

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКИ РОЗРАХУНКІВ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мілих В.І., Гончаров М.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Двигуни постійного струму продовжують вдосконалюватись. Зважаючи на багатогранність розрахунків, розроблено програмне забезпечення для їх автоматизованого проєктування, що має прискорити та полегшити його процес.

Застосовано кросплатформену скриптову мову Lua, яка надає можливість реалізації програмних сутностей за мінімумом синтаксичних засобів. Мова інтегрована у програму FEMM, що дозволяє перевірити результати проєктування за допомогою розрахунків магнітних полів методом скінчених елементів. Програмне забезпечення проєктування виконано на основі класичної методики і охоплює електромагнітний, тепловий та вентиляційний розрахункові розділи.

Для використання табличної та графічної інформації вона перетворена у довідникової цифровий файл. За допомогою сформованих апроксимуючих функцій програма сама визначає довідникові дані у числовій формі у відповідних частинах коду. В деяких складних випадках, де вибір залежить від користувача, запланований діалоговий режим між ним і програмою. Комунікація зі скриптом відбувається через файл вихідних даних та діалогові вікна. Увагу приділено магніторушійним силам (MPC) обмоток, що є ключовими етапами розрахунків. Запропонована і реалізована математична модель для обчислення магнітної індукції в сильно насичених зубцях осердя якоря. Вона базується на ітераційному розрахунку розподілу магнітного потоку між зубцями і пазами цього осердя. По досягненню заданої точності розрахунок завершується, проте для запобігання розходження ітераційного процесу застосовано метод нижньої релаксації. Також графічні розрахунки MPC при навантаженні замінено чисельним інтегруванням за перехідною характеристикою двигуна.

Для тестування створеного програмного забезпечення автоматизованого проєктування обрано двигун постійного струму серії 4П заводу «Електромашина» з такими параметрами: потужність 80 кВт, напруга 440 В, частота обертання 1500/2600 об/хв, напруга незалежного збудження 220 В. Саме цього мінімуму даних достатньо для виконання повного проєкту двигуна.

Порівняно результати таких варіантів розрахунків: 1) заводське проєктування разом з даними стендових випробувань виготовленого зразка двигуна; 2) «ручне» проєктування за класичною методикою, виконане авторами роботи; 3) автоматизоване проєктування за розробленою авторською програмою.

Виявлено, що автоматизоване проєктування за створеною програмою надало адекватні результати з достатньо високою точністю. Але головною перевагою такого проєктування є те, що розрахунки тривають лічені хвилини, на відміну від традиційного проєктування, яке триває тижнями і навіть місяцями. Зазначене засвідчило високу ефективність створеного програмного продукту для автоматизованого проєктування двигунів постійного струму.