

$$V_{op} = \frac{\Delta\phi 4\pi R}{h\mu_0 I} \left[ I_{R(x)}^{\Sigma} \right]^{-1}, \quad (46)$$

а, обозначив через  $A = 4\pi R / h\mu_0 I$  приходим к выражению:

$$V_{op} = A \frac{\Delta\phi}{I_{R(x)}^{\Sigma}}. \quad (47)$$

Приняв напряжение на электродах влагопреобразующего элемента, равное максимальному амплитудному значению, т.е.  $\Delta\phi = 24B$ , и имея табулированные для различных  $X$  значения суммарного радиального интеграла  $I_{R(x)}^{\Sigma}$ , получим значения скорости дрейфа  $V_{op}$  в межэлектродных промежутках влагопреобразующего элемента ТЭПВ, результаты которого приведены в таблице 4, в колонке 3.

#### Выводы

1. Суммарное магнитное поле на межвитковых промежутках изменяется с расстоянием между электродами влагопреобразующего элемента ТЭПВ по закону, весьма близким к линейному.

2. Точка инверсии (точка, в которой напряженность суммарного магнитного поля изменяет свой знак, проходя через нуль), лежит вблизи середины межвиткового промежутка и ее расстояние от середины промежутка уменьшается с увеличением его порядкового номера. Но уже на десятом межвитковом промежутке она находится точно на середине этого промежутка. После перехода к противоположному концу влагопреобразующего элемента картина повторяется в обратном порядке.

3. Отмечается также асимметрия магнитного поля относительно поверхности влагопреобразующего элемента, у краев которого напряженность магнитного поля одного направления по модулю заметно отличается от напряженности магнитного поля противоположного направления. Эта периодичность особенно существенна на межвитковых промежутках обоих концов влагопреобразующего элемента. По мере удаления от одного из концов это различие по модулю исчезает и снова возрастает при приближении к противоположному концу влагопреобразующего элемента ТЭПВ.

Таким образом, в данной конструкции влагопреобразующего элемента будет несколько увеличен его ресурс за счет изменения направления массопереноса гигроскопического вещества вдоль одного из электродов. Это является следствием подключения к электродам ТЭПВ источника тока с противоположных сторон. В этом случае суммарный массоперенос гигроскопического вещества в межвитковом промежутке, в каком либо одном направлении, вдоль электродов не происходит.

#### Литература

1. Литвинов А.М. Стационарный режим работы подогревного электролитического преобразователя влажности / Литвинов А.М. – К. : Наукова думка. – 1979. – С. 84–92.
2. Воронец Д. Термодинамические свойства и применение / Д. Воронец, Д. Козич. – М. : Энергоатомиздат. – 1984. – С. 85–89.
3. Ландау Л.Д. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М. : Наука, – 1988. – 512 с.
4. Тамм И.Е. Основы теории электричества / Тамм И.Е. – М. : Наука – 1976. – 616 с.

Надійшла 26.11.2011 р.

Рецензент: д.т.н. Скрипник Ю.О.

УДК 621.33

В.Д. КОСЕНКОВ, Л.В. СКУБІЙ

Хмельницький національний університет

Д. А. ІВЛЄВ

Одеський національний політехнічний університет

### ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКТИВНОЇ ЕРС МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З РОЗДІЛЬНИМИ П-ПОДІБНИМИ МАГНІТОПРОВОДАМИ ІНДУКТОРА

*В статті отримані залежності, що дозволяють визначити величину реактивної ЕРС секції якорної обмотки, що комутується, залежно від схеми укладки обмотки та геометричних розмірів магнітного кола машини постійного струму з роздільними П-подібними магнітопроводами індуктора.*

*In the studies obtained relationships for determining the value of reactive EMF anchor winding section which is switched depending on the conclusion of the winding circuit and geometrical dimensions of magnetic circuit DC machine with separate P – similar magnetic inductor.*

Ключові слова: магнітопровід, магнітна провідність, реакція якоря.

#### Постановка проблеми і аналіз публікацій

Останнім часом розроблено ряд конструкцій машин постійного струму обертового та лінійного

типу, в яких магнітне поле реакції якоря суттєво зменшується за рахунок спеціального виконання магнітопроводу індуктора. Це дозволяє звести величину робочого повітряного проміжку  $\delta$  до технологічного і суттєво зменшити магніторушійну силу (МРС) обмотки збудження. Так в [1] представлено магнітопровод лінійного двигуна постійного струму, в якому ярмо та полюси шихтовані в напрямку, поперечному напрямку замикання поля реакції якоря. В роботі [2] запропонований магнітопровід індуктора, виконаний з окремих П-подібних частин, розділених повітряними проміжками на шляху замикання поля поперечної реакції якоря. При цьому обмотки збудження та якоря розташовані, як і у звичайній машині постійного струму, на нерухомій та рухомій частинах, чи навпаки.

Цікавими, з точки зору досліджуваного питання, є конструкції [3, 4], в яких обмотка збудження та обмотка якоря, тобто обмотка, в якій наводиться електрорушійна сила (ЕРС), розташовані на одній частині машини (рухомій чи нерухомій), а магнітопроводи також виконані з окремих П-подібних частин.

На рис. 1 представлено верхню половину поздовжнього розрізу конструкції одноімєннополюсної торцевої машини постійного струму.

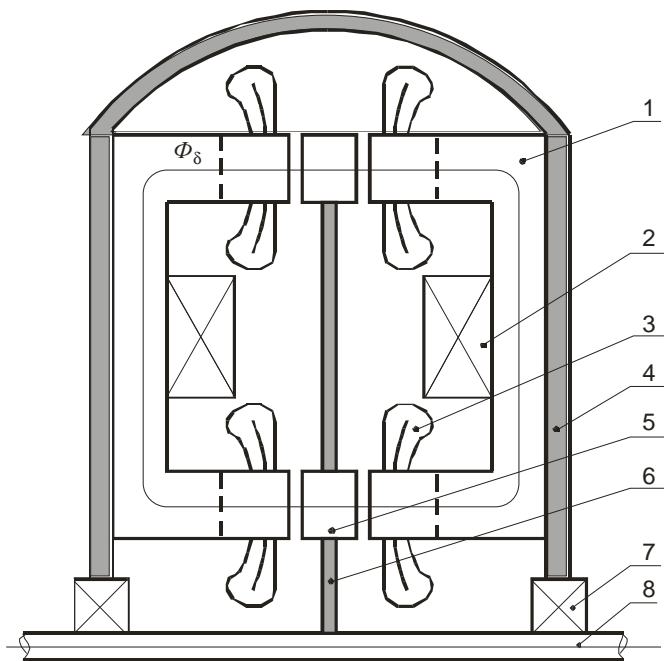


Рис. 1.

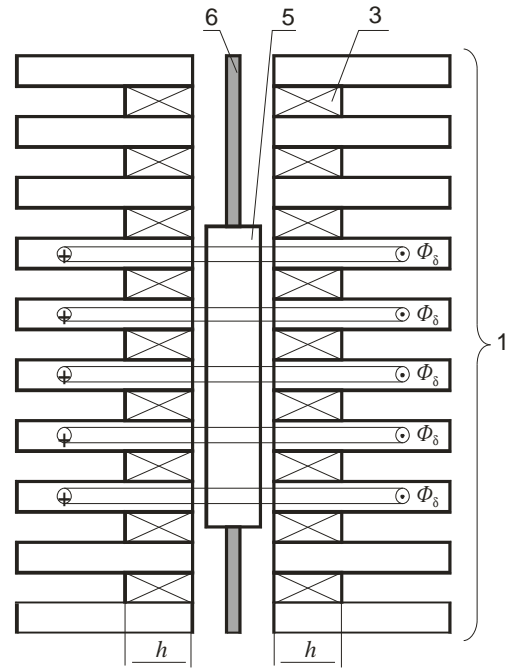


Рис. 2.

Конструкція включає П-подібні магнітопроводи індуктора 1, що кріпляться до неферомагнітного корпусу 4, кільцеву обмотку збудження 2 та обмотку якоря 3. Рухома частина торцевої машини представляє феромагнітні полюси 5, що закріплені на неферомагнітному диску 6, який закріпленний на валу 8. Вал 8 обертається в підшипниках 7.

На рис. 2 показано шлях протікання магнітного потоку збудження  $\Phi_{ЗБ}$ , якщо дивитись на розгортку зовнішньої поверхні активної зони машини в межах двох полюсних ділень.

Задачею дослідження є розробка рекомендацій щодо визначення реактивної ЕРС секції, що комутується, в таких конструкціях машин постійного струму.

#### Основні результати

Особливості конструкції машини з розділними П-подібними магнітопроводами обумовлюють особливості визначення магнітної провідності для потоку секції обмотки, від якої залежить величина реактивної ЕРС. Розглянемо ці особливості для секції, що комутується і знаходиться в міжполюсному просторі. Порівняння будемо проводити з магнітною провідністю для потоку секції якорної обмотки машин постійного струму з прямокутними відкритими пазми. Будемо вважати, що паз по висоті  $h$  повністю заповнений секцією обмотки, наприклад одношарової [5].

На рис. 3 наведено модель для розрахунку пазової провідності та розподіл напруженості магнітного поля вздовж паза при магнітній проникливості сталі  $\mu_{СТ} = \infty$ .

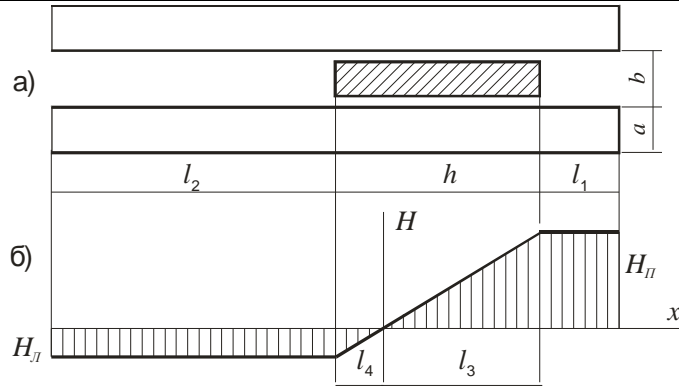


Рис. 3.

На рис. 3 довжина  $l_1$  враховує кріплення секції в пазу та еквівалентне подовження магнітопроводу, що враховує розсіювання магнітного потоку з торців. Так, за рекомендаціями [6], провідність на одиницю довжини, що враховує потоки з торців, визначається формулою:

$$\Lambda = \frac{\mu_0}{\pi} \cdot \ln \left( 1 + \frac{2a}{b} \right), \quad (1)$$

де  $\mu_0$  – магнітна проникливість пустоти.

Тоді еквівалентне подовження  $l_1'$ , що входить в довжину  $l_1$ , можна визначити за формулою:

$$l_1' = \frac{b}{\pi} \cdot \ln \left( 1 + \frac{2a}{b} \right). \quad (2)$$

Для визначення точки перетину осі  $x$  на рис. 3б (розмір  $l_3$ ), скористуємось рівністю площ зліва та справа від нуля:

$$H_{\text{п}} l_1 + H_{\text{п}} \frac{l_3}{2} = H_{\text{л}} \frac{h - l_3}{2} + H_{\text{л}} l_2. \quad (3)$$

Довжина  $l_2$  враховує не заповнений якірною обмоткою простір між сусідніми П-подібними магнітопроводами. Величина  $l_2$  визначається як половина середньої лінії П-подібного магнітопроводу за вирахуванням величини  $h$ .

Використаємо також рівняння:

$$H_{\text{л}} b + H_{\text{п}} b = I, \quad (4)$$

де  $I$  – повний струм паза.

Після підстановки та перетворень отримуємо:

$$H_{\text{п}} = \frac{I}{b} \cdot \frac{l_2 + h/2}{l_1 + l_2 + h}, \quad (5)$$

$$H_{\text{л}} = \frac{I}{b} \cdot \frac{l_1 + h/2}{l_1 + l_2 + h}, \quad (6)$$

$$l_3 = \frac{(l_2 + h/2)h}{l_1 + l_2 + h}, \quad (7)$$

$$l_4 = h - l_3 = \frac{(l_1 + h/2)h}{l_1 + l_2 + h}. \quad (8)$$

Розглянемо потোকзчеплення витків паза. Для витків, що розташовані на ділянці від  $-l_4$  до  $+l_4$ , напруженість магнітного поля  $H_x = \frac{I}{b} \cdot \frac{x}{h}$ , а потোকзчеплення на одиницю довжини  $l_8$ :

$$\Psi_1 = \int_0^{l_4} 2W_x \mu_0 H_x dx = \int_0^{l_4} 2W \frac{x}{h} \mu_0 \frac{I}{b} \frac{x}{h} dx = \frac{2}{3} \frac{W \mu_0 I}{b \cdot h^2} l_4^3. \quad (9)$$

Тут  $W$  – кількість витків в пазу.

Потокзчеплення тих же витків, але від потоку, що створюється витками, розташованими від  $x = l_4$

до  $x = l_3$ :

$$\Psi_2 = \int_{l_4}^{l_3} 2 \frac{W}{h} l_4 \cdot \mu_0 \frac{I}{b} \cdot \frac{x}{h} dx = \frac{W \cdot l_4 \cdot \mu_0 I}{b \cdot h^2} (l_3^2 - l_4^2). \quad (10)$$

Потокозчеплення витків, що розташовані від  $x = l_4$  до  $x = l_3$ :

$$\Psi_3 = \int_{l_4}^{l_3} \frac{W}{h} (x - l_4) \cdot \mu_0 \frac{I}{b} \cdot \frac{x}{h} dx = \frac{W \cdot \mu_0 I}{3b \cdot h^2} (l_3^3 - l_4^3) - \frac{W \cdot \mu_0 I \cdot l_4}{2b \cdot h^2} (l_3^2 - l_4^2). \quad (11)$$

Потокозчеплення усіх витків з потоком ділянки  $l_1$ :

$$\Psi_4 = W \cdot \mu_0 H_{II} l_1 = W \cdot \mu_0 \frac{I}{b} \cdot \frac{l_2 + h/2}{l_1 + l_2 + h} \cdot l_1. \quad (12)$$

З урахуванням всіх складових повна питома пазова провідність визначається формулою:

$$\lambda_{II} = \frac{1}{b \cdot h^2} \cdot \left( \frac{l_3^3}{3} + \frac{l_4 \cdot l_3^2}{2} - \frac{l_4^3}{6} \right) + \frac{l_1 \cdot l_3}{b \cdot h}. \quad (13)$$

Порівняємо цю провідність з провідністю прямокутного паза звичайної машини постійного струму.

Візьмемо  $l_1 = 0$ , а  $l_2 = 2h$ , тоді отримаємо  $\lambda_{II} = \frac{h}{4b}$ , а у звичайної машини, як відомо [7]  $\lambda_{II} = \frac{h}{3b}$ .

Тобто не зважаючи на якби продовження висоти паза на величину  $l_2$ , його провідність не збільшилась через відкритість з обох сторін.

При розгляді провідності лобових частин секції слід враховувати тип обмотки. Якщо це звичайна обмотка машини постійного струму [7, 8], то сумарна картина розподілу МРС від усіх секцій протягом полюсного ділення повторює картину розподілу МРС реакції якоря в повітряному проміжку і тому провідність взаємоіндукції по відношенню до секції, що комутується, дорівнює нулю.

Інша картина спостерігається для обмотки, яка розроблена для лінійного варіанту машини постійного струму, і секції якої укладені групами на двох полюсних діленнях [5]. На рис. 4а показаний фрагмент одношарової обмотки для одного положення полюса, а на рис. 4б – розподіл МРС її лобових частин.

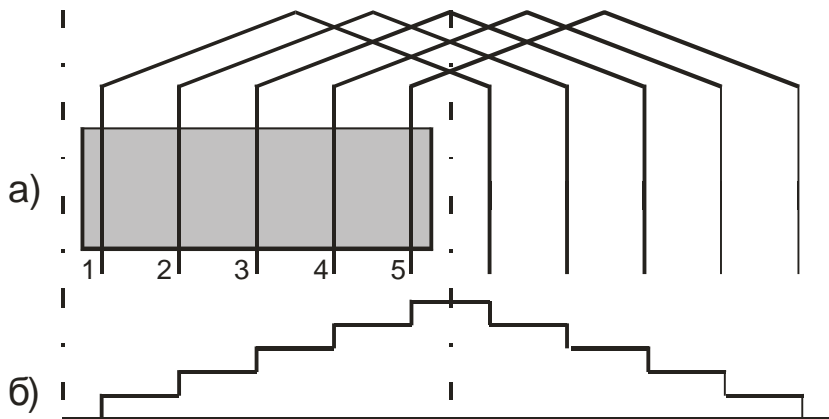


Рис. 4.

З рис. 4 видно, що секція, яка буде комутуватись (це секція 1 або секція 5), охоплюється найбільшим потоком взаємоіндукції. За рекомендацією [8] при визначенні провідності для лобових частин секції можна скористатись формулою:

$$\lambda_{II} \approx (0,5\mathbf{K}1,0) l_{II} / l_{\delta}. \quad (14)$$

Якщо цю формулу застосувати і для провідності взаємоіндукції, то в такому випадку при діаметральному кроці обмотки ми приходимо до формули:

$$\Lambda_{II} = (0,5\mathbf{K}1,0) \frac{l_{II}}{l_{\delta}} + (0,5\mathbf{K}1,0) \frac{l_{II}}{l_{\delta}} \sum_{k=1}^{y_1-1} (y_1 - k). \quad (15)$$

де  $y_1$  – перший частковий крок обмотки.

Слід зазначити, що таку провідність для секції, що комутується, ми маємо при положенні полюса згідно рис. 4. Якщо змістити полюс на половину полюсного ділення  $\tau$ , то сумарна ЕРС взаємоіндукції буде

дорівнювати нулю для лобових частин секції, що комутується. Таким чином, в такій обмотці за умовами комутації секції обмотки знаходяться не в рівних умовах.

Замітимо, що для компенсації поздовжнього потоку від МРС лобових частин одношарової обмотки у двостороннього двигуна укладка секцій протилежних сторін групами здійснюється зі зміщенням на  $\tau$ .

#### Висновки

В результаті дослідження отримані залежності, що дозволяють визначити величину реактивної ЕРС секції ярірної обмотки, що комутується, залежно від схеми укладки обмотки та геометричних розмірів магнітного кола машини постійного струму з роздільними П-подібними магнітопроводами індуктора. Отримані залежності справедливі як для одноіменнопольової, так і для різноіменнопольової систем збудження основного магнітного потоку.

#### Література

1. А. с. 1578791 ССРСР, МКИ Н 02 К 1/14. Магнітопровод індуктора машини постійного тока / В.Д. Косенков, Л.В. Скубий (СССР). – № 4239677/24-07 ; заявл. 25.03.87 ; опубл. 15.07.90, Бюл. № 26.
2. Пат. № 35916 Україна, МПК Н 02 К 41/02. Індуктор циліндричного лінійного двигуна постійного струму / Косенков В.Д., Скубий Л.В. ; заявник та патентовласник ХНУ. – № u200805514 ; заявл. 29.04.2008 ; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19.
3. Булгар В.В. Применение двигателей постоянного тока в низкоскоростных безредукторных электроприводах / В.В. Булгар, Д.А. Ивлев // Труды ОНПУ. Научный и производственно – практический сборник. Одесса: – 2010. – Вып. 1(33) – 2(34). – С. 99-104.
4. Пат. № 95429 Україна, МПК Н 02 К 19/06. Торцева електрична машина бііндукторного типу / Булгар В.В., Івлєв А.Д., Івлєв Д.А., Яковлев О.В., Косенков В.Д. – № u201014458 ; заявл. 03.12.2010 ; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.
5. А. с. 448541 ССРСР, МКИ Н 02 К 3/18. Однослойная петлевая обмотка линейного электродвигателя постоянного тока / В.И. Артеменко, В.Т. Беликов, В.Д. Косенков(СССР). – № 1770879/24-7 ; заявл. 10.04.72 ; опубл. 30.10.74, Бюл. № 40.
6. Постоянные магниты. Справочник /Альтман А. Б., Герберг А. Н., Гладышев П. А. и др.; Под. ред. Ю.М. Пятин. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Энергия, 1980. – 488 с., ил.
7. Костенко М.П. Электрические машины : в 2-х ч. Машины постоянного тока. Трансформаторы. : [учебник для студ. высш. техн. заведений] / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский ; [3-е изд., перераб.] – Л. : Энергия, 1972. – Ч. 1. – 544 с.
8. Сергеев П.С. Проектирование электрических машин : [учебник для студ. высш. техн. учебн. заведений] / Сергеев П.С., Виноградов Н.В., Горяинов Ф.А. ; [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Энергия, 1969. – 632 с.

Надійшла 19.12.2011 р.

Рецензент: д.т.н. Троцишин І.В.

УДК 519.816:681.518.25

В.М. ДУБОВОЙ, Г.Ю. ДЕРМАН  
Вінницький національний технічний університет

### ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО РОЗВИТКУ КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*Наведена формалізована постановка задачі прийняття рішень щодо розвитку корпоративної інформаційної системи. Запропоновано один із шляхів розв'язання поставленої задачі.*

*Was described a formalized statement of the problem of decision making on the development of corporate information system. Was suggested one of the ways to solve the task.*

Ключові слова: інформаційна система, процес розвитку, інформація, втрати, стратегія.

Інформаційні системи (ІС) все більше перетворюються на інструмент для підвищення ефективності. Більшість сучасних ІС, незважаючи на їх велику кількість, залишаються дорогими в проектуванні і реалізації, вимагають багато часу для коректної розробки часто не задовольняють потреби підприємства повною мірою, і, таким чином, через певний проміжок часу потребують модернізації у зв'язку з моральним і фізичним старінням певних її компонентів.

Довготривалий план дій з інформаційного забезпечення підприємства називають ІТ-стратегією [1]. Формування ІТ-стратегії також знижує ризики реалізації ІТ-проектів і підвищує ймовірність їхнього успіху. Для здійснення ІТ-стратегії необхідна велика кількість інформації. Одна з основних ознак інформації – невизначеність, яка має низку можливих результатів, імовірність яких або не відома, або часткова, або не має сенсу [2]. Основною причиною невдач є відсутність або слабка пропрацьованість методів моделювання