



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60195 (13) A

(51) 7 H02K29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ОДНОФАЗНИЙ ДВИГУН З КОТКИМ РОТОРОМ

1

2

(21) 2003021757

(22) 27 02 2003

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(73) Рабешко Олексій Степанович, Ракович Василь Якович

(57) 1 Однофазний двигун з котким ротором, що містить шихтоване осердя і обмотку статора, напівпровідникові випрямні діоди для комутації струму в котушках обмотки, шихтоване осердя ротора, який відрізняється тим, що на осерді статора передбачено чотири рівномірно розміщені по колу зубці, на які намотано в одну сторону чотири індуктивно зв'язані котушки увімкнені послідовно - зустрічно перша і третя по порядку котушки і послідовно - узгоджено з'єднані два діоди поміж ними, підключені до однофазної мережі змінного струму з використанням

своєх вільних виводів і нейтрального проводу, виведеного із точки з'єднання діодів так, щоб по першій протікали імпульси струму, обумовлені дією прямих, а по третій - зворотних півхвиль напруги мережі друга і четверта по порядку котушки закорочені через окремі діоди, відповідно друга - зустрічно, а четверта - узгоджено, або навпаки по відношенню до своїх виводів так, щоб в них виникали імпульси струму зсунуті в часі по відношенню до імпульсів струму відповідно в першій і третій котушках при їх затуханні

2 Однофазний двигун по п. 1, який відрізняється тим, що в електричних колах першої - третьої або другої і четвертої котушок передбачені перемикачі зміни напрямку вмикання діодів цих кіл для реверсування обертів ротора

Винахід відноситься до галузі електромашинобудування, який може бути використаний в безредукторному електроприводі автоматизованого обладнання

Відомий двигун з котким ротором (ДКР) типу ДКРВ-1Ф, живлення яким здійснюють від однофазної мережі змінного струму [1]. На шихтованому циліндричному осерді статора цього двигуна передбачені шістнадцять зубців, на яких розміщені котушки двохфазної чотирьохзонної обмотки статора (по дві на фазу). Осердя ротора являє собою тонкостінне феромагнітне кільце, яке встановлене на валу через еластичні підвіски. Зони фаз між собою включені послідовно - зустрічно. Необхідне для обертання ротора чергування імпульсів струму в зонах фаз із зсувом в часі здійснюється з використанням паралельно включеного конденсатора і чотирьох напівпровідникових випрямних діодів. Реверсування обертів ротора здійснюється шляхом переключення конденсатора з одного затискача джерела живлення на другий.

Наявність в цьому ДКР конденсатора і відносно складної чотирьохзонної електромагнітної системи веде до ускладнення і подорожчання в цілому його конструкції.

Близький до винаходу, що пропонується, по технічній суті є однофазний синхронно-реактивний ДКР з вентильним підмагніченням [2]. Магнітопровід

статора складається із чотирьох П-подібних стрижнів, які набрані із ізолюваних листів електротехнічної сталі. На кожному із стрижнів намотані котушки. Котушки протилежних стрижнів утворюють фазу двохфазної обмотки статора. Магнітопровід ротора складається із двох циліндричних осердь, які набрані із ізолюваних листів електротехнічної сталі і встановлені на торцях феромагнітного корпусу. Створений імпульсом струму котушки магнітний потік в активній зоні двигуна проходить в радіальному напрямку, а на інших ділянках магнітопроводу - в осьовому напрямі. Живлення двигуна здійснюється від однофазної мережі змінного струму. Часовий зсув в часі імпульсів струму в фазах (котушках) обмотки здійснюється з допомогою послідовно включеного в одну із фаз конденсатора і напівпровідникового некерованого комутатора.

Суттєвими недоліками цього ДКР є відносна складність конструкції і технології виготовлення електромагнітної системи, а також необхідність застосування фазозсуваючого конденсатора, які ведуть до збільшення його вартості.

Завданням винаходу є спрощення і здешевлення конструкції однофазного двигуна з котким ротором.

Поставлене завдання вирішується шляхом включення із складу двигуна конденсатора і застосу-

(19) UA (11) 60195 (13) A

вання в ньому більш простої і технологічної однопакетної електромагнітної системи. При цьому необхідну для обкатування і обертання ротора періодичну по черзі концентрацію магнітного потоку в місцях дотику поверхностей ротора і статора пропонується виконати з допомогою особливим чином ввімкнених в схему живлення котушок обмотки статора напівпровідникових випрямних діодів з врахуванням демпферних властивостей котушок, які індуктивно пов'язані між собою.

В запропонованому винаході на шихтованому осердді статора передбачено чотири рівномірно розташовані по колу зубці, на яких розміщені чотири намотані в одну сторону котушки обмотки статора. Для комутації струму в котушках використовують напівпровідникові випрямні діоди. На роторі установлене циліндричне шихтоване осерддя.

Ввімкнені послідовно-зустрічне перша і третя по порядку котушки і з'єднані послідовно узгоджено два діоди поміж ними підключені до однофазної мережі змінного струму з використанням своїх вільних виводів і нейтрального проводу, виведеного з точки з'єднання діодів. Друга і четверта по порядку котушки замкнені через окремі діоди відповідно - друга зустрічне, а четверта узгоджено, або навпаки, по відношенню до своїх виводів.

При включенні першої і третьої котушки на напругу мережі живлення у всіх котушках виникають із зсувом в часі імпульси струму, які викликають появу імпульсів магнітних потоків в активній зоні двигуна. Ці потоки будуть періодично по черзі замикатися по магнітних колах у складі - зубці, спинка статора і осерддя ротора. Зокрема при одному напрямку обертання ротора потоки по черзі будуть проходити через зубці статора в такому порядку: перший - другий, перший - другий - третій, третій - четвертий, третій - четвертий - перший, перший - другий і т.д., а при другому напрямку обертання - перший - четвертий, перший - четвертий - третій, третій - другий, третій - другий - перший, перший - четвертий і т.д. Завдяки таким пульсаціям потоків ротор буде обкатувати поверхню зубців статора і обертатися навколо своєї осі.

Якщо імпульси струмів в першій і третій котушках обумовлені дією прямих і зворотних півхвиль напруги мережі живлення, то імпульси струмів в другій і четвертій котушках виникають по черзі в період затухання струмів (магнітних потоків) відповідно в першій і третій котушках, завдяки індуктивному зв'язку з ними.

Утворення обертового електромагнітного моменту в ДКР з однофазним живленням з відносно не промізкою електромагнітною системою і застосуванням тільки напівпровідникових випрямних діодів являється технічним рішенням, яке дає можливість суттєво спростити і здешевити конструкцію машини.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг 1 схематично зображено поперечний переріз магнітопровода двигуна, розподілення і напрямки струму в котушках обмотки статора і магнітного потоку для чотирьох періодів його роботи.

а - включення котушки 1 на напругу мережі живлення (для прямої півхвилі при зростанні струму),

б - включення котушки 1 на напругу мережі живлення (для прямої півхвилі при затуханні струму),

в - включення котушки 3 на напругу мережі живлення (для зворотної півхвилі напруги при зростанні струму),

г - включення котушки 3 на напругу мережі живлення (для зворотної півхвилі напруги при затуханні струму).

На фіг 2 зображена електрична схема підключення двигуна до мережі живлення.

Для прикладу на фіг 1 зображено поперечний переріз магнітопровода двигуна з внутрішнім статором і зовнішнім ротором. Чотирьохзубцеве осерддя статора і циліндричне осерддя ротора нашихтовані із ізолюваних листів електротехнічної сталі. На зубцях статора розміщені чотири багатовиткові котушки із круглого ізолюваного мідного проводу. На фіг 1 котушки зображені у вигляді окружностей. Наявність і напрямки протікання струму в котушках в даний момент показані точкою або хрестиком в центрі окружностей. Початок і кінець котушок позначені на кресленнях відповідно  $H_1-K_1$ ,  $H_2-K_2$ ,  $H_3-K_3$  і  $H_4-K_4$  (індексами позначені номери котушок і зубців, на яких вони розміщені).

Магнітні потоки, які створені струмами  $I_1$  котушки 1 (фіг 1 а),  $I_1$  і  $I_2$  із котушок 1 і 2 (фіг 1 б), із котушки 3 (фіг 1 в),  $I_3$  і  $I_4$  котушок 3 і 4 (фіг 1 г) показані замкнутими пунктирними лініями. Там же стрілками показані напрямки демпферуючих магнітних потоків від дій імпульсів струму  $I_3$  і  $I_4$ , які виникають при зростанні струму  $I_1$  (фіг 1 а) і імпульсів струму  $I_1$  і  $I_2$ , які виникають при зростанні струму  $I_3$  (фіг 1 в).

Необхідний для створення обертового електромагнітного моменту порядок вмикання комутуючих діодів VD1, VD2, VD3 і VD4 в електричних колах котушок показаний на фіг 2. На ній же показані двохполярні перемикачі  $P_1$  і  $P_2$ , які використовують при реверсуванні обертів ротора двигуна, шляхом одночасної зміни напрямку вмикання діодів VD2 і VD4 в електричних колах котушок 2 і 4.

Пропонований однофазний ДКР працює таким чином: при включенні його на напругу мережі живлення в котушці 1 виникає імпульс струму  $I_1$  (від дії прямої півхвилі напруги), який створює магнітний потік  $\Phi_1$ . Цей потік прагне замкнутися по трьох контурах магнітної системи двигуна, які показані пунктирними лініями на фіг 1 а. При зростанні імпульсу струму  $I_1$  (потіку  $\Phi_1$ ) в котушках наводяться електрорушійні сили (ЕРС), які є передумовою виникнення в них струму ЕРС в котушці 1 затьмає процес зростання струму  $I_1$ . Діод VD2 в замкненому колі котушки 2 перешкоджає появі демпферуючого струму ( $I_2=0$ ) і основна складова потоку  $\Phi_1$  вільно замикається через зубець 2. Діоди VD3 і VD4 включені так, що сприяють протіканню струмів  $I_3$  і  $I_4$  в колах котушок 3 і 4, які демпферують складові потоку  $\Phi_1$ , що замикаються через 3 і 4 зубець статора і таким чином збільшують складові потоку, що замикається через зубець 2. Завдяки цьому осерддя ротора притягується до 1 і 2 зубця статора.

При затуханні імпульсу струму  $I_1$  (потіку  $\Phi_1$ ) в котушках наводяться ЕРС зворотного напрямку порівняно з попереднім випадком ЕРС в котушці 1 затьмає процес затухання струму  $I_1$ . Завдяки тому, що в цей період діод VD2 відкритий, в котушці 2

виникає імпульс струму  $i_3$ , який не тільки затягує процес затухання потоку  $\Phi_1$ , але і породжує складову потоку  $\Phi_2$ , яка замикається через зубець 3. Струм в колі котушки 4 завдяки замикаючій дії діода VD4 не виникає ( $i_4 = 0$ ), а струм в колі котушки 3 відносно малий і впливом його на процес затухання потоку  $\Phi_1$  можна знехтувати. Осереддя ротора в цей період притягується до 2 і 3 зубця статора.

В наступний період на напругу мережі живлення включається котушка 3 і виникає імпульс струму  $i_3$  (від дії зворотної півхвилі напруги), котрий утворює магнітний потік  $\Phi_3$ , який прагне замкнутися по трьох контурах магнітної системи двигуна, які показані пунктирними лініями на фіг 1в. При зростанні струму  $i_3$  (потоку  $\Phi_3$ ), аналогічно попередньому зростанню струму  $i_1$ , в котушках наводяться ЕРС ЕРС в котушці 3 затягує процес зростання струму  $i_3$ . Завдяки замикаючій дії діода VD4 струм в колі котушки 4 не виникає ( $i_4 = 0$ ) і основна складова потоку  $\Phi_3$  вільно замикається через зубець 3.

Цьому ж сприяють і демпферні дії струмів  $i_1$  і  $i_2$  в котушках 1 і 2, в колах яких в цей період діоди VD1 і VD2 відкриті. Завдяки такому протіканню електромагнітних процесів осереддя ротора притягується до 3 і 4 зубця статора.

При затуханні струму  $i_3$  (потоку  $\Phi_3$ ) в котушках виникають ЕРС зворотного напрямку, порівняно з випадком при його зростанні. ЕРС в котушці 3 затягує процес затухання струму  $i_3$ . В цей період діод VD4 відкритий і струм  $i_4$ , котрий виникає в колі котушки 4, не тільки затягує процес затухання потоку  $\Phi_3$ , але і породжує складову потоку  $\Phi_4$ , яка замикається через зубець 1. Струм в колі котушки 2 завдяки замикаючій дії діода VD2 не виникає ( $i_2 = 0$ ), а

струм в колі котушки 1 відносно малий і впливом його на процес затухання потоку  $\Phi_3$  можна знехтувати. Осереддя ротора в цей період притягується до 4 і 1 зубця статора і на цьому закінчується перший цикл обігу магнітного потоку.

В кінці одного циклу, який складається із 4 періодів, ротор повертається відносно своєї осі на кут  $\alpha$ , який залежить від діаметрів робочих поверхонь осередь статора і ротора. Далі електромагнітні процеси періодично повторюються, зумовлюючи безперервність обертання ротора.

Електромагнітний обертальний момент має пульсуючий характер, але завдяки порівняльній збільшеній інерційності ротора пропонуваного ДКР він практично обертається рівномірно. Цьому також сприяє вибір конструкції ДКР з зовнішнім ротором.

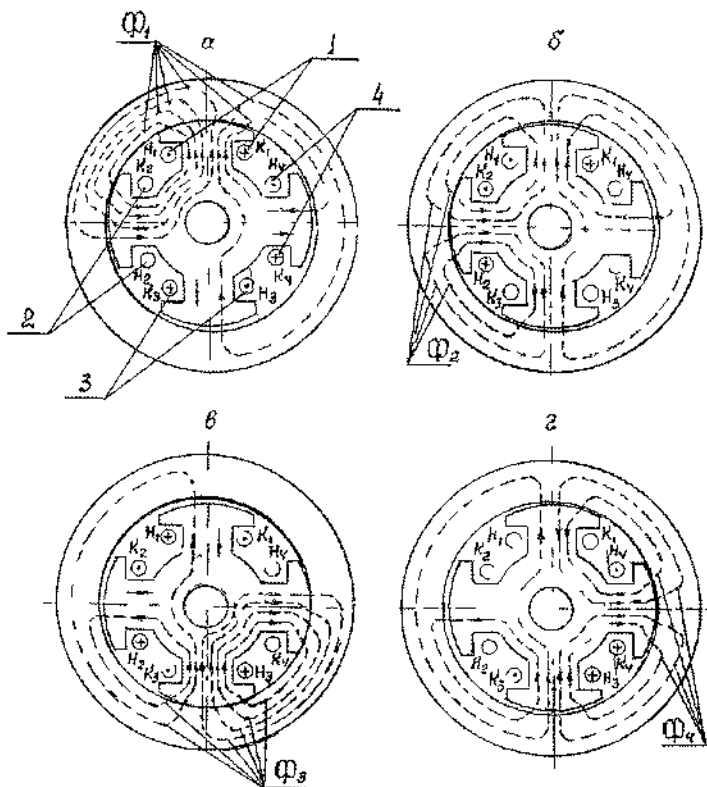
Реверсування обертів ротора цього двигуна проводиться шляхом зміни напрямку вмикання діодів VD1 і VD3, або VD2 і VD4. Для цього в електричних колах першої і третьої, або другої і четвертої котушки, як показано на фіг 2, передбачають перемикачі  $P_1$  і  $P_2$  для зміни напрямку вмикання діодів.

Однофазний ДКР, що запропоновано, виготовлений, пройшов випробування і підтвердив свою працездатність.

Джерела інформації

1 Борзяк Ю. Г., Зайков М. А., Наний В. П. "Электродвигатели с катящимся ротором" - Киев Техника, 1982.

2 Бертинов А. И., Варлей В. В. "Электротехнические машины с катящимся ротором" - М. Энергия, 1969.



Фиг. 1

