

## МОДЕЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В ANSYS RMXprt

Герасименко В. А., к.т.н., e-mail: [vitaliy.gerasimenko@kname.edu.ua](mailto:vitaliy.gerasimenko@kname.edu.ua)

Шпіка М. І., к.т.н., e-mail: [mykola.shpika@kname.edu.ua](mailto:mykola.shpika@kname.edu.ua)

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

**Актуальність досліджень.** Тягові електродвигуни постійного струму мають широке застосування у всіх галузях міського господарства. Їх почали застосовувати у промисловості близько сотні років тому, з появою перших методик розрахунку. При моделюванні електродвигуна постійного струму важливо розглядати його комплексно разом із системою електроприводу. Застосування Ansys Maxwell дозволяє швидко та автоматично побудувати типову геометрію машини, використовуючи RMXprt. При вирішенні типових конструкцій можливе використання 3D моделювання з покроковими елементами. Аналіз отриманих графічних залежностей електроенергетичних параметрів дозволяє судити про ефективність роботи електродвигуна та його експлуатаційні властивості в режимах холостого ходу та під навантаженням. Результати проведеного моделювання показують відмінну збіжність із даними, отриманими експериментально.

Актуальність роботи полягає в дослідженні та обґрунтуванні застосування коректнішого підходу до моделювання двигуна постійного струму послідовного збудження при використанні програмного комплексу Ansys, зокрема поєднанню Ansys RMXprt/Maxwell/Simplorer.

**Метою** даної роботи є удосконалення підходу до моделювання тягового двигуна постійного струму.

**Основні матеріали досліджень.** Моделювання двигуна постійного струму описане в багатьох джерелах і не представляє певних труднощів. Однак електрична машина не може існувати окремо від виконавчих механізмів, тому доцільно розглядати її моделювання як комплексне завдання електромеханіки – моделювання разом із системою електроприводу. Незважаючи на те, що імітаційні моделі не представляють наукової новизни та реалізовані як у прикладних програмах, так і у вигляді блоків різного ступеня складності в програмах SciLab, Matlab / Simulink обчислення, проте, вони виконуються за математичними моделями, що мають деякий ступінь спрощення.

Відомі роботи щодо отримання параметрів і характеристик електричних машин у загальному різноманітті та постійного струму, зокрема дозволяють уникнути спрощень, що присутні у математичних моделях, заснованих на рівняннях і працювати безпосередньо з компонентами електромагнітного поля. У 2D постановці розподіл електромагнітного поля з векторами магнітної індукції, векторного магнітного потенціалу та магнітної напруженості дають повне уявлення про стан електричної машини. Між тим, якість моделей та їх адекватність найчастіше визначаються кваліфікацією дослідника, а вилучення параметрів машини з компонентів електромагнітного поля стає завданням, здатним привнести ще більше помилок і некоректних результатів.

Інший підхід до моделювання пропонує програмний комплекс Ansys, в якому можна формувати розрахункові моделі машин на перевірених блоках з гарантованою розробниками якістю.

Покращити підхід до моделювання тягового двигуна постійного струму можна за допомогою взаємодії Ansys RMXprt/Maxwell/Simplorer.

Спочатку в Ansys RMXprt на основі шаблону формується скрипт параметрів двигуна, а далі автоматично генерується 2D або 3D модель у просторі Ansys Maxwell.

Завдяки автоматичній конфігурації вирішувача електромагнітного поля задаються матеріали об'єкта моделювання, граничні та крайові умови, формується система збудження, накладається адаптивна сітка для методу кінцевих елементів, створюються шаблони готових

звітів. Крім того, є можливість отримати ще більше параметрів машини, крім генерованих автоматично, використовуючи калькулятор поля.

Наступним етапом є експорт об'єкта Maxwell з повною картиною електромагнітного поля для подальшого моделювання динамічних режимів у Ansys Simplorer.

Після завдання вихідних даних програмою автоматично збудовано ескіз двигуна (рис. 1).

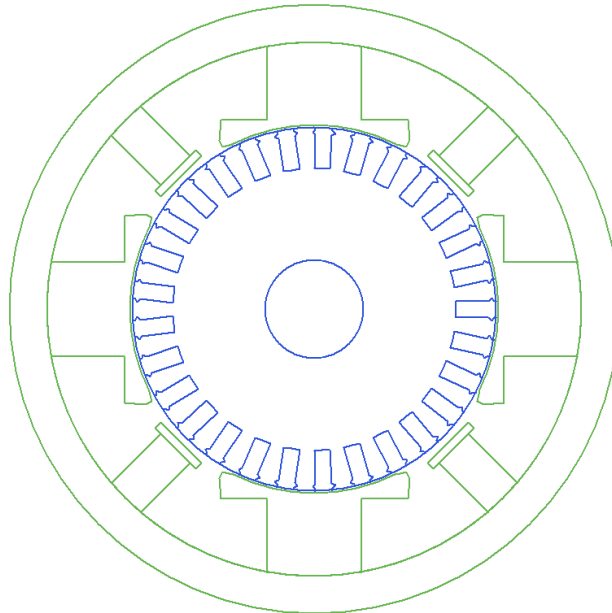


Рисунок 1 – Ескіз поперечного перерізу двигуна в RMxprt

Проектування та моделювання характеристик електричної машини, наприкладі тягового двигуна постійного струму, полягає у коректному заповненні категорій шаблону, що надається Ansys RMxprt. У роботі розглядається, як правильно задавати параметри машини, формувати криві намагнічування сталі, визначати електромагнітні навантаження, враховувати особливості відповідності реальної машини та її віртуального прототипу.

У разі успішного виконання вимог проекту до заданих параметрів і обмежень, що накладаються, виконується розрахунок параметрів машини, результати якого показують відмінну збіжність з даними, отриманими експериментально.

**Висновки.** Аналіз отриманих графічних залежностей електроенергетичних параметрів дозволяє судити про ефективність роботи двигуна та його експлуатаційні властивості в режимах холостого ходу та під навантаженням.

Подальші дослідження авторів будуть спрямовані на моделювання електромагнітних перехідних процесів тягового двигуна в Ansys Maxwell 2D/3D, а також в Ansys TwinBuilder (Simplorer).

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kutarev A. M. Designing DC motors of parallel excitation: textbook / A. M. Kutarev – Orenburg: GOU OGU, 2006. 159 p.
2. Bambang K., Soebagio M., Hery P. Design and Development of Small Electric Vehicle Using MATLAB/SIMULINK. Institute of Technology, Indonesia; 2011.
3. Shavelkin A. A. Modeling of a traction electric drive with series DC motors / A. A. Shavelkin, I. A. Kostenko, V. A. Herasymenko, A. N. Movchan // Scientific and European Journal of Advanced Technologies. 2016. VIP. 1(2). pp. 42–48.
4. Bitar Z., Khamis I., Jabi S. Modelling and Simulation of Series DC Motors in Electric Car. Energy Procedia, science direct, 2014.
5. Morozov E., Kaplun A., Shamraeva M. ANSYS in the hands of an engineer. Practical guide. Lenand Publishing House, 2016, 272 p.