

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається застосування чисельних методів для моделювання електромеханічних систем. Проаналізовано основні підходи до чисельного моделювання, зокрема метод скінченних елементів та метод кінцевих різниць. Представлено результати чисельного аналізу електромеханічних систем із різними режимами роботи. Особлива увага приділяється можливості використання програмного забезпечення MATLAB, Simulink та ANSYS для вирішення практичних задач.

Ключові слова: чисельне моделювання, електромеханічні системи, MATLAB, Simulink, метод скінченних елементів.

Abstract

The article examines the application of numerical methods for modeling electromechanical systems. The main approaches to numerical modeling, in particular, the finite element method and the finite difference method, are analyzed. The results of numerical analysis of electromechanical systems with different operating modes are presented. Special attention is paid to the possibility of using MATLAB, Simulink, and ANSYS software for solving practical problems.

Keywords: numerical modeling, electromechanical systems, MATLAB, Simulink, finite element method.

Вступ

Електромеханічні системи є невід'ємною частиною сучасної техніки, що широко використовуються в енергетиці, промисловості та транспорті. Моделювання їхніх процесів дозволяє ефективно досліджувати динамічні характеристики, оптимізувати режими роботи та прогнозувати можливі відмови. [1] Одним із найефективніших підходів до аналізу електромеханічних систем є чисельне моделювання, яке дає змогу отримати точні результати без необхідності проведення фізичних експериментів.

Методи чисельного моделювання

Метод скінченних елементів (МСЕ) широко застосовується для аналізу електромеханічних систем, оскільки дозволяє враховувати складні геометричні особливості та матеріальні властивості об'єктів. Використання ANSYS та COMSOL Multiphysics дає змогу будувати детальні тривимірні моделі електричних машин та оцінювати розподіл магнітного поля. [2] Крім того, МСЕ дозволяє розраховувати механічні навантаження, що впливають на конструктивні елементи електромеханічних систем, а також визначати температурні режими роботи обладнання.

Метод кінцевих різниць використовується для розрахунку перехідних процесів в електромеханічних системах, зокрема при моделюванні пускових режимів електродвигунів. MATLAB та Simulink забезпечують зручне середовище для створення математичних моделей та їхньої оптимізації. [3] Даний метод дозволяє розглядати електродинамічні явища з високою роздільною здатністю, що особливо корисно для аналізу короткочасних процесів, таких як комутація та імпульсні навантаження. [4]

Результати досліджень

У роботі проведено чисельний аналіз електромеханічної системи змінного струму з асинхронним двигуном. Модель, розроблена в середовищі Simulink, дозволила дослідити динаміку струмів, напруг та моменту двигуна при різних умовах навантаження. [5] Зокрема, було проведено порівняльний аналіз роботи двигуна при різних значеннях вхідної напруги та частоти, що дозволило оцінити вплив параметрів живлення на ефективність роботи системи.

Додатково було проведено моделювання електромеханічної системи в середовищі ANSYS, що дало змогу оцінити розподіл магнітного поля всередині двигуна та розрахувати електромагнітні втрати. Отримані результати підтвердили ефективність використання чисельних методів для точного прогнозування характеристик електромеханічних систем та оптимізації їхніх параметрів.

Висновки

Чисельне моделювання є ефективним інструментом для аналізу та оптимізації роботи електромеханічних систем. Використання програмних комплексів MATLAB, Simulink та ANSYS дозволяє досліджувати різні режими роботи та знаходити оптимальні параметри для підвищення енергоефективності систем. Розширення методів чисельного аналізу та впровадження новітніх алгоритмів моделювання сприятиме подальшому розвитку галузі та підвищенню надійності електромеханічних пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Джон К. Сакелларіс Finite Element Analysis of Electromechanical Systems. ISSN: 1991-8747
2. Трикіло А.І «Математичне моделювання в електроніці» для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 171 Електронік / - Кам'янське, : ДДТУ ,2023.- 26 с.
3. Prof. Dr. Hab. Ing. Stanisław Fundamental Numerical Methodsfor Electrical Engineering RosłonecInstitute of RadioelectronicsWarsaw University of Technology Nowowiejska 15/1900-665 Warszawa Poland
4. Мількевич Є. О., Максютя Д. В., Карлов В. Д. Основи теорії кіл. Аналіз лінійних та нелінійних кіл в перехідному та усталеному режимі: Навчальний посібник. – Харків: ХУПС, 2005, Ч. 2. – 268 с.
5. О.В. Гай, В.М. Бодунов Електромеханічні перехідні процеси в електричних системах : [Навчальний посібник] /– К. : ЦП «Компринт», 2020. – 315 с

Огороднік Ярослав Олександрович – студент групи ЕЕ-23Б, факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yaroslavogorodnik146@gmail.com

Пінаєв Богдан Олегович – Ph.D., старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Pinaev.bogdam@gmail.com

Ogorodnik Yaroslav Oleksandrovych – student of group EE-23B, Faculty of Electric Power, Electrical Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaroslavogorodnik146@gmail.com

Pinaev Bohdan Olegovich – Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Pinaev.bogdam@gmail.com