

УДК 621.313

## ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНЕ ГАЛЬМО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

Студ. О.Г. Сиротенко, гр. МГЗЕМ-17(з)

Науковий керівник доц. А.І. Антоненко

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета – дослідження властивостей і характеристик електричних двигунів побутової техніки методом регульованого навантаження електродинамічним гальмом.

Завдання – розробка електродинамічного гальма.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є процес визначення властивостей і характеристик електричних двигунів побутової техніки методом регульованого навантаження двигунів електродинамічним гальмом. Предметом дослідження є електродинамічне гальмо, а саме: його компоновка; розрахунок розмірів робочої зони гальма; розробка рекомендацій щодо виготовлення.

**Методи та засоби дослідження.** При розробці електродинамічного гальма використаємо методи теорії електричних машин та розрахунку електромагнітного поля в електропровідному середовищі, яке рухається в неоднорідному магнітному полі.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Запропоноване рішення дозволяє зменшити габарити стенду для дослідження електричних двигунів побутової техніки, удосконалено розрахунок розмірів робочої зони гальма.

**Результати дослідження.** Для дослідження електричних двигунів побутової техніки та при вивченні дисципліни «Електричні машини» можна використати стенди, які пропонує сучасний ринок навчального устаткування.[1, 2]. Особливістю таких стендів є їх висока вартість та значні габарити. Зменшити габарити дослідної установки можна за рахунок використання дископодібного електродинамічного гальма. Таке гальмо являє собою тонкий електропровідний диск, який обертається досліджуваним двигуном в осьовому зазорі індуктора (див. рис.)

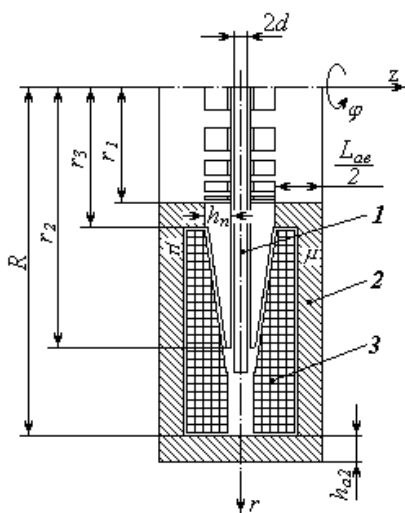


Рисунок 1 – Схема компоновки активної частини електродинамічного гальма

На рис. показано: 1 – електропровідний диск; 2 – магнітопровід індуктора; 3 – обмотка збудження. Розміри активної частини електродинамічного гальма однозначно характеризуються меншим ( $r_1$ ) і більшим ( $r_2$ ) радіусами робочої зони. Менший радіус визначається конструктивними та технологічними вимогами до гальма, тому його можна вважати заданим. По його значенню можна розрахувати число зубців індуктора, виходячи із необхідності забезпечення ефективною модуляції стаціонарного магнітного поля. По результатах дослідження [3] найбільша амплітуда робочої гармонічної складової магнітного поля досягається при ширині пазу  $b_n$  більшій ширини зубця  $b_z$  в 1,5–1,8 рази.

Число зубців повинно бути якомога

більшим, що забезпечує можливість отримати більший момент та менший осьовий розмір. При цьому полюсне ділення має суттєво (в 5–10 разів) перевищувати значення повітряного зазору та щонайменше в 4–5 разів перевищувати глибину проникнення електромагнітного поля для матеріалу ротора при номінальній частоті обертання. Враховуючи сказане число зубців (порядок робочої гармонічної складової магнітного поля)  $P$  можна знайти із співвідношення:

$$p = (0,12 \dots 0,2) r_1^2 \omega \sigma \mu$$

де  $\omega$  – кутова швидкість диску;  $\sigma$  – електропровідність матеріалу диску;  $\mu$  – магнітна проникність матеріалу диску.

Для розрахунку більшого радіусу  $r_2$  робочої зони гальма знайдемо залежність між розмірами, номінальним значенням густини струму, номінальним значенням робочої гармонічної складової магнітної індукції та номінальним моментом. Виходячи із законів електромагнітної індукції і закону Ампера можна отримати вираз для розрахунку  $r_2$ :

$$r_2 = u + v - \frac{r_1}{3},$$

де:  $M_n$  – номінальний момент гальма;  $\delta_{an}$  – номінальна густина струму;  $B_{acpz}$  – амплітуда робочої гармонічної складової магнітної індукції;  $\Psi$  – різниця фаз густини струму і магнітної індукції ( $\cos \Psi = 0,7 \dots 0,8$ ),

$$u = \sqrt[3]{\frac{8}{27} r_1^3 + \frac{m}{2}} + \sqrt{\left(\frac{8}{27} m r_1^3 + \frac{m^2}{4}\right)} \quad v = \sqrt[3]{\frac{8}{27} r_1^3 + \frac{m}{2}} - \sqrt{\left(\frac{8}{27} m r_1^3 + \frac{m^2}{4}\right)}$$

$$m = \frac{(0,49 \dots 0,63) r_1 \omega \sigma \mu M_n}{\pi \delta_{an} B_{acpz} \cos \Psi}$$

По вибраних таким чином розмірах активної частини електродинамічного гальма виконуємо розрахунок магнітного кола. По отриманому значенню необхідної магніторушійної сили  $F$  та значенню напруги  $U$  живлення обмотки збудження знаходимо перетин обмотувального дроту, допустимий струм та число витків. Якщо перетин вікна, необхідного для розміщення обмотки, суттєво відрізняється від виділеного при розрахунку розмірів активної зони, то розрахунок необхідно повторити.

**Висновки.** Завдяки зменшеному осьовому розміру дископодібного електродинамічного гальма його можна розмістити безпосередньо на валу двигуна. Цим досягається зменшення габаритів стенду для дослідження електричних двигунів

**Ключові слова:** гальмо, магнітна індукція, стенд, дослідження характеристик.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Учебный лабораторный стенд "Электрические машины и электропривод" [Электронный ресурс]: Сибирский государственный университет путей сообщения. – Электрон. дан. (1 файл)//Режим доступа: <http://www.stu.ru/education>
2. Основы электрических машин и электропривода с универсальной машиной переменного тока. Исполнение стендовое ручное. ОЭМиЭП2-СР. – [Электронный ресурс] / ООО НПП «Учтех-Профи». Электрон. дан. (1 файл) – Режим доступа: <http://www.uralstend.ru/shop>
3. Циганкова Г.А. Розрахунок магнітного поля в робочій зоні електродинамічного гальма при нерухомому роторі / Г.А. Циганкова // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2016. – вип. 45. – С. 70-76.