

великих швидкостях вітру зростання ККД усієї системи досягає 6 % порівняно з традиційним керуванням зі спрямуванням вектора лінійного струму якоря за вектором ЕРС.

1. Мокін Б.І. До питання вибору вітрових двигунів і електричних генераторів вітрових електричних станцій / Б.І. Мокін, О.Б. Мокін, О. А. Жукова // Вісн. Вінницьк. політехн. ін-ту. – 2007. – № 6 – С. 52–56 2. Щур І.З. Багатофункціональне керування активним випрямлячем в локальній вітроенергетичній системі з вертикальною віссю обертання / І.З. Щур, О.Р. Турленко // Вестн. Нац. ун-та «Харьк. политехн. ин-т». – Вып. 30: Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков, 2008. – С. 418–420. 3. Щур І.З. Енергетична ефективність різних способів відбору потужності від синхронного генератора з постійними магнітами у вітроенергоустановці / І.З. Щур, О.Р. Турленко // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2009. – № 654. – С. 272–277. 4. Щур І.З. Оптимальне керування електричним навантаженням синхронного генератора з постійними магнітами у вітроенергоустановці / І.З. Щур, О.Р. Турленко // Наук.-тех. журн. «Електроінформ» «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика». – Львів, 2009. – С. 321–325.

УДК 629.313.33

Б.М. Харчишин

Національний університет “Львівська політехніка”,
СКБ електромеханічних систем

СПОСІБ ПОКРАЩАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАВАЧІВ ОБМЕЖЕНОГО КУТА ПОВОРОТУ

© Харчишин Б.М., 2010

Описано спосіб намотування вихідних обмоток давачів обмеженого кута повороту, який спрощує технологію виготовлення, вирівнює їх потокозчеплення розсіяння, що покращує метрологічні характеристики. Запропоновано методику розрахунку обмоткових даних.

The method of target windings reeling in the gauges with limited rotation angle is described, which simplifies their production, levels the magnetic flux linkage dispersion that improves metrological characteristics. The technique of winding data calculation is provided.

Вступ

У сучасних електроприводах систем слідкування дедалі частіше застосовуються індукційні давачі обмеженого кута повороту (ДК) з трансверсною магнітною системою, які за повної відсутності реактивного моменту дозволили значно розширити діапазон вимірюваних кутів [1]. Дія такого давача кута ґрунтується на зміні коефіцієнтів взаєміндукції між його обмоткою збудження та сигнальними обмотками залежно від кутової координати положення якоря. Конструктивно трансверсна магнітна система забезпечує протікання потоків збудження у площинах, що проходять через вісь повертання пасивного ротора.

У таких ДК обмотка збудження й сигнальні обмотки вкладаються в тангенційні пази магнітопроводу статора. Найпростіша структура магнітної системи ДК трансверсного типу показана на рис. 1.

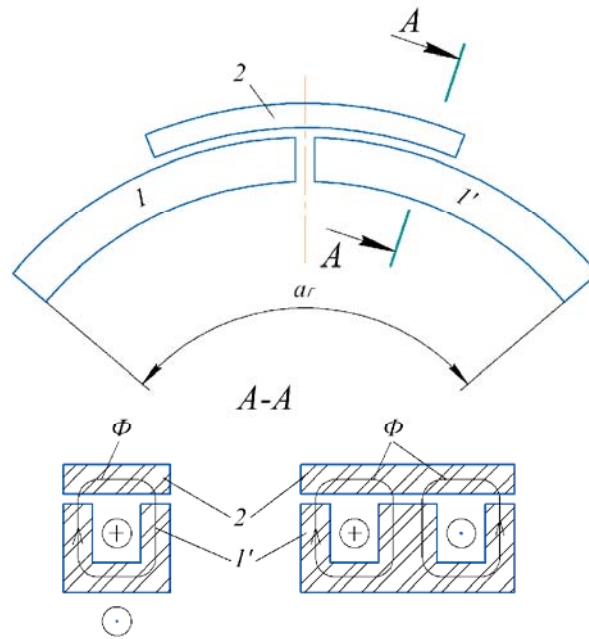


Рис. 1. Структура трансверсної двосегментної магнітної системи ДК на базі П-подібних (а) і Ш-подібних осердь (б): 1 і 1' – сегменти осердя магнітопроводу статора; 2 – ярі

Аналіз останніх досліджень і постановка задачі

Відомо, що недоліки двосегментної структури трансверсної магнітної системи [2] усуваються шляхом вмикання послідовно з витками сигнальної обмотки додаткових w_k компенсувальних витків, намотаних колінеарно до витків обмотки збудження (для розширення інформаційної складової вихідних напруг сигнальних обмоток) і шляхом виконання структури магнітопроводу багатосегментною (для зменшення вдвічі габаритного кутового розміру давача α_r). На рис.2 схематично наведена структура однієї сигнальної та компенсаційної обмоток і закон розподілу витків для п'ятисегментного магнітопроводу. Для другої сигнальної обмотки існує повна симетрія відносно площини α .

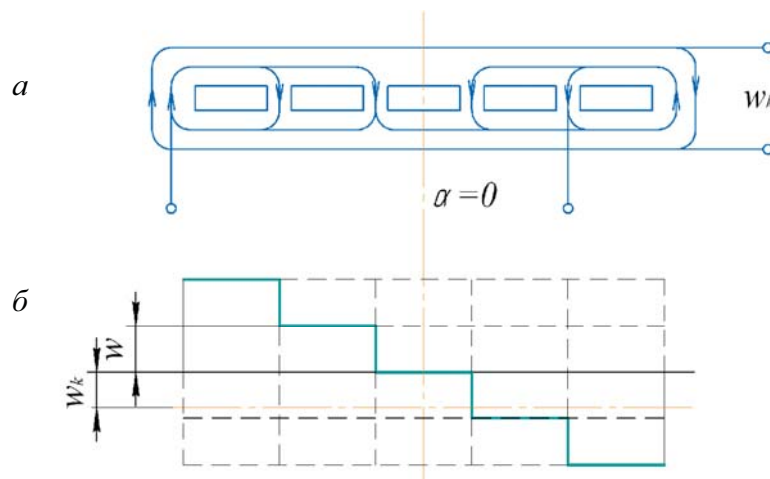


Рис. 2. Структура сигнальної обмотки (а) і закон розподілу її витків на сегментах (б)

Метод визначення цифрового коду кута ($cod\alpha$) забезпечує нечутливість до можливих девіацій параметрів джерела збудження (до девіації амплітуди, частоти й фази U_f), а також до температурного впливу довкілля з урахуванням тепловиділення у самому ДК. Це забезпечується

двома сигнальними обмотками, які характеризуються формою функційної залежності їх амплітуд від кута α , що показана на рис.3, і яку в загальному випадку можна описати виразами

$$\begin{aligned} E_{s1}(\alpha) &= E_{av} + E(\alpha); \\ E_{s2}(\alpha) &= E_{av} - E(\alpha), \end{aligned} \quad (1)$$

де $E(\alpha)$ – інформаційна складова вихідних сигналів; E_{av} – деяка постійна складова.

На рис. 3 позначено: $E_{s\max}$ і $E_{s\min}$ – максимальне і мінімальне значення амплітуд вихідних сигналів у робочому діапазоні кутів $\pm\alpha_p$. Тоді

$$E_{av} = 0,5 \cdot (E_{s\max} + E_{s\min}). \quad (2)$$

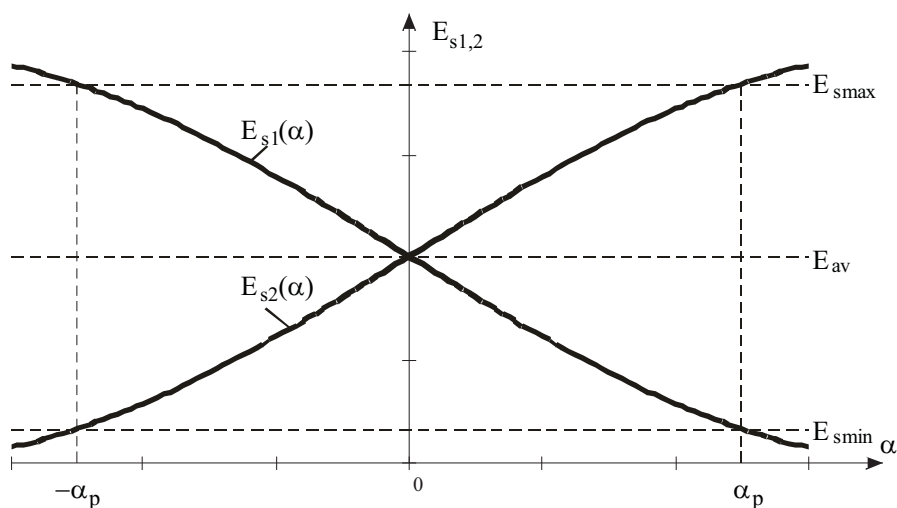


Рис.3. Бажана форма функційних залежностей $E_{s1}(\alpha)$ і $E_{s2}(\alpha)$

Загальна вимога до форми $E_{s1}(\alpha)$ і $E_{s2}(\alpha)$ – вони водночас повинні бути дзеркально симетричними відносно осі ординат і прямої E_{av} . Крім того залежності амплітуди сигналів від кута повинні бути прямо пропорційні. В іншому випадку значення кута α потрібно визначати за функцією, зворотною до функції $E(\alpha)$, за допомогою програмованих логічних інтегральних схем.

Існуючий принцип побудови та намотування обмоток [2] не дає змоги забезпечити повної симетрії їх потокозчеплень і приводить до зниження якості метрологічних характеристик, що визначається переважно конфігурацією взаємного розташування в просторі витків сигнальних, компенсаційних та збуджувальних обмоток.

Об'єкт досліджень

Об'єктом досліджень у цій статті є структура сигнальних обмоток давачів обмеженого кута повороту з трансверсною багатосегментною магнітною системою.

Виклад основного матеріалу

Заданими наперед величинами для створення вихідних обмоток ДК [2] є n – кількість сегментів магнітопроводу; w – перепад кількості витків між суміжними сегментами; w_k – кількість витків компенсаційної обмотки.

Схему та алгоритм намотування потрібно розглядати окремо для парних та непарних значень n . На рис. 4 показана схема однієї вихідної обмотки, що включає одночасно сигнальну і компенсаційну, на прикладі $n=6$. Тут і далі стрілками вказано напрям намотування.

Алгоритм визначення кількості витків для випадку парної кількості сегментів магнітопроводу наведений у табл. 1. Знак мінус перед значенням кількості витків означає зворотний напрям намотування.

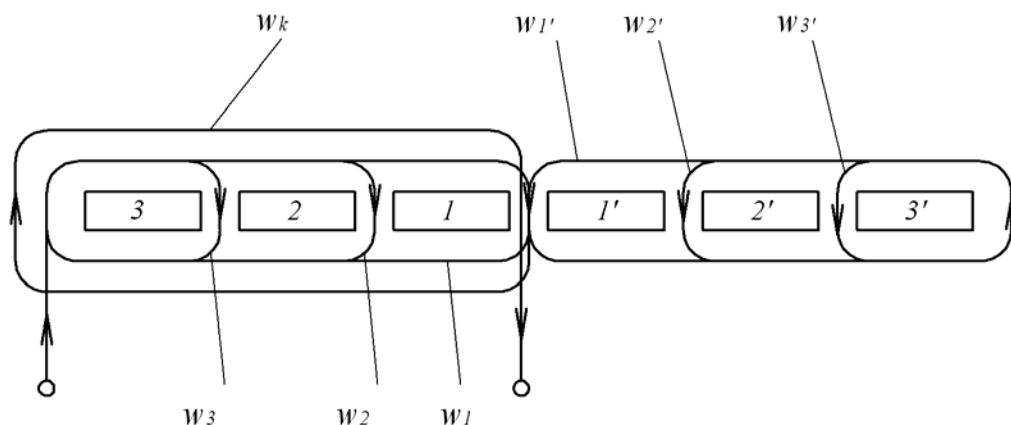


Рис. 4. Схема вихідної обмотки ДК для парних n ($n = 6$)

Таблиця 1

**Алгоритм визначення кількості витків
для випадку парної кількості сегментів магнітопроводу**

| Кількість сегментів n | Кількість витків | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------|-------|---------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| | w_4 | w_3 | w_2 | w_1 | $w_{1'}$ | $w_{2'}$ | $w_{3'}$ | $w_{4'}$ |
| 2 | – | – | – | $\frac{w - w_k}{2}$ | $-\frac{w - w_k}{2}$ | – | – | – |
| 4 | – | – | w | $\frac{w - w_k}{2}$ | $-\frac{w - w_k}{2}$ | $-w$ | – | – |
| 6 | – | w | w | $\frac{w - w_k}{2}$ | $-\frac{w - w_k}{2}$ | $-w$ | $-w$ | – |
| 8 | w | w | w | $\frac{w - w_k}{2}$ | $-\frac{w - w_k}{2}$ | $-w$ | $-w$ | $-w$ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

На рис. 5 подана схема однієї вихідної обмотки для непарної кількості n на прикладі $n=5$.

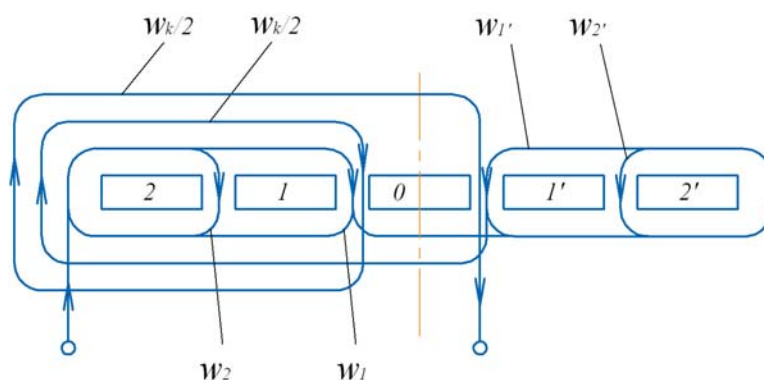


Рис. 5. Схема вихідної обмотки ДК для непарних n ($n = 5$)

Алгоритм визначення кількості витків для випадку непарної кількості сегментів магнітопроводу наведений у табл. 2.

Намотування вихідних обмоток необхідно розділити на дві технологічні операції – одночасне намотування обох фаз та окреме. Спільне намотування починається зразу двома окремими провідниками (потовщена лінія на рис. 6). Отже, забезпечується рівна кількість витків обох обмоток

(симетричність), та ідентичне розташування їх витків стосовно обмотки збудження. Після спільного намотування здійснюється окреме симетричне намотування компенсаційних витків w_k кожної з вихідних обмоток (тонка лінія на рис. 6). Порядок намотування витків: $w_3, w_2, w_1, w_{3'}, w_{2'}, w_{1'}, w_k$.

Таблиця 2

**Алгоритм визначення кількості витків
для випадку непарної кількості сегментів магнітопроводу**

| Кількість сегментів n | Кількість витків | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------|-------|---------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| | w_4 | w_3 | w_2 | w_1 | $w_{1'}$ | $w_{2'}$ | $w_{3'}$ | $w_{4'}$ |
| 3 | – | – | – | $w - \frac{w_k}{2}$ | $-\left(w - \frac{w_k}{2}\right)$ | – | – | – |
| 5 | – | – | w | $w - \frac{w_k}{2}$ | $-\left(w - \frac{w_k}{2}\right)$ | w | – | – |
| 7 | – | w | w | $w - \frac{w_k}{2}$ | $-\left(w - \frac{w_k}{2}\right)$ | w | w | – |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

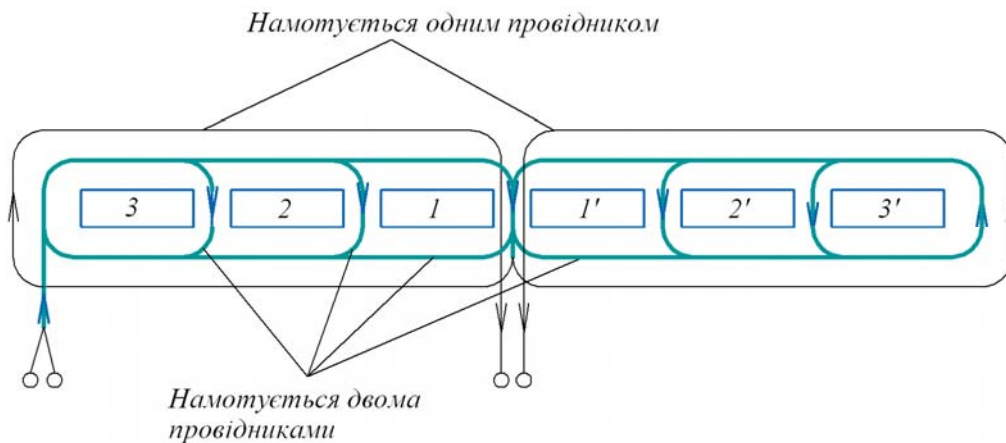


Рис. 6. Порядок намотування сигнальних та компенсаційних витків ($n=6$)

Висновки

Отже, наведений порядок намотування та алгоритм визначення кількості витків на відповідних сегментах магнітопроводу давача обмеженого кута повороту дозволяє забезпечити ідентичне взаємне розташування у просторі витків сигнальних, компенсаційних та збуджувальних обмоток, а тим самим і лінійність та дзеркальну симетричність його вихідних сигналів, що значно покращує метрологічні характеристики ДК. Крім того значно спрощується технологія намотування, збільшується продуктивність та зменшується відсоток бракованої продукції, пов'язаний з різновитковістю вихідних обмоток давача кута.

1. Завгородній В.Д. Квантово-механічна модель давачів кута індукційного типу (Ч. 6: Безконтактні давачі обмеженого кута повороту) // Електротехніка і електромеханіка. – 2005. – № 4. – С. 45–50. 2. Бойко А.С., Завгородній В.Д. Основи проектного розрахунку давачів обмеженого кута повороту з трансверсною магнітною системою // Електротехніка і електромеханіка. – 2008. – № 5. – С. 10–15.