

С.Л. БОНДАРЕВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач,  
Криворізький національний університет  
С.В. КІКОВКА, менеджер зі збуту електротехнічної продукції ТОВ «ДЕК Альтера»

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ЗАСОБАМИ ЧИСЕЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ ПАКЕТІВ**

Тепловий аналіз електричних машин є важливим завдяки збільшенню частки енергоефективного електроприводу та компактних машин. Це особливо важливо для аерокосмічної та автомобільної галузей, де розмір, вага та ефективність є основопологаючими факторами при конструюванні машин. У сучасній науковій літературі з проектування електричних машин не приділяється належної уваги тепловим розрахункам або при розрахунках використовуються спрощені теплові схеми заміщення, які не дозволяють уявити загальний тепловий стан електричної машини, особливо це стосується закритих електричних машин.

Наразі, бурхливий розвиток ЕОМ дозволяє вирішувати практично будь-які задачі з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. В цьому випадку актуальним постає питання правильного вибору програмного забезпечення та методу розрахунку, від яких залежить точність, час і багато інших параметрів розрахунку. Саме це питання, як зазначалось вище, не отримало широкого розгляду в науко-технічній літературі.

Отже, вибір ефективного методу для розрахунку електричних параметрів двигунів і порівняння результатів розрахунку в різних програмних засобах є актуальною задачею. В даний час існує певний ряд графічних середовищ візуального моделювання, які використовуються для моделювання системи з розподіленими параметрами котрі описуються інтегро-диференціальними рівняннями в часткових похідних та з використанням методу кінцевих елементів.

В якості прикладу розглянуто розрахунок температурних полів, в програмних пакетах ANSYS Maxwell та Motor-CAD, асинхронного двигуна 4A71A4Y3 на підставі його параметрів, що є у вільному доступі у мережі Інтернет та подано у певних науково-дослідних роботах.

Вибір саме цих пакетів обумовлено тим, що ANSYS Maxwell може застосовуватися для створення потужного потоку даних системного рівня, заснованих на електромагнітних характеристиках. Такий потік даних дозволяє користувачам об'єднувати складні схеми і точні моделі компонентів для розробки високопродуктивних електромеханічних і силових систем. В свою чергу Motor-CAD – це пакет електромагнітних і теплових аналізів для електродвигунів і генераторів, розроблений компанією Motor Design Ltd і в своєму складі містить термомодуль (Therm) для оптимізації системи охолодження машини, і поєднує в собі зосереджені схеми і теплові розрахунки методом кінцевих елементів. Закладені в роботу програми методи включають охолодження шляхом природньої конвекції (повністю закрити неvented систему – TENV), вимушену конвекцію (повністю закритий вентилятор з охолодженням – TEFC), через вентиляцію, водяні сорочки, «мокрый» ротор і статор, охолодження розпиленням, випромінювання та провідність. Додатково пакет Motor-CAD дозволяє проаналізувати теплову схему заміщення двигуна, що будується автоматично на підставі раніше введених параметрів.

Результати розрахунків являють собою розподіл температурних полів двигуна. Зазначим, що пакет Motor-CAD дозволяє додатково подати розподіл температури у вигляді радіального або аксіального розрізу з зазначенням певних температурних точок, або у вигляді графіка розподілу температури частин двигуна у часі з можливістю вибору до двадцяти параметрів.

Особливістю роботи обох пакетів є можливість збереження отриманих температурних результатів у вигляді табличних числових даних або експортувати у графічному вигляді.

Провівши аналіз отриманих результатів в кожному із запропонованих програмних пакетів та порівнявши їх з відомими аналітичними розрахунками можливо зробити висновок про не доцільність використання тільки комп'ютерного моделювання. Необхідно проводити розрахунок кількома методами або засобами, щоб упевнитися у точності розрахунку та унеможливити відхилення в розрахунках.

Крім того обов'язковим етапом кінцевим етапом технічного розрахунку є натурний (фізичний) експеримент для підтвердження або спростовування отриманих результатів.