

ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ГРУПОВОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядаються питання оптимізації перетікань реактивної енергії розподільними електричними мережами за комплексним критерієм, що враховує витрати на експлуатацію джерел реактивної потужності, втрати та якість електроенергії.

Ключові слова: розподільні електричні мережі, втрати електроенергії; перетікання реактивної енергії; оптимізація, автоматичне керування; джерела реактивної потужності.

Abstract

The paper considers the issues of optimization of reactive energy flows by distribution electric networks on the basis of a complex criterion, which takes into account the expenses for the operation of sources of reactive power, losses and the quality of electric power.

Keywords: power distribution networks, power losses, reactive power flows, optimization, automatic control, reactive power sources.

Вступ

В сучасних розподільних електричних мережах (РЕМ), для забезпечення безперервного живлення споживачів, планування та реалізація заходів з підвищення ефективності функціонування мереж є складним завданням. Вирішення даної проблеми у сучасних умовах не можливе без застосування засобів автоматизації керування.

З аналізу заходів зі зменшення втрат електроенергії та підвищення її якості у розподільних електричних мережах (РЕМ) відомо, що одним з найбільш ефективних є встановлення додаткових джерел реактивної потужності (ДРП) та керування ними. Останні, зменшуючи струмові навантаження ЛЕП та силових трансформаторів, забезпечують зниження втрат електроенергії та підвищення якості напруги.

Виходячи з наведеного, розроблення заходів з компенсації реактивної потужності у сучасних умовах потребує вдосконалення існуючих та розроблення нових методів оптимізації й розрахункових алгоритмів, які б враховували не лише особливості передачі електроенергії розподільними мережами, а й експлуатаційні особливості сучасних ДРП. Підвищення рівня автоматизації розподільних мереж, розроблення відповідних автоматизованих систем, а отже, засобів ідентифікації законів керування локальними системами автоматичного керування ДРП є актуальними завданнями в Україні й світі.

Метою роботи є зменшення втрат електроенергії у розподільних електромережах шляхом вдосконалення методів та засобів автоматизації керування джерел реактивної потужності.

Результати дослідження

Сучасні умови та особливості експлуатації ДРП в електричних мережах України вимагають підвищення рівня автоматизації процесів, пов'язаних з перетіканням реактивної потужності. Для забезпечення ефективності функціонування розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням проаналізовано критерії та умови оптимальності роботи ДРП з урахуванням витрат на їх експлуатацію та якості електроенергії [1].

Зі зміною структури електроспоживання та розвитком розосередженого генерування зростає важливість вдосконалення засобів автоматичного керування режимами електричних мереж енергопостачальних компаній за реактивною потужністю та напругою. Крім того, через зростання складності задачі класичні методи оптимізації виявляються недостатньо ефективними за надійністю та швидкодією.

Враховуючи особливості організації інформаційного забезпечення у сучасних РЕМ, оцінювання поточного стану мереж та формування законів керування для окремих ДРП можливо здійснювати лише централізовано. Ефективним шляхом вирішення проблеми формування законів оптимального керування є застосування принципу найменшої дії [2]. Тобто автоматизація керування засобами КРП потребує застосування локальних систем автоматичного керування для безпосереднього керування ДРП, а також централізованого керування для формування й адаптації налагоджувальних параметрів САК.

Для комплексу просторово розподілених ДРП, що виконують функції оптимізації перетікань реактивної потужності в електричних мережах у реальному часі, необхідно забезпечувати узгоджене керування в умовах неповної або недосконалої поточної інформації щодо параметрів мереж та зовнішніх впливів. Для цього доцільно використовувати дворівневу адаптивну автоматизовану систему керування з еталонною моделлю та локальними САК.

Для підвищення ефективності адаптивного підходу функції керування перетіканнями реактивної потужності доцільно розділити на централізоване формування налагоджувальних параметрів САК за результатами імітаційного моделювання режимів ЕМ і локальну реалізацію цих налаштувань системами керування окремих ДРП за місцевими параметрами.

Рішення щодо введення до контуру централізованого керування блоку імітації режимів РЕМ $u_{im}(t)$ замість оперативного телевимірювання параметрів ДРП є економічно обґрунтованим не лише для розподільних мереж України, але й для мереж європейських країн. Останнє було показано на підставі техніко-економічного аналізу в [3].

Для зменшення витрат часу на визначення налагоджувальних параметрів локальних САК доцільно використовувати алгоритм ідентифікації періодів оновлення налагоджувальних параметрів САК за типовими графіками.

Працездатність та ефективність наведених у роботі алгоритмів показано на прикладах реальних підстанцій. Їх впровадження сприятиме 10/0.4 кВ Вінницьких міських електричних мереж. Впровадження автоматизованої компенсації реактивної потужності у таких мережах сприятиме обґрунтованому зменшенню втрат електроенергії на 2-5 %.

Висновки

Показано, що сучасні умови та особливості експлуатації ДРП в електричних мережах України вимагають підвищення рівня оптимізації автоматизації процесів, пов'язаних з перетіканням реактивної потужності. Для забезпечення ефективності функціонування розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням запропоновано критерії та сформовано умови оптимальності з урахуванням витрат на експлуатацію ДРП та якості електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулик В.В. Оптимальне керування потоками реактивної потужності в розподільних електромережах з розосередженим генеруванням / В.В. Кулик, І.В. Грицюк, Ю.В. Грицюк // Праці Інституту електродинаміки НАНУ. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. – 2013. – С. 151–158.
2. Принцип найменшої дії в електротехніці та електроенергетиці [П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, В. В. Нетребський, В. В. Тептя]: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014. – 212 с. – ISBN 978- 966-641-576-2.
3. Andreas T. Procopiou, And Luis F. Ochoa. “Voltage Control In PV-Rich LV Networks Without Remote Monitoring”, IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 32, No. 2, pp. 1224-1236, 2017.

Салецький Анатолій Вікторович — студент бакалаврської підготовки, кафедра електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Saletskyi Anatolii V. — Student of Bachelor's Degree, Chair of Power Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.