

# ВПЛИВ НЕОДНОРІДНОСТІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ КОТУШКИ НА МАГНІТНИЙ МОМЕНТ ОСЕРДЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОСМІЧНИМ АПАРАТОМ

Чуніхін К.В.

ДУ «Інститут технічних проблем магнетизму

Національної академії наук України»,

м. Харків

У процесі проектування електромагніту магнітних систем керування космічними апаратами необхідно достатньо точно визначати його магнітний момент. При цьому зазвичай використовують спрощені математичні моделі магнітного поля електромагніту, основані на коефіцієнтах розмагнічування, у яких одним із недоліків є припущення однорідності магнітного поля котушки. У попередніх своїх роботах було створено математичну модель магнітного поля електромагніту з циліндричним осердям на основі інтегрального рівняння Фредгольма другого роду. Будемо досліджувати вплив неоднорідності

магнітного поля котушки на магнітний момент осердя такого електромагніту, оскільки магнітний момент котушки можна визначити аналітично. У табл. 1 представлено результати розрахунку цього впливу ( $\zeta$  – відносна розбіжність між  $M_z$  та  $M_z(H_0)$ ) за допомогою запропонованої математичної моделі:  $b$  – довжина осердя;  $H_0 = I_c w / L_k$  – напруженість зовнішнього однорідного магнітного поля та його еквівалент неоднорідного поля котушки;  $w$ ,  $I_c$  та  $L_k$  – число витків, струм витка та довжина котушки;  $M_z(H_0)$  та

Таблиця 1

| $b$ , мм;<br>$b/R$ | $H_0 = I_c w / L_k$ ,<br>А/м | $w$   | $I_c$ , мА | $M_z(H_0)$ ,<br>А·м <sup>2</sup> | $M_z$ ,<br>А·м <sup>2</sup> | $\zeta$ , % |
|--------------------|------------------------------|-------|------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------|
| 80; 16             | 1646,66                      | 6400  | 20,58      | 0,376                            | 0,356                       | 5,30        |
|                    | 3293,31                      | 6400  | 41,17      | 0,751                            | 0,712                       | 5,27        |
|                    | 6586,62                      | 6400  | 82,33      | 1,501                            | 1,422                       | 5,26        |
|                    | 9879,93                      | 6400  | 123,50     | 2,250                            | 2,130                       | 5,32        |
| 165; 33            | 1646,66                      | 13200 | 20,58      | 2,170                            | 2,129                       | 1,90        |
|                    | 3293,31                      | 13200 | 41,17      | 4,333                            | 4,249                       | 1,94        |
|                    | 6586,62                      | 13200 | 82,33      | 8,604                            | 8,438                       | 1,92        |
|                    | 9879,93                      | 13200 | 123,50     | 12,003                           | 11,866                      | 1,14        |
| 330; 66            | 1646,66                      | 26400 | 20,58      | 12,312                           | 12,230                      | 0,67        |
|                    | 3293,31                      | 26400 | 41,17      | 22,333                           | 22,230                      | 0,46        |
|                    | 6586,62                      | 26400 | 82,33      | 26,812                           | 26,723                      | 0,33        |
|                    | 9879,93                      | 26400 | 123,50     | 28,324                           | 28,220                      | 0,37        |

$M_z$  – магнітний момент осердя в зовнішньому однорідному магнітному полі та неоднорідному магнітному полі котушки. Матеріал осердя електромагніту – пермалой 50Н, його радіус  $R=5$  мм.

Бачимо, що припущення однорідності магнітного поля котушки для циліндричних осердь електромагнітів виконується для  $b/R \geq 66$ , а для  $33 \leq b/R < 66$  виконується за умови, що переважна частина осердя насичена. Така насиченість має місце у випадку  $b/R=33$  при  $H_0 \approx 9880$  А/м, але при цьому не можна досягнути ефективних характеристик електромагніту.