Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005307

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 24-09-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ісаєв Євген Вікторович

2. Yevhen Isaiev

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 141

Назва наукової спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Дата захисту: 15-09-2026

Спеціальність за освітою: Електропобутова техніка

Місце роботи здобувача: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16593

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 45.29.33

Тема дисертації:

1. Втрати в безпазових магнітоелектричних машинах
2. Losses in Slotless Magnetoelectric Machines

Реферат/анотація:

1. АНОТАЦІЯ Ісаєв Є.В. Втрати в безпазових магнітоелектричних машинах – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Інститут електродинаміки, НАН України, Київ, 2026. В дисертаційній роботі розв'язано актуальні наукові та практичні задачі з проблеми розробки та проектування безпазових магнітоелектричних двигунів з масивним ярмом статора а також таких двигунів з двома обертовими ярмами, що використовуються у електроприводі спеціального призначення. Причинами поширення магнітоелктричних машин є винайдення магнітотвердих матеріалів на основі неодиму, а також розвиток силової електроніки. Висока коерцитивна сила неодимових магнітів в свою чергу зробила можливим створення ефективною безпазову конструкцію магнітоелектричної машини. Хоча машина такої конструкції за енергетичними показниками поступається традиційній машині з зубчастим магнітопроводом,

вона має корисні якості – набагато нижчу амплітуду пульсації обертового моменту, кращу лінійність характеристик та простоту конструкції. У зв'язку з сучасним станом, з'явилась потреба у здешевленні виробництва електричних двигунів та прискоренні процесу підготовки виробництва завдяки зі спрощенням конструкції. Таке спрощення можливе для моментних двигунів, робочий режим яких обмежується низькою швидкістю обертання ротора. В таких 3 двигунах можливо виготовити осердя статора масивним, що набагато прискорює процес підготовки виробництва. Це викликає необхідність обчислення втрат від вихрових струмів та їх впливу на обертовий момент. Разом з аналізом впливу масивного ярма статора на обертовий момент є завдання оцінювати втрати від вихрових струмів в магнітах і тепловий стан магнітів, який є критичним показником. Іншим заходом, що дозволяє створювати не тільки моментні двигуни, а й високообертові машини є виконання безпазової машини з двома обертовими масивними ярмами. Якщо в у випадку з масивним ярмом статора ключовим моментом є втрати в ньому, то у випадку з двома обертовими ярмами на перший план виходять втрати в обмотці та магнітах. Тому дослідження дисертаційної роботи спрямовано на дослідження втрат в безпазових магнітоелектричних моментних двигунах і їх впливу на обертовий момент та тепловий стан магнітів а також обмоток в умовах інтенсивного режиму роботи.Проведений в першому розділі аналіз магнітоелектричних двигунів радіальної та аксіальної конструкцій показав, що будь-яка з них може бути виконана безпазовою і, в тому числі, з масивним магнітопроводом статора за умов роботи в режимі моментного двигуна. Проведено також попередній аналіз впливу величини повітряного проміжку безпазової магнітоелектричної машини на основний магнітний потік. В другому розділі перелічено математичні моделі, які потрібно використати для моделювання електромагнітного поля в рухомому електропровідному середовищі, на основі яких слід обчислювати електромагнітний момент та втрати в магнітопроводах і відмічено, що магнітопровід є нелінійним середовищем, а постійний магніт можна моделювати, як лінійне середовище. Розглянуто також математичні моделі теплопередачі в твердому гомогенізованому середовищі, яким можна моделювати багатовиткову обмотку. Проаналізовано відомі моделі гомогенізації та обрано найбільш адекватні. Нарешті, розглянуто модель теплообміну нагрітих елементів конструкції з рухомим охолоджуючим повітрям. Зроблено висновок про те що всі потрібні моделі можуть бути реалізовані в середовищі програмного комплексу «COMSOL Multiphysics». При цьому приділено значну увагу задаванню та апроксимації даних характеристики намагнічування сталі магнітопроводу з метою отримання бажаної точності та надійної збіжності алгоритму розрахунку магнітного поля в нелінійному середовищі. Для реалізації тривимірної моделі побудовано складну нерівномірну сітку, що забезпечувала адекватне відображення поверхневого ефекту у сталевому ярмі статора і забезпечувало збіжність ітераційного процесу. Також було наголошено на необхідності апроксимації характеристики намагнічування сталі і підібрано апроксимаційну функцію, що забезпечує точність апроксимації характеристики намагнічування при значеннях магнітної індукції 1,5 … 2 Тл не більше 1,5 … 1,8%. Результати роботи дозволили отримати нові знання про показники такі нові конструкції магнітоелектричних двигунів, як моментні двигуни з масивним осердям статора та двигун з обома обертовими ярмами. Більшість результатів, отриманих у роботі наведено в відносних одиницях, що дає змогу оцінювати показники магнітоелектричних машин близьких за типорозмірами в тому числі за допомогою розроблених наближеною методикою розрахунку обертового моменту та оціночними співвідношеннями. Ключові слова: магнітоелектричний безпазовий двигун, постійні магніти, вихрові струми, гістерезис, втрати, обертовий момент, пульсації моменту, масивне ярмо.

2. Isaiev Ye.V. Losses in Slotless Magnetoelectric Machines — a qualifying scientific work submitted as a manuscript. A dissertation submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty 141 "Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". — Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2026. The dissertation addresses relevant scientific and practical problems related to the development and design of slotless magnetoelectric machines with a solid stator yoke, as well as such machines with two rotating yokes used in special-purpose electric drives. The widespread adoption of magnetoelectric machines is due to the invention of hard magnetic materials based on neodymium, as well as the development of power electronics. The high coactivity of neodymium magnets has, in

turn, made it possible to create an efficient slotless design of magnetoelectric machines. Although such machines are inferior in energy performance to conventional machines with a slotted stator, they possess important advantages, namely significantly lower torque ripple, better linearity of characteristics, and structural simplicity. Given current trends, there is a need to reduce the cost of electric motor manufacturing and to accelerate production preparation through simplification of the design. Such simplification is feasible for torque motors operating at low rotational speeds. In such machines, the stator core may be manufactured as a solid body, which considerably accelerates production preparation. This necessitates the calculation of eddy-current 9 losses and their effect on torque. Along with analysing the influence of a solid stator yoke on torque, it is also necessary to evaluate eddy-current losses in the magnets and the thermal state of the magnets, which is a critical factor. Another approach enabling not only torque motors but also high-speed machines is the implementation of a slotless machine with two rotating solid yokes. While in the case of a solid stator yoke the dominant issue is the loss within it, in machines with two rotating yokes the primary concern shifts to losses in the windings and magnets. Therefore, this dissertation focuses on investigating losses in slotless magnetoelectric machines and their impact on torque, as well as on the thermal state of magnets and windings under intensive operating conditions. The analysis of radial and axial magnetoelectric motors carried out in Chapter 1 has shown that either configuration can be implemented in a slotless form, including with a solid stator core, under torque-motor operating conditions. A preliminary analysis of the effect of the air-gap length on the main magnetic flux in slotless magnetoelectric machines was also performed. Chapter 2 presents the mathematical models required for simulating the electromagnetic field in a moving electrically conductive medium, which are used to compute electromagnetic torque and losses in magnetic cores. It is noted that the magnetic core is a nonlinear medium, whereas the permanent magnet may be modelled as a linear medium. Heat transfer models in a solid homogenised medium, suitable for modelling multiturn windings, are also considered. Known homogenisation models are analysed and the most appropriate ones are selected. Finally, the model of heat exchange between heated structural components and a moving cooling airflow is discussed. The first investigated machine is an axial-flux torque motor with a solid stator yoke. In accordance with the concept of reducing eddy-current losses, the introduction of concentric slots in the yoke is considered. Accurate magnetic field calculation for axial machines requires a full three-dimensional model, which significantly complicates the problem and leads to poor convergence. Therefore, a two-dimensional approach was developed, enabling an approximate method for estimating eddy-current losses in a slotted solid yoke. Experimental validation of the proposed methods was carried out using a calibrated machine. A key issue in torque calculation was the selection of a method for estimating hysteresis losses, which are computed using approximate formulas based on magnetic flux density. The Steinmetz equation was used as a first approximation and provided torque values with an accuracy within 2%, provided that the magnetic properties of the steel were carefully determined. The results of the work provide new insights into the performance of novel magnetoelectric machine designs, including torque motors with a solid stator core and machines with two rotating yokes. Most results are presented in per-unit form, enabling evaluation of machines with similar frame sizes, including through the developed approximate torque calculation method and derived scaling relationships.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Новий напрямок у науці і техніці

Публікації:

- Ісаєв Є. В., Пєтухов І. С. Обертальний момент безпазового моментного двигуна з постійними магнітами та масивним магнітопроводом статора. Технічна електродинаміка. 2024. Вип. 2024, No 5. С. 36–41.
- Петухов І. С., Кіреєв В. Г., Акінін К. П., Ісаєв Є. В. Дослідження втрат та обертального моменту безпазового магнітоелектричного двигуна з масивним осердям статора. Технічна електродинаміка. 2025. No 4. С. 74–79.
- Petukhov I. S., Isaiev Ye. V. Torque and magnet heating in a surface-mounted pm motor: comparison between slotted and slotless stator design. Tekhnichna elektro- dinamika. 2026. No 1. С. 32–38.
- Petukhov I. S., Kireyev V. G., Akinin K. P., Isaiev Ye. V. Torque of a slotless ax- ial-flux permanent magnet torque motor with solid slitted stator yoke. Tekhnichna el- ektrodinamika. 2025. No 3. С. 31–36.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пєтухов Ігор Сергійович

2. Ihor S. Pietukhov

Кваліфікація: д. т. н., 05.09.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1416-1174

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дунєв Олексій Олександрович

2. Oleksii Duniev

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.09.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8196-7077

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Васьковський Юрій Миколайович

2. Yurii M. Vaskovskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.09.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1262-0939

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Олександр Миколайович

2. Oleksandr M. Popovych

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 05.09.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9238-5782

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гребеніков Віктор Володимирович
2. Viktor V. Hrebenikov

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 05.09.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1114-1218

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мазуренко Леонід Іванович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мазуренко Леонід Іванович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Isaiev Yevhen Victorovish
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна