

УДК 620.92

МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ЗАМІРУ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ІНДУКЦІЙНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЕНЕРГІЇ ВІТРУ В ТЕПЛОТУ

Єремєєв В.С. - д-р техн. наук, професор, Жарков В.Я. – канд. техн. наук, доцент, Риженко А.А. – студент 4-го курсу.

Постановка проблеми. Оптимізувати параметри індукційного перетворювача енергії вітру в теплоту (ШЕВТ) з метою підвищення ефективності його роботи [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У світі спостерігається збільшення кількості та встановленої потужності малих вітроенергетичних установок (ВЕУ) [1]. Лідерами малої вітроенергетики є Китай - 500 тис. шт. середньою потужністю 0,45 кВт/од. і США - 151 тис. шт. потужністю 1,3 кВт/од.) [1]. Всесвітня вітроенергетична асоціація (WWEA) прогнозує, що до 2020 р. загальна встановлена потужність малих ВЕУ у світі досягне 5 ГВт, а ринок нових невеликих ВЕУ - близько 1 ГВт [2].

В Україні, як і в Росії, належної уваги малопотужним ВЕУ не приділяється, хоча потенційних власників малих ВЕУ досить багато [1].

В ТДАТУ запатентовано малопотужні індукційні перетворювачі енергії вітру в теплоту (патенти України: №6070, №8632, №12611, №22765, №27366, №50044), а також присадибний когенераційний вітропарк. [3]. Отже дослідження в області оптимізації конструкції малопотужних перетворювачів енергії вітру сьогодні мають науковий і практичний інтерес.

Мета статті. Математична обробка результатів експериментальних досліджень залежності магнітної індукції B від параметрів магнітної системи ШЕВТ, наведених в роботі [4].

Основні матеріали дослідження.

Результати експериментів [4]. Дослідження проводилися для зубцевих зон, які мали співвідношення в межах $b_{z0}=b_z/\tau=0,5\dots 1$; $h_{z0}=h_z/\tau=0,3\dots 1,5$, де τ – полюсне ділення (мм) [5]. Для фізичного

моделювання використано макет електромагнітної системи і зйомні пакети зубцевих зон із електротехнічної сталі (рис.1).

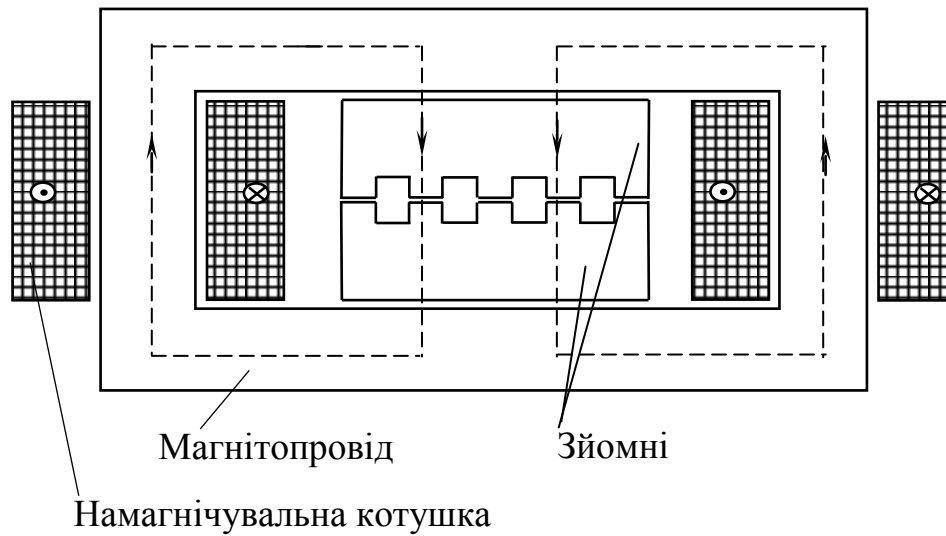


Рис.1. Макет електромагнітної системи.

Повітряний зазор між верхнім и нижнім пакетом можна змінювати від 0 до 10,5 мм, що відповідає δ_0 від 0 до 0,3. Дослідження проведені для зубцевих зон, які мали співвідношення в межах: $\delta_0 = \delta/\tau = 0,04 \dots 0,3$.

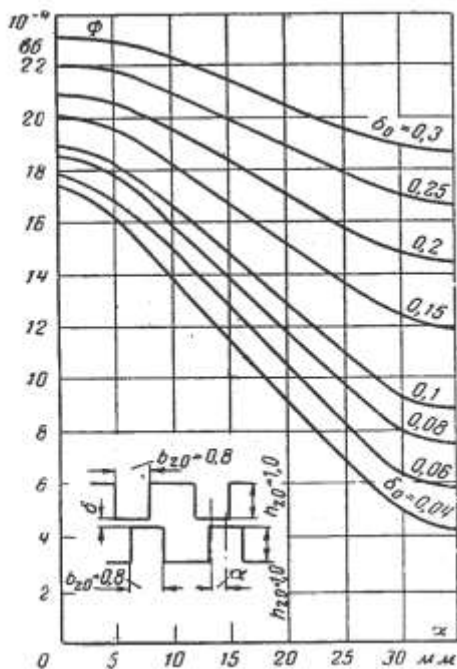


Рис. 2. Зміна магнітного потоку Φ в зазорі δ при переміщенні зубців якоря відносно зубців індуктора.

Магнітний потік створювався двома котушками, через котрі пропускався струм. Індукція в повітряному зазорі на ділянці зубцевого ділення 2τ визначалася балістичним методом. Під час дослідів положення одного зубця відносно іншого в межах одного зубцевого ділення змінювалося з дискретним кроком. Для кожного положення проводився замір індукції. Результати заміру залежності повного магнітного потоку Φ зубцевого ділення в зазорі δ від переміщення зубців якоря відносно зубців індуктора при різних значеннях величини зазору подані на рис. 2.

Математична обробка. Пронумеруємо залежності для різних величин зазорів δ_0 на рис. 2 від $r=1$ до $r=8$.

Розглянемо одну із залежностей з індексом r . Нехай кількість дослідів для неї становило n_r+1 . Припишемо кожному із цих дослідів індекс від 0 до n_r таким чином, щоб кожному значенню переміщення x_{rk} ($k=0,1,2,\dots, n_r$) відповідав магнітний потік $f(x_{rk})$. Побудуємо поліном Лагранжа на $n_r + 1$ вузлових точках x_{rk} и $f(x_{rk})$. Формула для полінома має вид [6]:

$$P_n(x) = \sum_{k=0}^n f(x_k) g_k(x) \quad (1)$$

де

$$g_k(x) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq k}}^{n_r} \frac{(x - x_j)}{(x_k - x_j)}. \quad (2)$$

Для виконання розрахунків складена програма на мові C⁺⁺. Код програми містить: 1) вихідний масив даних за результатом експериментів, тобто координати всіх вузлових точок x_{rk} і $f(x_{rk})$, $r=1, 2, \dots, 8$, x_{rk} ($k=0,1,2,\dots, n_r$); 2) функцію для розрахунку магнітного потоку за формулою (1); 3) процедуру для виводу інформації в вигляді таблиці; 4) процедуру для виводу інформації в вигляді графіка.

Тестування програми проводилося на прикладі побудови полінома Лагранжа для функції $y=\sin(x)$. Тестові іспити показали, що при інтерполюванні функції поліномом (1) забезпечує точність до 6-го знака.

В табл. 1 наведені результати розрахунків залежностей магнітного потоку для зазору $\delta_0=0,25$.

Таблиця 1. Залежність величини магнітного потоку від переміщення зубців якоря для зазору $\delta_0=0,25$.

x_i , мм	0	5,2	7,8	15,0	20,0	25,4	30,0
$U_{i(\text{експ.})}$	22,0000			20,0000	19,0000		17,0000
$U_{i(\text{розр.})}$	22,0000	21,5603	21,2233	20,0000	19,0000	17,8913	17,0000

Із табл.1 видно, що розрахункові значення магнітного потоку $U_{i(\text{розрах.})}$ у вузлових точках $x_i = 0, 15,0, 20,0$ і $30,0$ співпадають з експериментальними даними $U_{i(\text{експ.})}$, тому розроблений алгоритм може бути використаний при аналізі конструкції магнітної системи ППЕВТ для вітрового теплогенератора.

Висновки: Проведена математична обробка результатів виміру величини магнітного потоку в зазорі магнітопроводів для безпосереднього перетворення енергії вітру в теплоту за рахунок збудження вихрових струмів [4]. Отримані результати будуть використані при побудові імітаційної моделі магнітопроводів та обґрунтуванні їхньої конструкції.

Список використаних джерел

1. Жарков В.Я. Приусадебная ветроэнергетика: проблемы и пути решения/В.Я. Жарков//Вестник аграрной науки Дона.–2013.–Вып.3.–С. 45-53.
2. Поновлений звіт Всесвітньої вітроенергетичної асоціації, 2013 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://WWEA-releases-2013-small-wind-world-report-update>.
3. Пат. Україна по заявці u201407655, МПК F03D3/06, F03D9/00. Присадибний когенераційний вітропарк/ В.Я Жарков, В.С. Єремєєв, С.С. Червонченко, А.А. Риженко, 2014.
4. Жарков В.Я. Дослідження параметрів магнітної системи вітрового теплогенератора/ В.Я. Жарков // Вісник ХНТУСГ.- Харків, 2006.- Вип. 43,т.1.- С.223-227.
5. Альпер Н.Я. Индукторные генераторы/ Н.Я Альпер, А.А Терзян. - М.: Энергия, 1970.- 192 с.
6. Єремєєв В.С. Теорія планування та обробки експерименту. Навчальний посібник/ В.С. Єремєєв, Г.М. Ракович.- Мелітополь: МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2012. - 92с.