

УДК 621.313

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

Жарікова А. О., магістрант

Квітка С. О., к.т.н.

annalife91@gmail.com

sergei.kvitka1965@gmail.com

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Мелітополь*

Актуальність та постановка проблеми. Метою теплового розрахунку електричної машини є визначення розподілу температур по її об'єму і визначення теплових потоків. Результати теплового розрахунку дають можливість оцінити допустимість режимів роботи для даних умов. Тому, питання про тепловий стан електричного двигуна є ключовим питанням його працездатності в цілому [1-4].

Основні матеріали дослідження. У сучасній практиці проектування і теплового дослідження електричних двигунів застосовуються наступні методи теплових розрахунків [1]:

- аналітичний метод або метод температурних полів;
- метод теплових параметрів;
- метод еквівалентних теплових схем.

Метод еквівалентних теплових схем (ЕТС) набув найбільшого поширення зважаючи на простоту і достатню точність розрахунку. Недолік методу полягає в тому, що він дає не повну картину температурного поля, а тільки деякі середні значення температури для окремих елементів машини.

Даний метод заснований на використанні теплових опорів [1-3], які з'єднуються в теплову мережу, яка імітує реальні шляхи передачі теплових потоків в машині, і передбачає аналогію теплового потоку з електричним струмом, засновану на однаковій формі основного закону теплопровідності (закон Фур'є) і електричного струму (закон Ома).

Вузли теплової схеми імітують окремі частини електродвигуна. Якщо у будь-якій частині електродвигуна присутні розподілені за об'ємом джерела теплоти, то при складанні еквівалентної теплової схеми вони замінюються зосередженим джерелом (джерелом теплового потоку), поміщеним у вузол, що імітує цю частину. Вузли з внутрішнім тепловиділенням на схемі позначаються кружками, вузли без тепловиділення - точками [1-3].

Метод еквівалентних теплових схем заснований на розбитті електричної машини на елементи виходячи з подавання трьохмірних температурних полів одномірними і подібності теплових та електричних процесів. При цьому система з розподіленими параметрами замінюється схемою із зосередженими параметрами. Розміри елементів визначаються допустимою похибкою усереднення перевищень температур у різних частинах.

У зв'язку з цим виникає необхідність ділення однорідних тіл, таких як обмотка статора, осердя статора асинхронного електродвигуна і ін. на окремі ділянки. Температура окремих елементів визначається шляхом рішення системи рівнянь теплового балансу: алгебраїчних - для стаціонарних і звичайних диференціальних – для нестаціонарних теплових режимів.

Основні допущення методу ЕТС:

- дійсні розподілені джерела теплоти і теплові опори або провідності замінюються зосередженими і постійними величинами, що не залежать від теплового потоку;

- питомі теплоємності і коефіцієнти теплопровідності матеріалів, повітря постійні і рівні середнім значенням для діапазону робочих температур.

Такий підхід дає можливість застосовувати в методі ЕТС добре розроблену теорію електричних кіл і звести метод ЕТС до вирішення системи рівнянь (для стаціонарного режиму) виду

При цьому приймається, що відвід тепла в оточуюче середовище відбувається від тіла n , яке пов'язане з цим середовищем тепловою провідністю Λ_{n0} .

В результаті рішення системи рівнянь можна по відомим значенням провідностей і втратах в елементах електричної машини визначити середні значення температури її елементів.

До переваг методу ЕТС слід віднести порівняльну простоту опису теплових явищ у всьому об'ємі електричної машини при достатній точності теплових розрахунків. Як зазначається в [1], зіставлення результатів розрахунку по методу ЕТС з результатами точного рішення двовірних задач методом температурних полів показало, що похибка у визначенні середньої температури не перевищує 4 % і максимальної температури - 7,5 %. Така точність цілком задовільна для практичних цілей.

Велике значення в методі ЕТС приділяється вибору кількості елементів схеми. Найбільшу кількість інформації, звичайно, отримаємо при великій кількості елементів, однак, при цьому доводиться стикатися з труднощами рішення великої системи алгебраїчних рівнянь.

У результаті теплового розрахунку можна отримати температурне поле, але в більшості випадків для стаціонарних теплових режимів роботи достатньо визначити середню або максимальну температуру активних елементів асинхронного електродвигуна, яка необхідна для контролю допустимого рівня нагріву [1].

Висновки. Таким чином, умовою підвищення точності та універсальності методик теплового розрахунку є розширення експериментальних і теоретичних досліджень як у відношенні кількості факторів, що впливають, так і діапазону їх змінювання.

Список використаних джерел

1. Сипайлов Г. А., Санников Д. И., Жадан В. А. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах: учебник. Москва: Высшая школа, 1989. 239 с.
2. Квітка С. О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Математична модель теплового стану асинхронного електродвигуна у нестационарних режимах. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2016. Вип. 175: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 140-142.
3. Квітка С. О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Теплова модель асинхронного електродвигуна в стаціонарних режимах. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Сер. Технічні науки*. Харків, 2015. Вип. 164: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 118-120.
4. Квітка С. О., Вовк О. Ю., Нестерчук Д. М. Математична модель теплового стану асинхронного електродвигуна у стаціонарних режимах. *Сучасні наукові дослідження на шляху до Євроінтеграції: матеріали міжнар. наук.-практ. форуму (21-22 червня 2019 р.): у 2-х ч.* Мелітополь, 2019. Ч. 1. С. 230-233.