

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ В РОБОЧІЙ ЗОНІ ДИСКООДІБНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ГАЛЬМА

Циганкова Г.А.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Контроль якості електромеханічних пристроїв потребує їх випробувань методами безпосереднього навантаження при відповідних режимах роботи. При цьому використовуються різноманітні гальмівні пристрої, найчастіше – електромагнітні, наприклад, балансірні машини. Серед таких пристроїв особливе місце посідає дископодібне електромагнітне гальмо, яке має електропровідний диск, що може обертатися в підшипниках індуктора з нерівномірним повітряним проміжком, створеним зубцями і пазами магнітопровода, що чергуються у напрямку руху [1]. Завдяки цьому індуктор збуджує в робочому зазорі неоднорідне магнітне поле.

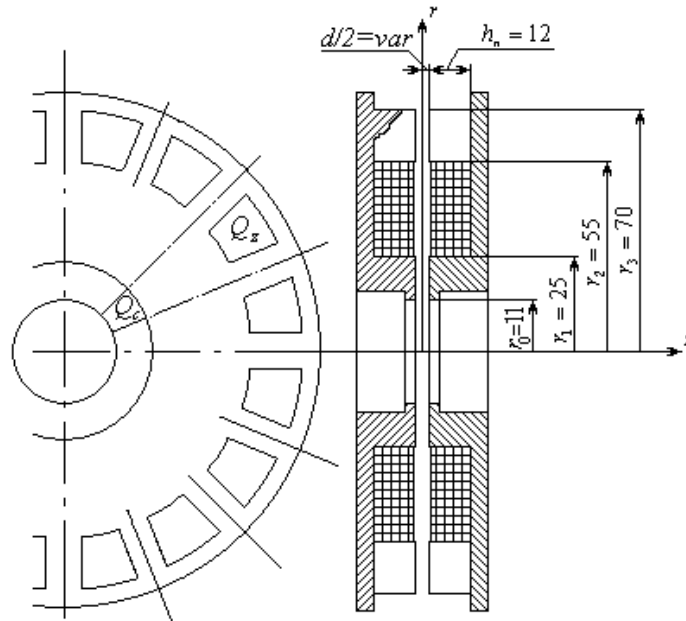


Рисунок 1 – Модель індуктора дископодібного електромагнітного гальма

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для дослідження розподілу магнітного поля в робочій зоні такого дископодібного електромагнітного гальма була виготовлена модель індуктора (рис. 1). Менша ширина зубця індуктора (на $r_2 = 55$) 11,6 мм. Більша ширина

зубця індуктора (на $r_3 = 70$) 17,5мм. Площа зубця

$$Q_z = \frac{\pi (r_3^2 - r_2^2)}{n_z} Q_n = \frac{\pi (70^2 - 55^2)}{16} = 15 \cdot 10 \cong 218 \text{ мм}^2, \text{ площа паза}$$

$Q_n = b_n \cdot (r_3 - r_2) = 10 \cdot 15 = 150 \text{ мм}^2$, площа сектора центральної частини магнітопровода

$$Q_c = \frac{\pi (r_1^2 - r_0^2)}{n_z} = \frac{\pi (25^2 - 11^2)}{16} \cong 100 \text{ мм}^2.$$

Для експериментального дослідження магнітного поля в нерівномірному зазорі такого дископодібного гальма було використано тесламетр з датчиком Холла. Вимірювання осьової складової магнітної індукції B_y та тангенційної складової B_x проводилось в зазорі між зубцями та безпосередньо в пазу на постійній відстані від осі обертання індуктора з дискретністю переміщення датчика відносно індуктора 1 мм. Розміри датчика Холла не дозволяють провести заміри магнітної індукції безпосередньо на поверхні магнітопровода. Найменша відстань від поверхні до точок виміру становила для

нормальної складової магнітної індукції – 1 мм, а для тангенційної складової магнітної індукції – 2мм.

Значення магнітної індукції в повітряному зазорі між зубцями індуктора визначається ампервитками обмотки збудження і еквівалентним зазором:

$$B_z = \frac{\mu_0 \cdot AW}{k_\mu \cdot d_e}, \text{ де } B_z - \text{магнітна індукція, Тл, } \mu_0 - \text{магнітна проникливість повітря;}$$

AW - ампервитки обмоток збудження; k_μ - коефіцієнт, який враховує кінцеве значення магнітної проникливості магнітопровода; d_e - величина еквівалентного зазору.

Величина еквівалентного зазору визначається співвідношенням між площами зубців, пазів і центральної частини магнітопровода та співвідношенням між середніми значеннями магнітної індукції в зазорі в області пазів і зубців:

$$d_e = \left(1 + \frac{Q_z + k_m \cdot Q_n}{Q_c} \right) \cdot d, \text{ де } k_m = \frac{B_{ncc}}{B_z} \text{ вказане співвідношення магнітних індукцій.}$$

Для приведених розмірів магнітопровода індуктора $d_e = 4 \cdot d$. При цьому було прийнято, що розподіл магнітної індукції в області зазору апроксимується півхвилею синусоїди з півперіодом, що дорівнює ширині паза b_n , а мінімальне значення магнітної індукції по осі зазору в області пазів $B_{\min} = 0.325 \cdot B_z$.

В таблиці 1 приведені експериментально отримані значення осьової складової магнітної індукції(в гаусах) в повітряному зазорі на трьох рівнях з відстанню в 1 мм ($y=0$ – по осі зазору, $x=0$ – по осі пазу).

Таблиця 1 – Осьова складова магнітної індукції в зубчатому зазорі

y\x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	170	189	240	292	339	406	462	495	502	505
1	162	183	230	276	326	417	486	506	506	506
2	143	166	192	230	279	420	525	522	514	512

У приведених даних для виключення похибки, обумовленої відхиленням площини датчика від необхідного положення, результати вимірювання осьової складової магнітної індукції в точках, розташованих симетрично відносно осей пазу і проміжку попарно додавались і ділились на два. Цим виключався вплив тангенціальної складової магнітної індукції на результати вимірювання осьової складової магнітної індукції.

Експериментально отримані дані дають значення мінімальної індукції по осі проміжку на рівні $B_{\min} = 0.337 \cdot B_z$, що лише на 3,6% більше від прийнятого спочатку на підставі прийнятої форми силової лінії магнітного поля як дуги кола.

Для розрахунку еквівалентного зазору та відношення середнього значення магнітної індукції в області пазу до значення магнітної індукції під зубцями була прийнята апроксимація розподілу магнітної індукції півхвилею синусоїди. Порівняємо дані

апроксимації з експериментальними. Прийmemo $B_n = B_z - B_z - B_{\min} \cdot \cos \frac{\pi x}{b_n + 4}$.

Результати розрахунку наведені в табл.2.

Таблиця 2 – Порівняльні дані апроксимації розподілу магнітної індукції

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
170	189	240	292	339	406	462	495	502	505
170	178,4	203,2	243,1	296,1	359,6	430,5	505		
0%	-5,6%	-15%	-17%	-13%	-11%	-6,8%	+2%		

Як видно з наведених даних, така апроксимація є досить наближеною. Розрахункові значення магнітної індукції під зубцями та мінімальної індукції при струмі збудження

0,4·2340 А та еквівалентному зазорі 4,5,1 мм становлять: $B_z = \frac{580}{k_\mu}$,

$B_{\min} = 0.325B_z = \frac{188}{k_\mu}$, що дає досить близькі значення порівняно з

експериментальними (при $k_\mu = 1.1$ відхилення від експериментальних - +4,4% для B_z та 0,5% для B_{\min}).

ВИСНОВКИ. Така прийнята апроксимація розподілу магнітної індукції в області пазу дозволяє розрахувати еквівалентний зазор та індукцію в області зубця і мінімальну індукцію в області пазу з похибкою до 5 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Потапов Л.А., Юферов Ф.М. Измерение вращающих моментов и скоростей вращения микроэлектродвигателей. – М.: Энергия, 1974. – 128 с.
2. Слободян Л.Р., Шеховцов В.І. Електромагнітні поля електротехнічних установок: навч. посібник. – К.: Либідь, 1994. – 176 с.