

Методика розрахунку розподілу густини струмів в електропровідному дископодібному роторі електродинамічного гальма

Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій

Вступ. На теперішній час все більше поширення знаходять електромеханічні пристрої дископодібної форми. В якості гальмівного пристрою ротора вітросилової установки можна використовувати електродинамічне гальмо, вбудоване в корпус установки. Електродинамічні гальма зручно інтегруються в робочі органи багатьох машин і механізмів.

Створення електродинамічних гальмівних пристроїв вимагає розробки наукових засобів моделювання процесів у провідному середовищі – роторі, що обертається у неоднорідному магнітному полі. Крім того, аналітичне моделювання [1], знаходження аналітичного рішення розподілу магнітної індукції та густини струмів, дозволяє аналізувати та оцінювати ефективність деформації стаціонарного магнітного поля, створеної конструктивними особливостями магнітної системи електродинамічного пристрою.

Матеріали і методи. Робота направлена на знаходження аналітичного рішення розподілу густини струмів в електропровідному дисковому роторі електродинамічного гальма. Оскільки розподіл магнітного поля у робочому проміжку електродинамічного гальма суттєво впливає на його робочі параметри і характеристики, актуальним є проведення досліджень електромагнітного поля в повітряному проміжку і роторі, розподілу вихрових струмів в роторі та умов для створення гальмівного моменту.

Розглядається електродинамічне гальмо з електропровідним ротором-диском радіусу r і товщиною d_0 , що обертається в повітряному проміжку навколо осі z з кутовою швидкістю ω на відстані $\frac{d_3}{2}$ від зубцевої поверхні магнітопроводу індуктора.

Результати. Для знаходження аналітичного рішення розподілу густини струмів були прийняті наступні обмеження:

- електропровідний диск гальма було умовно поділено на три зони: $r < r_1$ і $r_2 < r < R$, (R - радіус диску), де відсутня неоднорідність магнітного поля, та робочу зону при $r_1 \leq r \leq r_2$, де магнітне поле неоднорідне (r_1 і r_2 - менший і більший радіуси робочої зони диску відповідно);
- індукція стаціонарного магнітного поля B_c в повітряному проміжку індуктора при нерухомому диску вважається заданою;
- еквівалентний зазор $d_{екв}$ - відомим;
- магнітне поле неоднорідним, періодичним по кутовій координаті;
- компоненти векторів магнітної індукції B_r та напруженості магнітного поля H_r по координаті r відсутніми;

- компоненти векторів напруженості електричного поля E_z та густини струму δ_z по координаті z відсутніми.

Для розв'язання системи рівнянь електромагнітного поля в роторі і повітряному проміжку прийнято відому модель [2], яка полягає в заміні нерівномірного проміжку (зубцево-пазової поверхні) рівномірним (плоскою поверхнею) з уявними поверхневими струмами, які і обумовлюють неоднорідність магнітного поля.

Закон розподілу цих поверхневих струмів, що адекватно відображає реальне, задається для зручності функціями Бесселя [3]. Систему рівнянь в символічній формі електромагнітного поля в електропровідному середовищі для гармонічних складових електромагнітного поля з числом пар полюсів p зведено до рівняння відносно густини струму в циліндричній системі координат r, ϕ, z , а далі до системи трьох рівнянь відносно компонент $\dot{\delta}_{pr}, \dot{\delta}_{p\phi}, \dot{\delta}_{pz}$ гармонічної складової густини струму. З припущенням $\dot{\delta}_{новрз} = 0$, систему зведено до рівняння відносно однієї компоненти гармонічної складової густини струму $\dot{\delta}_{новрr}$, яке є рівнянням в частинних похідних другого порядку з правою частиною.

Знайдено частинний і загальний розв'язки цього рівняння для всіх значень радіусу r - радіальну та кутову компоненти густини струму. Отримано формулу для розрахунку густини струму в дисковому роторі в залежності від його розмірів по заданому початковому значенню гармонічної складової магнітної індукції в робочому зазорі при нерухомому роторі.

Висновки. Знаходження аналітичного рішення розподілу густини струмів в електропровідному диску електродинамічного гальма дозволяє проаналізувати ефективність деформації магнітного поля та розраховувати розміри елементів магнітної системи. Отримані формули для розрахунку компонент густини струмів в дисковому роторі електродинамічного гальма дозволяють визначити гальмівний електромагнітний момент електродинамічного дископодібного гальма, виходячи із потужності втрат, що спрощує розрахунки.

Література.

1. Титко А.И. Метод расчета вихревых токов в проводящих телах / А.И. Титко, В.Л. Чечурин // Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт. – 1989. – №6. – С.69-74
2. Полищук В.И. Устройство защиты обмотки ротора синхронного генератора от двойных на землю и витковых замыканий / В.И. Полищук, А.Н. Новожилов, М.П. Воликова // Электричество. – 2012. – №6. – С. 54–59.
3. Циганкова Г. А. Электромагнитная модель электродинамического гальма із зубцево-пазовою конфігурацією зазору індуктора / Г. А. Циганкова // Праці Інституту електродинаміки НАН України – 2013. – вип. 34. – С. 41-45.

