

УДК 621.313.8

№ держреєстрації 0120U002006

Инв. №

Національна академія наук України
Інститут електродинаміки
(ІЕД НАН України)
03680, м. Київ, проспект Берестейський, 56
тел. (044) 366-26-25; (044) 366-24-01



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ІЕД НАН України
академік НАН України

Олександр КИРИЛЕНКО

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ І РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ З ПОСТІЙНИМИ
МАГНІТАМИ ТА МАГНІТНИМИ РЕДУКТОРАМИ

(ШИФР: «МАГРЕД»)

(остаточний)

Керівник НДР

зав. відділом № 6

д-р техн. наук, проф.

Леонід МАЗУРЕНКО

2024

Рукопис закінчено 7 листопада 2024 р.

Результати роботи розглянуті Вченою Радою ІЕД НАН України,
протокол від 26.12.2024 р. № 15

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 460 с., 286 рис., 74 табл., 151 джерела.

ЕЛЕКТРИЧНА МАШИНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ МОМЕНТ, ПОСТІЙНІ МАГНІТИ, ІНДУКЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ, МАГНІТНА СИСТЕМА, МАГНІТНИЙ РЕДУКТОР, ПОСТІЙНИЙ МАГНІТ.

Об'єкт дослідження – електромеханотронні перетворювачі енергії з постійними магнітами.

Мета роботи – розробка науково-технічних засад, математичних моделей і алгоритмів керування та комплексне дослідження процесів електромеханічних перетворювачів енергії (ЕМПЕ) з постійними магнітами та магнітними редукторами з покращеними енергетичними характеристиками для застосування в енергетиці, на транспорті, в техніці спеціального призначення

Метод дослідження включає розрахунково-експериментальні підходи із застосуванням комп'ютерного моделювання, який базується на чисельному розв'язанні задач розрахунку магнітного поля за допомогою методу скінченних елементів у двовимірній та тривимірній постановці. Експериментальні дослідження проводяться на дослідних зразках, що дозволяє перевірити та валідувати результати комп'ютерного моделювання.

Проведено комплексні чисельні дослідження електромеханічних перетворювачів енергії з постійними магнітами різноманітних топологій. Розроблено параметричні комп'ютерні моделі для аналізу та синтезу електромеханічних перетворювачів енергії з постійними магнітами. Створено програмні засоби, що дозволяють оптимізувати конструкцію перетворювачів за заданими критеріями (наприклад, максимальний крутний момент, високий ККД, малі габарити). Створено дослідні зразки електричних машин та магнітних редукторів з постійними магнітами, виявлені підходи до проектування керованих

електричних машин.

Однак ефективне проектування складних електромеханічних перетворювачів енергії вимагає проведення глибоких фундаментальних досліджень у напрямку розробки адекватних спеціалізованих комп'ютерних моделей, як двовимірних, так і тривимірних. Це пов'язано з тим, що для точного моделювання роботи таких пристроїв необхідно враховувати численні фізичні та технологічні аспекти, що значною мірою визначають їх функціональні характеристики та ефективність. Одним із найважливіших аспектів при створенні комп'ютерних моделей є необхідність точного відтворення істотно нелінійних характеристик матеріалів, що використовуються в конструкціях перетворювачів енергії. Зокрема, це стосується як електротехнічної сталі, що часто застосовується в якості сердечників для магнітних ланок, так і постійних магнітів, які є основними елементами у багатьох типах електричних машин.

Окрім того, для забезпечення високої точності та достовірності результатів необхідно враховувати взаємодію між електромагнітними та тепловими процесами, що відбуваються в електромеханічних перетворювачах енергії. Магнітні поля, створювані в процесі роботи перетворювачів, генерують теплові потоки, що, в свою чергу, впливають на температуру матеріалів і змінюють їх властивості, зокрема, підвищуючи втрати на опір або змінюючи магнітні характеристики. Ця взаємодія є складною і вимагає одночасного розв'язання кількох фізичних задач, що охоплюють як електромагнітні, так і теплові процеси, що взаємодіють і взаємно впливають на ефективність роботи перетворювача енергії.

Завдяки використанню спеціалізованих чисельних методів, таких як методи скінчених елементів для розв'язання електромагнітних та теплових задач, а також алгоритмів для оптимізації роботи систем, можна досягнути суттєвого підвищення ефективності електромеханічних перетворювачів енергії. У перспективі це дозволить не лише поліпшити характеристики існуючих пристроїв, але й створювати нові, більш ефективні і надійні системи для

різноманітних застосувань у промисловості, транспорті та інших галузях техніки.