

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ДЕМПФЕРНОЇ СИСТЕМИ РОТОРА СИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ НАЯВНОСТІ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПРОМІЖКУ

Цивінський С.С., старший викладач, Галдінов М.В., студент
НТУУ «КПІ», ФЕА, кафедра електромеханіки

Розроблено польову математичну модель електромагнітних процесів в демпферній системі ротора синхронного двигуна, яка дозволяє дослідити навантаження демпферної обмотки, що виникає при нерівномірності величини повітряного проміжку в синхронному режимі роботи.

Серед дефектів, які часто зустрічаються в електричних машинах є нерівномірність повітряного проміжку [1]. Даний дефект може виникати, як в процесі виготовлення електричної машини, так і в процесі її тривалої експлуатації. Нерівномірність проміжку призводить до погіршення експлуатаційних характеристик, а також до ушкоджень електричних машин [2]. В загальному випадку можливі різні види нерівномірності проміжку: еліптичність статора чи ротора, ексцентриситет - осьовий чи кутовий, тощо.

В роботі досліджено електромагнітні процеси в демпферній обмотці ротора синхронного двигуна, при наявності нерівномірності повітряного проміжку у вигляді еліптичності розточки статора. Для досліджень розроблено польову математичну модель електромагнітних процесів в демпферній системі ротора синхронного двигуна потужністю 500кВт. Польовий підхід дозволяє врахувати складну геометрію активної зони машини і строго врахувати нелінійні властивості матеріалів [3, 4]. Розрахункова область моделі, містить одну пару полюсів (рис. 1). При розрахунку розподілення магнітного поля в активній зоні синхронного двигуна використовувалось рівняння (1), яке розв'язувалось чисельно, за допомогою методу скінченних елементів.

$$\sigma \frac{\partial A}{\partial t} + \nabla \times \left(\frac{1}{\mu} \nabla \times A \right) = -J \quad (1)$$

де A – магнітний векторний потенціал, J – густина сторонніх струмів, σ – електропровідність середовища, μ – магнітна проникність середовища.

Рівняння (1) **Ошибкa! Источник ссылки не найден.** доповнюється граничними умовами (2). На границях Γ_1 , Γ_2 задаються однорідні граничні умови першого роду, на границях Γ_3 , Γ_4 задаються умови симетрії (див. рис.1):

$$A|_{\Gamma_1} = A|_{\Gamma_2} = 0, \quad A|_{\Gamma_3} = A|_{\Gamma_4} \quad (2)$$

На рис. 1 і рис. 2 показано розподіл магнітного поля в межах однієї пари полюсів. При обертанні ротора і зміні величини повітряного проміжку, відбувається коливання основного магнітного потоку (рис. 3), що призводить до появи в демпферній обмотці електрорушійної сили. Внаслідок того, що демпферна обмотка замкнута, в ній протікають струми (рис. 4). В різних контурах, які складаються з пари стрижнів, симетрично розташованих відносно осі полюса (рис. 2), протікають різні за величиною струми (рис. 4, табл. 1).

Струми в демпферних стрижнях розподілені нерівномірно, так в стрижнях розташованих на краях полюсу струми досягають значення 293А, а в стрижнях біля центру полюсу – 70А.

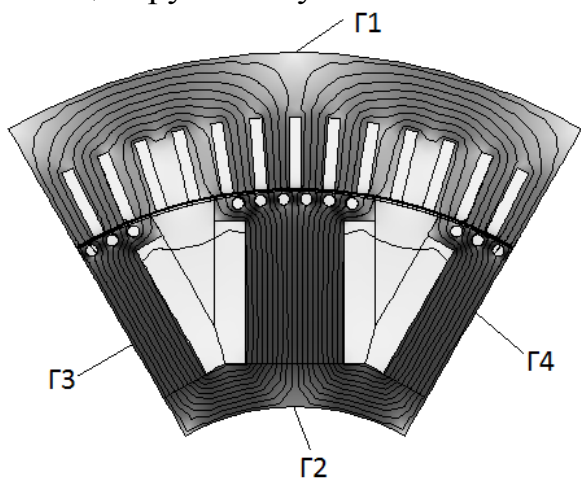


Рис. 1

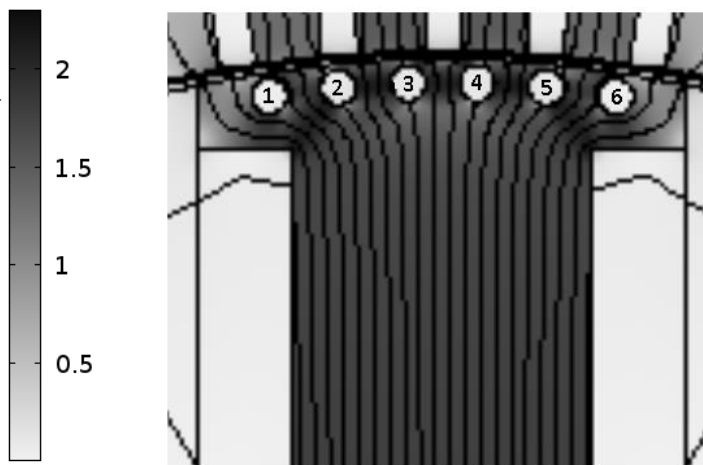


Рис. 2

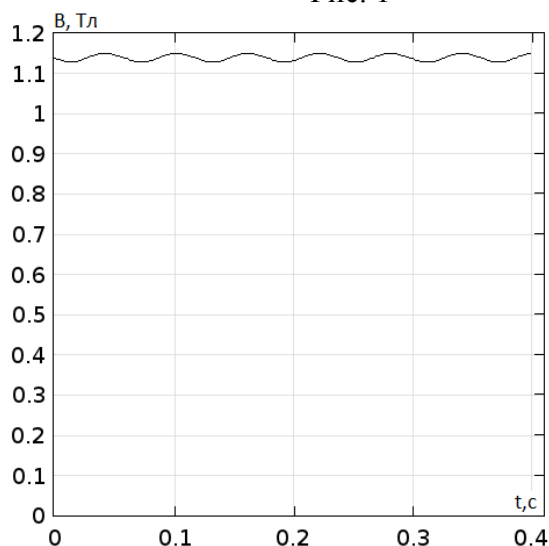


Рис. 3

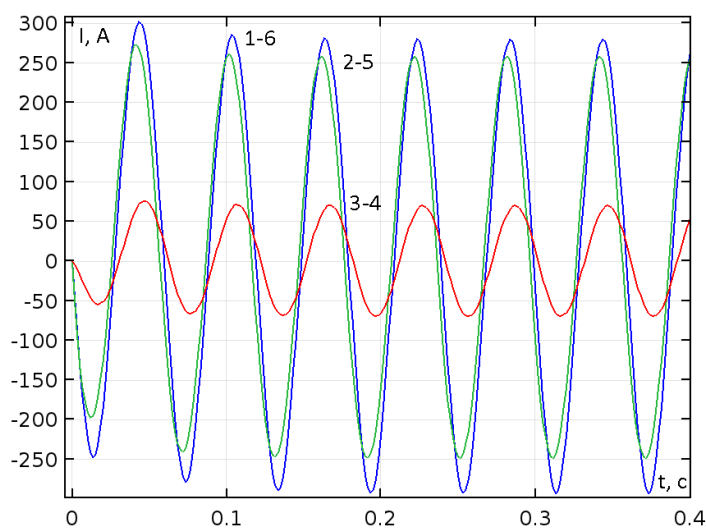


Рис. 4

Таблиця 1

Струм в стрижнях 1 - 6,	Струм в стрижнях 2 - 5,	Струм в стрижнях 3 - 4,
293 А	248 А	70 А

Слід відмітити, що при наявності нерівномірності повітряного проміжку, в демпферній обмотці, яка розрахована на короточасну роботу, значні за величиною струми протікають постійно, незалежно від режиму роботи синхронного двигуна і призводять до значних ушкоджень демпферної обмотки.

У зв'язку з цим, необхідно проводити заходи щодо моніторингу величини повітряного проміжку і удосконалення конструкції демпферної системи.

Перелік посилань

1. Кузьмін В.В. Вакулєнко О.М. Режими експлуатації і ушкодження, що зустрічаються частіше за все, гідрогенераторів ГЕС Дніпровського каскаду. Вплив параметрів повітряного проміжку між ротором і статором гідрогенератора на надійність його роботи // Гідроенергетика України -2005. -№2 – С. 22-29.
2. Федоренко Г.М. Саратов В.О. Черниш В.В. Вплив параметрів повітряного зазору на характеристики гідрогенераторів // Гідроенергетика України -2005. -№4 – С. 26-31.
3. Васьковський Ю.М. Польовий аналіз електричних машин. – Київ, НТУУ «КПІ», 2007, 191 с.
Васьковський Ю.М. Математичне моделювання електромеханічних перетворювачів енергії: – Київ, НТУУ «КПІ», 2003. – 164 с.