

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЯК СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ АКТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Яцина Д.С. E-mail: yatsinadavid37@gmail.com,

Курчанов А.А., E-mail: artiklook@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного

Задачі максимальної економії всіх видів ресурсів, і в першу чергу енергетичних, є на сучасному етапі одним із актуальних: в області електроенергетики ці задачі зводяться до зниження втрат електроенергії. Реактивна енергія необхідна для створення змінних магнітних полів у індуктивних електроспоживачах і не виконує безосередньо корисної роботи. Однак, реактивна потужність суттєво впливає на такі параметри системи електропостачання, як втрати потужності і електроенергії, пропускну спроможність і рівні напруги у вузлах електричної мережі. Реактивний струм додатково навантажує лінії електропередачі (ЛЕП), що призводить до збільшення перерізів проводів і кабелів і, відповідно, до збільшення капітальних витрат на внутрішньо виробничі та зовнішні електричні мережі. Реактивну потужність, поряд з активною потужністю враховується постачальником електроенергії, а відповідно, підлягає оплаті за діючими тарифами, тому становить значну частину рахунку за електроенергію. Компенсація – це ключ до рішення питання енергозбереження. Найбільш ефективним способом зниження втрат є установка в мережі компенсуючих пристроїв [1,2].

Показником споживання реактивної потужності є коефіцієнт потужності $\cos\varphi$, який визначається як

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}, \quad (1)$$

де P , Q , S – відповідно, активна, реактивна і повна потужності споживачів, Вт, VAR, VA.

При низьких коефіцієнтах потужності і споживачів для забезпечення передачі їм заданої активної потужності треба вкладати додаткові витрати на спорудження більш потужних електростанцій, збільшувати пропускну потужність мереж і трансформаторів та внаслідок цього нести додаткові експлуатаційні витрати. Передача реактивної потужності по мережі призводить до додаткових втрат напруги в них. Розмір втрат активної потужності ΔP в мережі, в залежності від коефіцієнта потужності $\cos\varphi$, активного опору і напруги мережі, визначається

$$\Delta P = \frac{P^2}{U_1^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot r, \quad (2)$$

де U_1 – напруга на початку лінії електропередачі мережі, В;
 r – активний опір лінії електропередачі, Ом.

З (2) видно, що втрати потужності зворотно залежать від квадрату напруги і квадрату коефіцієнта потужності $\cos\varphi$, тобто необхідно прагнути до підвищення коефіцієнта потужності, оскільки низький $\cos\varphi$ несе: високі втрати активної потужності в мережі, за рахунок протікання реактивної потужності; великі перепади напруги в мережах; необхідність збільшення габаритної потужності генераторів, перерізів кабелів, потужностей силових трансформаторів.

З цього слід, що компенсація реактивної потужності край необхідна. Основними джерелами реактивної потужності, які встановлюються на місці споживання, є синхронні компенсатори і статичні конденсатори. Найбільш широко використовують статичні конденсатори на напругу до 1000 В і 6-10 кВ. Синхронні компенсатори встановлюють на напругу більше 6-10 кВ районних підстанцій. Статичні конденсатори і синхронні компенсатори є джерелом реактивної потужності. На рис.1а проілюстрована передача електричної потужності від електростанції G до розподільчої підстанції $T2$: потужність, що передається, становить $P+jQ$ при відсутності компенсації реактивної енергії [3].

При встановленні у споживача статичних конденсаторів потужністю Q_K (рис.1б), комплекс повної потужності, що передається по електромережі, буде $\tilde{S} = P + (jQ_L - jQ_K)$. Реактивна потужність, що береться від електростанції, зменшується, тобто компенсується на величину потужності, виробленої компенсуючим пристроєм [4].

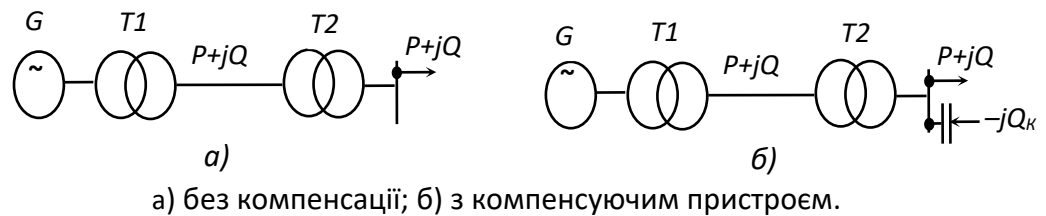


Рисунок 1. Схема електропередачі потужності споживачу

Доволі часто у мережі 1000 В і 6-10 кВ використовуються конденсаторні батареї, оскільки вони прості як в експлуатації, так і у монтажу; мають відносно невелику вартість; надійні, бо один пошкоджений конденсатор не може впливати на роботу батареї конденсаторів; безпасні в експлуатації; мають можливість використання як ступеневого, так і плавного регулювання потужності конденсаторної батареї; є фільтрами вищих гармонік. В той час, як синхронні компенсатори при своїй роботі з мережі споживають активну потужність (до 4 % від номінальної виробленої реактивної потужності); а при роботі в режимі недозбудження є споживачами реактивної потужності та мають значно більшу вартість, ніж конденсаторні батареї при однаковій виробляемій реактивній потужності. На практиці коефіцієнт потужності після компенсації знаходиться в межах від 0,93 до 0,99 [1, 5].

Використання копуючих пристроїв дозволяє вирішити одразу декілька питань: розвантажити живлячі ЛЕП, трансформатори і розподільчі пристрої; знизити втрати потужності в ЛЕП; знизити витрати на оплату електроенергії; при використанні певного типу установок знизити рівень вищих гармонік; зменшити або видалити мережеві поміхи, знизити несиметрію фазних напруг; зробити розподільчі мережі більш надійними і економічними.

Висновки. Пристрої компенсації дозволяють зменшити втрати активної потужності в ЛЕП, а споживачам електричної енергії дозволяють зменшити витрати реактивної потужності до 30-40 % і зменшити оплату за електроенергію.

Список використаних джерел

1. Попова І.О., Курчанов А.А. Система компенсації реактивної потужності в сільських мережах як засіб скорочення витрат *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*. III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова: зб. тез доповідей. Мелітополь, 2021. с. 34-35. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/etem/arhiv-materialiv-konferencij-2/> (дата звернення: 18.10.2021).

2. Попова І.О. Курашкін С.Ф., Попрядухін В.С. Причини і наслідки пошкоджень силових трансформаторів сільських споживчих підстанцій /Зб. наук. праць Переяслав-Хмельницького держ. пед. унів.ім. Григорія Сковороди. Вип. 31, 2017. с.618-622.

3. Кузьмин В.В., Кирилов І.Г., Малинин С.В. *Анализ средств компенсации реактивной мощности в электрических сетях Украины*. /Энергетика № 05 (99), 2012. С. 45-50.

4. Курашкін С.Ф., Попова І.О. Механізм пошкодження елементів конструкції силового трансформатора *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України* /Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.186. Харків: ХНТУСГ, 2017. С.62-63.

5. Плотников М.П. *Компенсация реактивной мощности в районных сетях. Молодой ученый, 2011. № 12 (35). Т.1 С.37-39.* URL: <https://moluch.ru/archive/35/3948/> (дата звернення: 18.10.2021).

Науковий керівник: Попова І.О., к.т.н., доцент кафедри ЕТЕМ, Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного