, тобто генерації реактивної енергії в мережу, а плата за генерацію реактивної енергії здійснюється за тарифом у тричі більшим, ніж споживання реактивної енергії.

Вихід є – спеціалізовані організації виконують модернізацію застарілих установок з встановленням автоматичних регуляторів потужності. Зазвичай низьковольтні компенсвальні установки укомплектовані декількома конденсаторами (двома, чотирма та ін.) значної одиничної потужності порядку 50 кВАр. Зрозуміло, що регулювання такими ступенями потужності є грубим і може допускати як зайве споживання реактивної енергії, так і генерацію реактивної енергії в мережу.

Для досягнення точного регулювання установки доукомплектовуються конденсаторами потужністю 20, 10 та 5 кВАр ( іноді лише 20 та 10 кВАр в залежності від особливостей та специфіки підприємства) та автоматичними регуляторами, які найчастіше мають 5-ть, 9-ть або 12 ступенів регулювання.

Досвід експлуатації таких установок показав, що модернізовані установки з 9 ступенями регулювання задовільно компенсують реактивну потужність електрообладнання споживача, підтримуючі  $\cos \varphi$  на рівні  $0,99 \div 1,0$  та не допускають генерації реактивної енергії в мережу. Зрозуміло, що регулятори з більшою кількістю ступенів регулювання виконують свою місію ще краще.

Величина плати, яку споживач сплачує електропередавальній організації за перетікання реактивної електроенергії, визначається згідно Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії, затвердженій наказом Міністерства палива та енергетики України № 19 від 17.01 2002 р. та зареєстрованій в Міністерстві юстиції України 01.02 2002 р. за № 93/6381, та складається з основної плати за спожиту реактивну електроенергію та надбавки за недостатнє оснащення електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності.

Надбавка починає діяти, якщо фактичний коефіцієнт потужності споживача в середньому за розрахунковий період менший наведеного значення граничного коефіцієнта потужності  $\cos \varphi = 0,97$ , або більший  $\text{tg } \varphi = 0,25$ .

Ця величина і є нормативною при визначенні факту недостатнього оснащення електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності, що в результаті спричиняє додаткові втрати електроенергії – нераціональне (неефективне) використання паливно-енергетичних ресурсів.

Фактичний коефіцієнт потужності споживача  $\text{tg } \varphi$  визначається в середньому за розрахунковий період відношенням споживання реактивної енергії до споживання активної енергії.

При відсутності у споживача приладів обліку реактивних перетікань споживання реактивної енергії в точці, де відсутні прилади обліку, за розрахунковий період береться рівним споживання активної електроенергії з урахуванням нормативного коефіцієнту потужності  $\text{tg } \varphi$ , який в такому разі для більшості споживачів приймається рівним 0,8.

А тепер відповімо на питання, чи потрібна компенсація реактивної потужності? Відповідь однозначна – вкрай потрібна!

Зайве споживання реактивної енергії не лише віднімає гроші у споживача, а й наносить шкоду країні внаслідок нераціонального використання електроенергії, збільшуючи технологічні втрати в електромережах та погіршуючи показники якості електроенергії.

Компенсації реактивної потужності дає вагоме скорочення витрат коштів споживачів за споживання електроенергії.

Наприклад, впровадження компенсвальних пристроїв, яке дозволяє зменшити коефіцієнт потужності  $\text{tg } \varphi$  лише з 0,75 до 0,25, втричі зменшує основну плату за перетікання реактивної електроенергії, а також ліквідує надбавку за недостатнє оснащення електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності.

Є ще один аспект компенсації реактивної потужності електрообладнання – плата за послуги електропередавальної організації з перетікання реактивної електроенергії не скасовує самого факту нераціонального використання електроенергії.

А це тягне за собою накладення на порушників економічних та адміністративних санкцій у відповідності зі ст. 17 Закону України «Про енергозбереження».

### Використані джерела

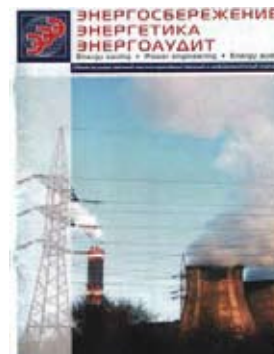
1. Закон України «Про енергозбереження», введений у дію Постановою ВР № 75/94-ВР від 01.07 1994 р.;

2. Правила користування електричною енергією (ПКЕЕ), затверджені постановою Національної комісії з електроенергетики України (НКРЕ) від 31 липня 1996 року № 28 в редакції постанови НКРЕ від 17.10 2005 року № 910 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 18 листопада 2005 р. за № 1399/11679;

3. Правила користування електричною енергією (ПКЕЕ), затверджені постановою Національної комісії з електроенергетики України (НКРЕ) від 31 липня 1996 року № 28 в редакції постанови НКРЕ від 22.08 2002 року № 928 ;

4. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії, затверджена наказом Міністерства палива та енергетики України № 19 від 17.01.2002 р. та зареєстрована в Міністерстві юстиції України 01.02 2002 р. за № 93/6381.

*Поступила в редакцию 21.10 2010 г.*



### **Уважаемые читатели!**

На страницах журнала  
**«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ · ЭНЕРГЕТИКА · ЭНЕРГОАУДИТ»**  
 продолжается заочное заседание  
 «круглого стола» на тему:  
**«Государственная политика энергосбережения  
 в Украине:  
 организация, управление, стимулирование».**

К обсуждению данной темы приглашаем  
 руководителей государственных администраций  
 и энергопередающих компаний, промышленных предприятий,  
 ученых и всех заинтересованных.

Вашу позицию по указанной проблеме  
 предлагаем изложить письменно и направить в наш адрес:

61002, г. Харьков, ул. Мироносицкая, 60,  
 Тел./факс (057) 7-149-451, E-mail: [sveco\\_ltd@rambler.ru](mailto:sveco_ltd@rambler.ru), [sveco\\_zhurn@bigmir.net](mailto:sveco_zhurn@bigmir.net)