

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У РАЙОННИХ МЕРЕЖАХ

Щербатов С.В., Іванов М.В., Курчанов А.А.
*Таврійський державний агротехнологічний університет
 імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь*
 e-mail: irinapopova54@gmail.com
 Науковий керівник: к.т.н., доц. Попова І.О.

В останні роки підвищенню якості електроенергії приділяють достатньої уваги, оскільки якість електроенергії може істотно впливати на втрати електроенергії, надійність систем електропостачання, технологічний процес виробництва. Зростання виробництв і розвиток інфраструктури селищ за рахунок створення виробництв з переробки сільськогосподарської продукції, викликає збільшення числа і потужності електроспоживачів, що використовуються на виробництвах в основних і допоміжних циклах, тому збільшується електрична енергія, споживана через районні мережі. В залежності від виду обладнання, що використовується, навантаження ділиться на активне, індуктивне і ємнісне.

Найбільш часто споживач має діло із змішаним активно-індуктивним навантаженням (асинхронні двигуни, дроселі, в яких реактивна потужність витрачається на створення магнітного поля), тому з мережі споживається як активна, так і реактивна енергія [1, 2]. Споживачам реактивної потужності, що необхідна для створення магнітних полів, є як окремі ланки електропередачі (трансформатори, лінії, реактори), так і такі електроспоживачі, що перетворюють електроенергію в інший вид енергії, який за принципом своєї дії використовують магнітне поле (асинхронні двигуни, індукційні печі). До 80-85 % всієї реактивної потужності, пов'язаної з утворенням магнітних полів, споживають асинхронні двигуни і трансформатори.

Передача реактивної потужності на значні відстані від міста генерації до міст споживання істотно погіршує техніко-економічні показники систем електропостачання. 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 P – споживана активна потужність, Вт;

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].

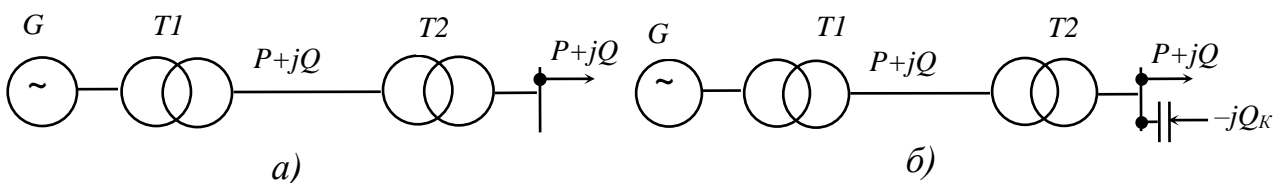


Рисунок 1 – Схема електропередачі потужності:
а) без компенсації; б) з компенсацією

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.

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, оскільки один пошкоджений конденсатор не може впливати на роботу батареї статичних конденсаторів; безпосередні в експлуатації; мають можливість використання як ступеневого, так і плавного регулювання

потужності конденсаторної батареї з метою попередження загрозливого підвищення напруги; є фільтрами вищих гармонік струмів. В той час, як синхронні компенсатори при своїй роботі з мережі споживають активну потужність (до 4 % від номінальної виробляємої 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 [4].

Системи компенсації бувають наступних видів: *одиночна* – там де потрібна компенсація потужних (більш 20 кВт) споживачів або споживана потужність постійна впродовж довгого часу; *групова* – у випадку компенсації індуктивних навантажень, підключених до одного розподільчого пристрою або розташованих рядом; *централізована* – для підприємств зі змінною потребою реактивної потужності. Вибір типу, потужності, міста установки і режиму роботи компенсуючих пристроїв повинен забезпечувати найбільшу економічність при дотриманні: допустимих режимів напруги в живлячій і розподільчій мережі; допустимих струмових навантажень елементів мережі; режимів роботи компенсуючих пристроїв; необхідного резерву реактивної потужності. Пристрої компенсації дозволяють зменшити втрати активної потужності в мережі, а споживачам електричної енергії дозволяють зменшити витрати реактивної потужності до 30-40 % і зменшити оплату за електроенергію.

Список літератури:

1. 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.
2. 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. Технічні науки. Вип.186. Харків: ХНТУСГ, 2017. С.62-63.
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. Красник В. В. Автоматические устройства по компенсации реактивной мощности в электросетях предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1983. 136 с.