

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ ГАМІЛЬТОНА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено аналіз принципу Гамільтона для оптимізації складних систем. Проаналізовано математичне моделювання умов для оптимізації нормальних режимів електроенергетичної системи.

Ключові слова: принцип найменшої дії, математичні моделі, оптимізація системи.

Abstract

An analysis of Hamilton's principle for the optimization of complex systems was carried out. Mathematical modeling of conditions for optimization of normal modes of the electric power system is analyzed.

Keywords: the principle of least action, mathematical models, system optimization.

Вступ

Процеси в електродинамічних системах супроводжуються внутрішнім і зовнішнім розсіюванням енергії, переважно теплової. Крім зменшення коефіцієнта корисної дії це призводить до ускладнення конструкції установки. Проте доцільно враховувати загальні закономірності перетворення енергії. Один з підходів дослідження цієї проблеми може бути оснований на використанні принципу найменшої дії, або за міжнародним визначенням принцип Гамільтона (ПГ).

В електричних системах (ЕС) ПГ проявляється так, що у будь-який момент часу функціонування для поточної сукупності параметрів системи та її незалежних параметрів вона знаходиться в оптимальному стані з точки зору втрат електроенергії, але глибина даного оптимуму зумовлена мірою ідеальності самої системи. Сприяння природному стану ЕС щодо підвищення міри її ідеальності дозволяє, завдяки механізмам самооптимізації, забезпечувати зниження втрат електроенергії під час її функціонування.

Результати дослідження

Для розв'язування задачі найвигіднішого розподілу навантаження між електричними станціями (ЕСт) використовуються чисельні методи, як правило, градієнтні [1]. При цьому виникають проблеми збіжності обчислювального процесу, особливо, коли ЕСт в електросистемі різнотипні і кількість їх значна. В [2] показано, що задача оптимізації нормальних режимів ЕС може бути зведена до розрахунку економічного струморозподілу (за заступною R-схемою) з наступним введенням режиму в допустиму область. Як елемент електроенергетичної системи електрична станція в цьому обчислювальному процесі представляється економічним опором, який визначається за виразом:

$$R_{ei} = \frac{B_i(P_i)U_i^2 u_i}{P_i^2 c}, \quad (1)$$

де $B_i(P_i)$ – витратна характеристика i -ої станції; P_i – потужність i -ї станції; U_i – напруга на шинях i -ї станції; u_i – ціна тони умовного палива на i -ї станції; c – вартість 1 кВт·год втрат електроенергії.

За опорами R_{ei} розміщуються джерела струму і в ітераційному процесі обчислень досягається баланс потужностей в ЕС і виконання всіх обмежень на параметри режиму [3]. Недоліком такого розрахунку оптимального режиму ЕС з лінеаризацією є наявність додаткового циклу в процесі обчислень оптимальних параметрів режиму системи і навантаження ЕСт.

Метою даної роботи є розроблення методу комплексної оптимізації режимів ЕС з представленням навантаження джерел активної і реактивної електроенергії в процесі розрахунку потужностями. Метод може бути поширений і на комплексну оптимізацію ЕС за активною і реактивною потужностями. В цьому випадку в економічних опорах станцій враховуються втрати активної потужності в ЕС від потоків реактивної потужності, яка генерується як електростанціями, так і джерелами реактивної потужності.

Для врахування втрат на генерування реактивної потужності, на відповідну величину збільшується R_e станції. Втрати активної потужності в генераторах станції визначаються за формулою [4]:

$$\Delta P_G = \frac{Q}{Q_{ном}} D_1 + \frac{Q^2}{Q_{ном}^2} D_2, \quad (2)$$

де D_1 і D_2 – постійні коефіцієнти, які залежать від типу і потужності генератора.

Отримані ΔP_G додаються до потужності станції і, відповідно, збільшується R_e .

Якщо оптимізація режиму ЕС здійснюється з врахуванням втрат активної потужності в джерелах реактивної потужності (ДРП), то останні розраховуються за формулою:

$$\Delta P_{ДРП} = p_{num} Q, \quad (3)$$

де p_{num} – питомі втрати активної потужності в ДРП.

Для врахування цих втрат, при оптимізації режиму ЕС ДРП розміщується за економічним опором, значення якого визначається за формулою:

$$R_{e ДРП i} = \frac{p_{num} U_i^2}{Q_i}. \quad (4)$$

Висновки

Таким чином, під час оптимізації нормальних режимів ЕС враховуються втрати активної потужності на генерування реактивної потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Журахівський А.В. та ін. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: Навчальний посібник / Журахівський А.В., Засідкович Н.Р., Яцейко А.Я. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 230 с.
2. Лежнюк П. Д. Принцип найменшої дії в задачах оптимізації електроенергетичних систем / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, В. В. Нетребський // Технічна електродинаміка. – 2006. – №3. – С. 35–41.
3. Лежнюк П. Д. Застосування принципу найменшої дії для оптимізації режимів електроенергетичних систем / П. Д. Лежнюк, В. В. Нетребський // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник Національного Університету «Львівська політехніка». – 2009. – №637. – С. 44–50.
4. Дучков Є. В. Застосування принципу Гамільтона для оптимізації електроенергетичних систем [Електронний ресурс] / Є. В. Дучков, В. В. Нетребський // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. - Електрон. текст. дані. - 2016. - Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2016/paper/view/980>.

Галєя Ольга Станіславівна — студент групи ЕСМ-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Гармідер Анастасія Леонідівна — студент групи ЕСМ-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Кушер Ольга Валеріївна — студент групи ЕСМ-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Московчук Ірина Анатоліївна — студент групи ЕСМ-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Науковий керівник: **Нетребський Володимир Васильович** — кандидат технічних наук, доцент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: netrebskiy@ukr.net

Galyas O. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

Garmider A. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

Kusher O. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

Moscovchuk I. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine

Supervisor: Netrebskiy V. – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), docent, Vinnitsa National Technical University, docent of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: netrebskiy@ukr.net