

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра комп'ютерних наук

Кваліфікаційна робота бакалавра

**з теми: «Моделювання електромеханічної системи, що містить
синхронний електродвигун з кігтєподібними полюсами»**

Виконав: здобувач вищої освіти групи
KNms1-B21 спеціальності 122 Комп'ютерні
науки **Ковальський Микола Михайлович**

Керівник: Федорчук Володимир
Анатолійович, професор кафедри
комп'ютерних наук, доктор технічних наук,
професор

Рецензент: Оптасюк Сергій Васильович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
завідувач кафедри фізики

Кам'янець-Подільський 2024

Зміст

Вступ.....	3
Розділ 1 Теоретичні відомості математичного опису синхронних електродвигунів.....	5
1.1. Основні принципи роботи синхронного електродвигуна	5
1.2. Синхронний електродвигун з кігтеподібними полюсами	9
1.3. Математична модель синхронного двигуна з кігтеподібними полюсами	9
РОЗДІЛ 2 Методологія дослідження динаміки роботи синхронного електродвигуна.....	15
2.1. Порівняльна характеристика програмного забезпечення для моделювання.....	15
2.2. Моделювання схеми синхронного двигуна з кігтеподібними полюсами в Scilab/xcos	18
Висновки.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32

Вступ

У сучасному дослідженні електромеханічних систем особливу увагу привертає процес моделювання динамічних систем, який є ключовим для розуміння та оптимізації їх роботи. **Об'єктом дослідження** є саме цей процес, що включає в себе комплексний аналіз, розробку та валідацію моделей, які описують поведінку електромеханічних систем у різних режимах експлуатації. Це дозволяє не лише передбачити їхню реакцію на різноманітні зовнішні впливи, але й вдосконалювати їх конструкцію та керування для досягнення максимальної ефективності та надійності [1, 2].

Предметом дослідження є модель електродвигуна з кігтеподібними полюсами, що представляє собою специфічний тип синхронних машин. Такі двигуни відзначаються високою ефективністю, компактністю та здатністю забезпечувати високий крутний момент, що робить їх надзвичайно перспективними для широкого спектру застосувань, включаючи промислові процеси, транспортні засоби, альтернативні джерела енергії та інші сфери. Кігтеподібні полюси забезпечують поліпшене магнітне поле, що сприяє більш ефективному перетворенню енергії та зменшенню втрат, що, в свою чергу, підвищує загальну продуктивність системи.

Мета даної бакалаврської роботи полягає в моделюванні електромеханічної системи, що включає в себе синхронний електродвигун із кігтеподібними полюсами. Основна увага буде приділена вивченню особливостей роботи цих систем, їх математичному опису та аналізу динаміки.

Актуальність теми визначається розширенням можливостей застосування таких електродвигунів у сучасних промислових та побутових системах, а також потенціалом підвищення ефективності та надійності їх роботи.

У роботі буде проведений огляд теоретичних аспектів роботи синхронних електродвигунів, зосереджено увагу на моделях з кігтеподібними полюсами та їх

властивостях. Далі буде розглянута методологія дослідження, вибір програмних засобів та параметрів моделі. Основний акцент роботи буде зроблено на математичному моделюванні, розв'язанні відповідних рівнянь та аналізі отриманих результатів. Робота буде завершена висновками та рекомендаціями щодо можливого використання отриманих результатів у практиці та напрямками подальших досліджень у цій галузі.

Цей дослідницький проект не лише сприятиме розумінню принципів функціонування електромеханічних систем з синхронними електродвигунами з кігтеподібними полюсами, але і матиме вагоме значення для інженерного та технічного розвитку, оскільки він розглядає технологічні вирішення, які можуть бути ефективно використані в різних сферах промисловості та побутової техніки.

Таким чином, дана бакалаврська робота покликана внести свій внесок у науковий та технічний прогрес, допомагаючи розширити розуміння принципів функціонування електромеханічних систем та надати конкретні рекомендації для їх практичного застосування.

Висновки

У процесі виконання бакалаврської роботи було проведено детальне моделювання електромеханічної системи, що містить синхронний електродвигун з кігтеподібними полюсами.

У розділі, присвяченому програмному забезпеченню для моделювання, було використано Scilab/xcos для побудови системи електродвигуна. Scilab/xcos є корисним інструментом для симуляції різних систем, що дозволяє економити час та кошти під час розробки нових продуктів. Отримані результати симуляції дозволяють висунути практичні рекомендації щодо налаштування системи для досягнення бажаних характеристик.

Моделювання показало, що електродвигуни з кігтеподібними полюсами забезпечують високу ефективність перетворення енергії, що є критично важливим для застосувань, де необхідна максимальна продуктивність при мінімальних енергетичних втратах. Також дослідження показали, що кігтеподібні полюси сприяють кращому магнітному взаємозв'язку між статором і ротором, що покращує динамічні характеристики двигуна, зокрема, його здатність до швидкого реагування на зміни навантаження.

Завдяки симулюванню електродвигуна можна бачити його роботу при різних навантаженнях та параметрах, що дозволяє експериментувати та розробляти оптимальні рішення.

Результати досліджень підтверджують, що використання безконтактних синхронних електродвигунів з зовнішніми магнітопроводами та роторами з кігтеподібними полюсами у електроприводах верстатів-гойдалок ГНУ є доцільним.

У результаті виконання бакалаврської роботи отримано глибше розуміння автоматизованих електроприводів та їхнього впливу на сучасну промисловість, що може бути корисним для подальших досліджень у галузі автоматизації та керування системами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
2. Васильєв Б.Г. Електропривід. Енергетика електроприводу: Підручник: Солон-прес, 2015. - 268 с.
3. Гетьман К.Р. Використання gnu octave в освітньому процесі URL:
[https://informatika.udpu.edu.ua/?page_id=7590#:~:text=%20Використання %20GNU%20Octave%20в%20освітньому,засобів%20для%20досягнення%20поставлених%20задач](https://informatika.udpu.edu.ua/?page_id=7590#:~:text=%20Використання%20GNU%20Octave%20в%20освітньому,засобів%20для%20досягнення%20поставлених%20задач).
4. Документація MATLAB: URL:
https://uk.mathworks.com/help/?s_tid=mlh_sn_help.
5. Дубовой В.М., Юхимчук М.С. Навчальний посібник «Імітаційне моделювання в системі scilab/xcos». URL:
https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/10dubovyj_imitacijne_modelyuvannya_v_systemi_Scilab-Xcos/txt/d&yu_rozdil1.html.
6. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2020. – Вип. 1/2020 (49). – 74 с.
 URL:
<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/34935/94424.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
7. Зенович О.Є., Ключніков І.М., Єлісєєв Є.С., Степанко О.С. Нелінійна Simulink-модель синхронного генератора як об'єкта регулювання напруги // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, Харків: ХНУПС, 2020, 3(65) С. 106-112.
8. Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. Електропривод виробничих машин і механізмів. Навчальний посібник з виконання курсової роботи. – Вінниця: ВНАУ, 2016. – с.

9. Михайленко В.В., Маков Д.К., О.М. Скринник О.М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Електротехніка та електроніка» для студентів всіх форм навчання. / Уклад.: В.В. Михайленко, Д.К. Маков, О.М. Скринник, Ю.М. Чуняк, Д.К. Зіменков, О.В. Петрученко – К.: НТУУ ”КПІ ім. Ігоря Сікорського” 2017. – 61 с.
10. Моделювання та оптимізація систем : підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 798 с.
11. Навчальний посібник з дисципліни "Електротехніка та електропостачання" для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології». – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 177 с. URL:
https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/6386/1Посібник_електр_Єрмілова.pdf.
12. Науково-практичний журнал «Електротехніка і електромеханіка» 2024/3.
URL: <http://eie.khpi.edu.ua/issue/view/16867/10773>
13. Паначевний Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка: Підручник. – К.: Каравела, 2018. – 296 с.
14. Яні. А.В. Регульований Синхронний електродвигун: навчальний посібник: Лань, 2016. - 464 с.