

УДК 621.318:37

Т.О. СКЛЯР, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Г.Ю. МАРТИНЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Визначення магнітних сил в радіальних магнітних підшипниках на кільцевих постійних магнітах

Магнітний підшипник може зробити повний переворот у всьому світовому машинобудуванні, оскільки усуває тертя, шум і не призводить до зносу, все тому що між віссю і втулкою підшипника нічого немає, тільки повітря [1-3]. Розробка та впровадження магнітних підшипників є актуальним завданням, оскільки підшипники – відповідальні вузли в різних технічних і електромеханічних пристроях, наприклад газотурбінних установках, електродвигунах, швидкісних роторних системах, які визначають їх техніко-економічні характеристики, довговічність і збільшують час безвідмовної роботи.

Метою даної роботи є параметризація побудови розрахункової моделі та визначення силових та жорсткісних характеристик одного з конструктивних варіантів радіального магнітного підшипника на постійних кільцевих магнітах (МППКМ) з осьовим намагніченням за допомогою програмного скінчено-елементного комплексу інженерного аналізу.

Постановка даної задачі:

1. Побудова параметричної моделі радіального магнітного підшипника на постійних кільцевих магнітах.
2. Пошук силових характеристик одного з варіантів магнітного підшипника виконаного за обраною схемою з застосуванням постійних кільцевих магнітів при різних геометричних параметрах.

В якості об'єкта дослідження обрано радіальний магнітний підшипник на кільцевих постійних магнітах з осьовою намагніченістю, модель якого представлена на рис. 1.

Розрахункові експерименти проводилися за допомогою методу скінчених елементів. Скінченно-елементне формулювання аналізу електромагнітних полів засноване на рівняннях Максвелла та може бути представлено наступним чином:

$$\begin{cases} [K]\{\Delta U\}_k = \{R\} - \{F\} \\ \{U\}_{k+1} = \{U\}_k + \{\Delta U\} \end{cases} \quad (1)$$

де $[K]$ – матриця коефіцієнтів електромагнітної задачі, $\{U\}$ – вектор вузлових потенціалів, $\{\Delta U\}$ – приріст вектора потенціалів, $\{R\}$ – вектор прикладених навантажень (електричний струм, напруга або магнітна індукція), $\{F\}$ – вектор залишкових навантажень, k – номер ітерації.

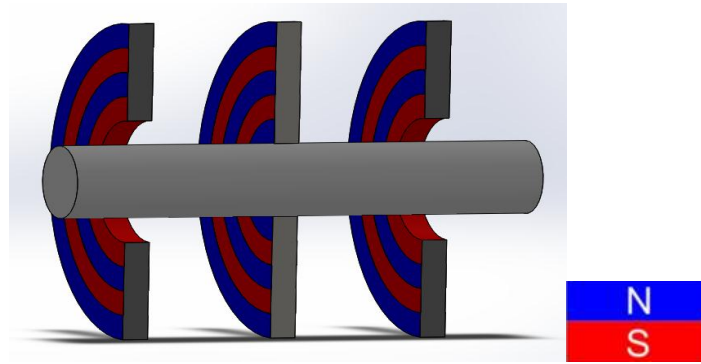


Рис. 1 – Модель радіального магнітного підшипника на кільцевих постійних магнітах в перерізі

На етапі розрахунку вибір методу досягається застосуванням в скінчено-елементній моделі відповідного типу скінченого елемента (СЕ) зі ступенями свободи в кожному вузлі: φ_M – при використанні методу скалярного потенціалу, і A_x , A_y , A_z – методу векторного потенціалу. Крім цього, застосування спеціальних СЕ для завдання умов на нескінченності виключають необхідність моделювати нескінченну середу, оточуюче електромагнітний пристрій (наприклад, повітря), що дозволяє обходитися моделями невеликого розміру.

В результаті виконаних обчислень за допомогою МСЕ можуть бути отримані розподіл параметрів магнітного поля (вектора магнітної індукції, вектора напруженості і магнітного векторного потенціалу), а також основні електромагнітні характеристики (індуктивності та магнітні сили).

Розрахунок магнітних сил можливий двома способами – на основі визначення віртуальної роботи (роботи на можливих переміщеннях) або компонентів тензора напружень Максвелла для магнітного поля (T_M).

Числові експерименти проводилися наступним чином – повний номінальний зазор рівномірно розбивався на $2n+1$ рівень, так щоб $n+1$ рівень збігався з центральним положенням рухомого кільця, тобто коли обидва кільцевих магніту розташовані концентрично і місце розташування їх центрів має збігатися. Іншими словами, коли система координат нерухомо пов'язана зі статорним магнітом і її центр розташований в центрі має цього магніту, а координати центру має рухомого роторного магніту $x_{rc} = y_{rc} = z_{rc} = 0$. Для побудови силових характеристик була проведена серія з $2n+1$ розрахунків для кожного положення рухомого магніту.

Список літератури:

1. Мартиненко Г. Ю. Визначення характеристик жорсткості радіальних магнітних підшипників на двох кільцевих постійних магнітів. – НТУ «ХПІ». – 2007. – № 38. – С. 83-95.
2. Журавльов Ю. Н. Активні магнітні підшипники: Теорія, розрахунок, приминение - СПб.: Політехніка, 2003. –206 с.
3. Грибанов С. В. Конструкції магнітних підшипників з високотемпературних надпровідників / С. В. Грибанов, П. А. Курбатов // Радіоелектроніка, електротехніка та енергетика. –Москва, 2007. –С. 92-93.