

УДК 621.311.1

В.В. Гніліцький, к.т.н., доц.

О.А. Поліщук, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ УСТАНОВКАМИ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Розглянуто способи і засоби керування установками компенсації реактивної потужності (УКРП), а також вимоги, на основі яких сформульовано принципи керування УКРП. Запропоновано варіант структурної схеми керування УКРП.

Постановка проблеми. Загальні недоліки приладів і систем управління конденсаторними установками [1]:

- не забезпечується виконання вимог енергосистеми щодо споживання реактивної потужності з її мережі;
- не розв'язана задача мінімізації втрат в електричних мережах;
- відсутній контроль вхідної реактивної потужності на вводах підприємства та його важливих вузлах;
- не визначаються уставки вхідної реактивної потужності з урахуванням використання для компенсації синхронних двигунів;
- не враховується порушення умови оптимальності керування при зміні кількості включених у роботу конденсаторних установок.

Отже, у даний час не існують такі системи та способи керування, які повною мірою відповідають вимогам енергозбереження.

Аналіз літературних джерел та останніх досліджень. Головними причинами, що зумовлюють необхідність у керуванні УКРП, є такі [1]:

1) добові графіки реактивних навантажень у переважній більшості для вузлів електричних мереж та енергосистем є нерівномірними (тому зі зміною реактивних навантажень потрібно змінювати потужність компенсуючих установок, що дає можливість уникнути періодів перекомпенсації та збільшення втрат електроенергії);

2) необхідність у споживачів виконувати вимоги енергосистеми до споживання реактивної потужності з електромережі в характерні режими її споживання (зони пік, мінімальних навантажень і позапікові) з метою зменшення плати за реактивну потужність та енергію;

3) мінімізація втрат електроенергії при передаванні недокомпенсованої реактивної потужності в мережах енергосистеми (за допомогою спеціальних систем і пристроїв оптимального управління установками компенсації реактивної потужності);

4) доцільність використання споживачами установки компенсації реактивної потужності для максимально можливого зменшення втрат в електромережі в позапіковий період енергоспоживання.

На основі аналізу вимог енергосистеми щодо споживання реактивної енергії з її мережі, вказаних вище причин, вимог споживачів до компенсації реактивної потужності в їх мережах, діючих нормативних документів з компенсації реактивної потужності сформульовано принципи оптимального автоматичного керування установками компенсації реактивної потужності та технічними засобами, що створюються [1]:

- 1) виконання вимог енергосистеми до споживання реактивної потужності з її мережі;
- 2) мінімізація втрат електроенергії в мережах споживачів у всіх режимах добового електроспоживання;
- 3) забезпечення рівнів напруги в допустимих межах;
- 4) максимальне використання компенсуючих пристроїв у періоди, коли енергосистема не регламентує споживання реактивної потужності та енергії з її мережі (наприклад, у періоди позапікового електроспоживання);
- 5) забезпечення контролю вхідної реактивної потужності на вводах підприємства й окремих вузлах його мережі;
- 6) визначення та задання оптимальних значень уставок вхідної реактивної потужності на вводах підприємства та окремих вузлах його мережі для характерних добових режимів електроспоживання і забезпечення можливості їх автоматичного перемикання при зміні цих режимів;
- 7) індикація на інформаційному табло регулятора поточного значення вхідної реактивної потужності, поточного часу доби, проходження сигналу від датчиків до системи керування, наявності напруги джерела живлення;

8) забезпечення роботи в автоматичному, диспетчерському та місцевому режимах.

У таблиці 1 наведені відомі прилади і системи керування конденсаторними установками та їх класифікація [1].

Таблиця 1

Відомі прилади і системи керування конденсаторними установками та їх класифікація

Засіб керування	Принцип, параметр і модель керування	Характеристика системи керування
ВАКО [2]	По відхиленню, за струмом	Замкнута, зі зворотним зв'язком, локальної дії
АРКОН [2]	По відхиленню, за струмом	Замкнута, комбінована, зі зворотними головним і компенсаційним зв'язками, локальної дії
	По збуренню, за напругою	Розімкнена, локальної дії
Регулятори фірми VEB	По відхиленню, за струмом	Замкнута, зі зворотним зв'язком, локальної дії
На основі програмного електрогодинника	За часом доби	Розімкнена, централізованого управління
Регулятори фірми NOKIA	По відхиленню, за потужністю	Замкнута, зі зворотним зв'язком, локальної дії
Системи диспетчерського управління на основі ЦТ-5000, ИИСЭ – I, II, III, IV	По відхиленню, за потужністю	Централізованого управління (зворотний зв'язок через диспетчера)
Місцеві схеми управління	По відхиленню, за коефіцієнтом потужності	Замкнута, зі зворотним зв'язком, локальної дії, централізованого або локального управління
Регулятор Б-2201	По відхиленню і задавальній дії, за потужністю і струмом	Замкнута, комбінована, зі зворотними головним і компенсаційним зв'язками, локальної дії
Регулятор коефіцієнта потужності РКМ-1 [4]	По відхиленню, за коефіцієнтом потужності i -ої гармоніки	Замкнута, зі зворотним зв'язком, локальної дії
Регулятор коефіцієнта потужності РКП-12-2(600) [5]	По відхиленню, за коефіцієнтом потужності i -ої гармоніки	Замкнута, комбінована, зі зворотними головним і компенсаційним зв'язками, локальної дії

Мета роботи – розробити варіант структурної схеми приладів керування УКРП, які відповідають сучасним вимогам.

Викладення основного матеріалу. Системи керування УКРП, як і будь-які системи автоматичного керування, поділяються на розімкнуті, замкнуті та комбіновані [3].

Розглянемо структурні схеми основних існуючих систем керування УКРП (табл. 1).

1. За струмом, по відхиленню.

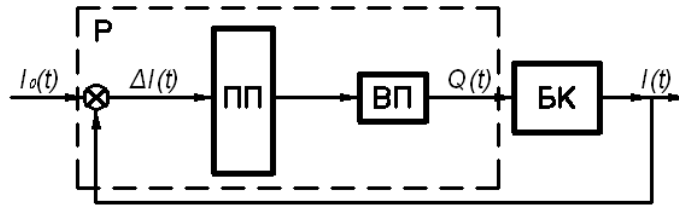


Рис. 1. Структурна схема замкнутої системи керування УКРП по відхиленню, за струмом

У даному випадку $I_0(t)$ – уставка за струмом (задавальна дія); $I(t)$ – фактичний струм (керована координата); $\Delta I(t)$ – відхилення струму від уставки; $Q(t)$ – керівна дія, що спрямована виконавчим пристроєм (ВП) регулятора (Р) на зміну реактивної потужності батареї конденсаторів (БК); ПП – перетворюючий пристрій. Для даної схеми зв'язок між вхідними та керуючими діями описується залежністю $Q(t) = f[\Delta I(t)]$.

У регуляторах типу АРКОН [1] використовується комбінована схема керування, яка описується рівнянням $Q(t) = f[\Delta I(t)]$, $U_0(t)$ (рис. 2).

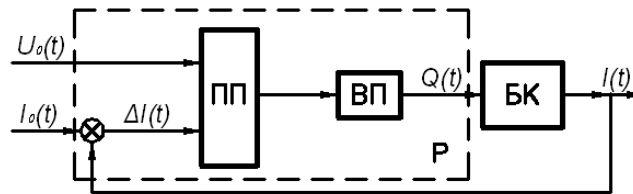


Рис. 2. Структурна схема комбінованої системи керування УКРП по відхиленню, за струмом

У даній схемі $U_0(t)$ – задавальна дія за напругою.
2. За напругою, по збуренню.

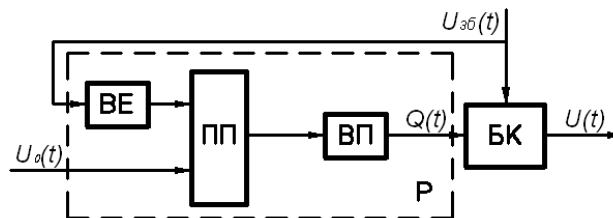


Рис. 3. Структурна схема розімкнутої системи керування УКРП по збуренню, за напругою

ВЕ – вимірювальний елемент. Збурюючою дією в такій ситуації є зростання навантажень електричної мережі, яке викликає відхилення контрольованої величини. Тут виконується співвідношення $Q(t) = f[U_0(t)]$, $U_{35}(t)$.

3. За реактивною потужністю, за коефіцієнтом потужності.

Керування за реактивною потужністю відбувається за замкнутою схемою за відхиленням аналогічно до замкнутої системи керування УКРП за струмом (рис. 1) [1].

Останні системи керування УКРП працюють за відхиленням коефіцієнта потужності (1-ша гармоніка) за комбінованою схемою управління [4, 5].

Отже, нові способи керування УКРП повинні ґрунтуватись на використанні принципу комбінованого керування – як по відхиленню (наприклад, коефіцієнта потужності i -ої гармоніки), так і по збуренню (перемикання установок залежно від зміни добового режиму електроспоживання) [1]. Варіант такої схеми керування запропоновано на рисунку 4.

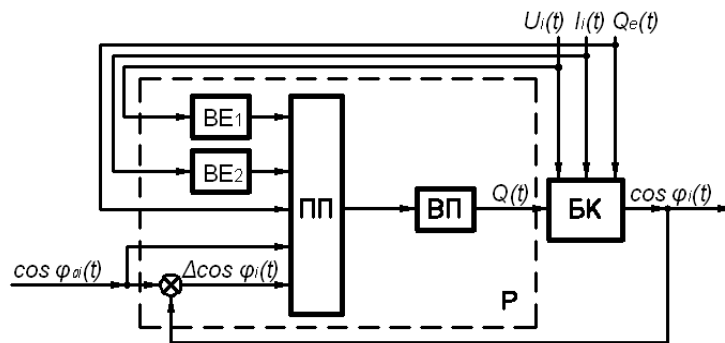


Рис. 4. Структурна схема комбінованої системи керування УКРП

На схемі (рис. 4) $Q_e(t)$ – залежність економічних значень вхідної реактивної потужності від зміни добового режиму електроспоживання [1]; $\cos \varphi_{oi}(t)$, $\Delta \cos \varphi_i(t)$, $\cos \varphi_i(t)$ – відповідно задавальна дія, відхилення від уставки та керована координата за коефіцієнтом потужності i -ої гармоніки; $U_i(t)$, $I_i(t)$ – варіювання значень напруги та струму i -ої гармоніки внаслідок зміни навантажень електромережі.

Висновки. Велика кількість методів керування УКРП свідчить про те, що важливе питання автоматизації управління даними установками остаточно не вирішено і заслуговує на увагу. Тому запропоновано комбіновану схему керування, що враховує позитивні властивості попередніх принципів керування УКРП.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Рогальський Б.С.* Компенсація реактивної потужності. Методи розрахунку, способи та технічні засоби управління / *Б.С. Рогальський*. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – Ч. 1. – 118 с.
2. *Баркан Я.Д.* Автоматическое управление режимом батарей конденсаторов / *Я.Д. Баркан*. – М. : Энергия, 1978. – 112 с.
3. *Самотокін Б.Б.* Курс лекцій з теорії автоматичного керування / *Б.Б. Самотокін*. – Житомир : ЖІТІ, 1997. – Ч. 1. – 301 с.
4. Регулятор коефіцієнта потужності РКМ-1 // *Промислова електроенергетика та електротехніка*. – 1998. – Вип. 4. – С. 47–48.
5. Регулятор коефіцієнта потужності РКП-12-2/600 // *Промислова електроенергетика та електротехніка*. – 1998. – Вип. 4. – С. 37.

ГНІЛЦЬКИЙ Віталій Васильович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизованого керування в технічних системах Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- цифрова обробка сигналів;
- інформаційні системи;
- мікропроцесорні пристрої в енергозбереженні.

Тел.: 8(0412)37–84–82.

E-mail: gnil@ztu.edu.ua

ПОЛЩУК Олександр Анатолійович – аспірант Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- мікропроцесорні пристрої в енергозбереженні.

Подано 06.04.2010

Гнілицький В.В., Поліщук О.А. Автоматизація керування установками компенсації реактивної потужності

Гнилицкий В.В., Полищук А.А. Автоматизация управления установками компенсации реактивной мощности.

Gnilitsky V.V., Polischyk O.A. Automation of management installation of compensation of reactive power.

УДК 621.311.1

Автоматизация управления установками компенсации реактивной мощности / В.В. Гнилицкий, А.А. Полищук

Рассмотрены способы и средства управления установками компенсации реактивной мощности (УКРМ), а также требования, на основании которых сформулированы принципы управления УКРМ. Предложен вариант структурной схемы управления УКРМ.

УДК 621.311.1

Automation of management installation of compensation of reactive power / V.V. Gnilitsky, O.A. Polischyk

The ways and control facilities of installations of compensation of reactive power (ICRP) are considered, and also the requirements, on the basis of which are formulated principles of management ICRP. The variant of the structured scheme of management ICRP is offered.