

УДК 621.313

Зіновкін В.В.¹, Новік Д.В.², Ященко М.М.³, Снігарь Д.Є.⁴

¹ докт. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-316 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-327сп НУ «Запорізька політехніка»

⁴ студ. гр. Е-319м НУ «Запорізька політехніка»

ВТРАТИ ВІД ВИХРОВИХ СТРУМІВ В ФЕРОМАГНІТНИХ ДЕТАЛЯХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

При дослідженнях електромагнітних процесів в електротехнічному обладнанні різного призначення виникає задача розрахунку електромагнітного поля і втрат від вихрових струмів в феромагнітних деталях. Складність задачі полягає в тому, що індукція в феромагнітних тілах нелінійно залежить від інтенсивності магнітного поля. Не дивлячи на те, що дослідженням цього питання присвячено велика кількість робіт, вирішення цієї задачі потребує подальшого розвитку. Особливу актуальність набувають ці питання при розробці обладнання спеціального призначення.

Оскільки електромагнітне поле в феромагнітному середовищі має різко виражений поверхневий ефект, то це дозволяє використовувати метод дослідження втрат аналогічно як в провідниковому напівпросторі. Вважаємо, що плоска електромагнітна хвиля падає нормальній дотичній до феромагнітного на півпростору. При цьому відома дотична складова електромагнітного поля, яку можливо вимірювати індукційними датчиками.

На підставі вирішення рівнянь Максвелла при умові врахування опору сталі, залежності індукції від магнітного поля, електричного поля та нехтуючи струмом зміщення отримуємо систему рівнянь в яких пов'язані між собою електромагнітні параметри та електрофізичні характеристики феромагнітного тіла. Вирішуючи цю систему відносно комплексних амплітуд магнітного поля і індукції, приходимо до кураєвої задачі, коли комплексна магнітна проникність по першій гармонії в залежності від магнітного поля змінюється по ступеневому закону. Подальші дослідження виконуємо відносно вищих гармонік дія яких суттєво впливає на місцеві втрати і теплове перевантаження. При цьому нелінійна залежність магнітної проникності від дійсного значення магнітного поля враховується шляхом методу еквівалентування. В результаті отримуємо математичний вираз для розрахунку поверхневих втрат. Вони пропорційні середньому значенню за період частоти змінення магнітного поля в часі. При цьому втрати можливо визначити по результатам вимірювання дотичних складових магнітного і електричного поля на поверхні певного феромагнітних деталей.

Показано, що для практичних інженерних розрахунків поверхневих втрат необхідно знати залежності відносної магнітної проникності певної конструкційної сталі, її електричний опір та магнітне поле. При визначенні розподілу магнітного поля в просторі електротехнічного обладнання можливо розрахувати інтегральні значення місцевих втрат та локальних температурних навантажень.

В роботі приведена методика, схема експериментального дослідження поверхневого ефекту та її магнітні проникності конкретних конструкційних сталей, що використовуються в електромашинобудуванні.