

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

Відомий двигун з котким ротором (ДКР) типу ВП, з осьовим уніполярним підмагнічуванням [1], який по технічній суті і, частково, по конструкції близький до пропонованого. Двигун складається із електромагнітних вузлів - статора, ротора і механічної частини, яка містить в собі катки і направляючі. На статорі рівномірно по колу встановлені чотири П - подібні шихтовані в радіально - осьовому напрямку із пластин різної довжини осердя, на яких розташовані котушки. На торцях корпусу статора розташовані направляючі з конусоподібними робочими поверхнями, які оброблені концентрично розточці статора. На валу ротора встановлені у відповідності з виступами осердь статора два шихтовані в осьовому напрямку кільцеві пакети, між якими розміщений кільцевий постійний магніт для уніполярного підмагнічування в осьовому напрямку двигуна. На торцях ротора встановлені катки з конусоподібними робочими поверхнями, обробленими концентрично поверхням пакетів. Направляючі статора і катки ротора забезпечують необхідний контакт - точки дотику цих частин при обкатуванні статора ротором. При підключенні котушок до мережі змінного струму виникає обертове магнітне поле, яке взаємодіє з підмагнічуючим полем постійних магнітів і обумовлює появу пульсуючих сил, які забезпечують безперервне протягування по колу ротора до статора, а значить обертання його навколо своєї осі. Завдяки наявності в цьому ДКР потоку підмагнічення його ротор при відключенні обмотки статора від мережі живлення практично не має вибігу і чітко фіксується в обумовленому положенні.

Використання в ДКР ВП для підмагнічування постійних магнітів і наявність складних конструкцій і технології виготовлення Т-подібних осердь з котушками на них, складного статора з намагнічуючим ротором ведуть до суттєвого ускладнення і подорожчання двигуна в цілому.

Близьким до винаходу, що пропонується, по принципу дії і конструкції є ДКР, які розроблені на базі двопакедних однойменно полюсних індукторних машин [2].

Підмагнічування магнітопроводу в осьовому напрямку двигуна здійснюється за рахунок використання постійного струму, що протікає по кільцевій котушці, яка розміщена між пакетами статора, або кільцевими постійними магнітами, які розміщені між пакетами статора або на валу між пакетами ротора.

Недоліками конструкції з електромагнітним підмагнічуванням є необхідність використання спеціальної відносно дорогої котушки і джерела постійного струму для її живлення, які ведуть до ускладнення конструкції двигуна, появи затрат електроенергії в котушці і необхідності її інтенсивного охолодження. В кінцевому рахунку це підвищує ціну виготовлення і експлуатації двигуна. Так само до цього веде і використання для підмагнічування дорогих постійних магнітів, які ускладнюють конструкцію і технологію виготовлення двигуна, а також потребують періодичного відновлення своїх властивостей (намагнічування).

Завданням винаходу є удешевлення конструкції, виготовлення і експлуатації ДКР.

Поставлене завдання вирішується шляхом суміщення дії котушки підмагнічування або постійних магнітів і робочої обмотки в одній обмотці статора, яка містить в собі напівпровідниковий комутатор для забезпечення комутації імпульсів струму в її котушках в необхідному напрямку і чергуванні в часі.

Для більшої ефективності роботи двигуна залежність струму в котушках і магнітних потоків, які вони утворюють в активній зоні повинна бути практично прямо пропорційною, для чого шихтовані пакети статора і ротора необхідно виконувати з відносно слабким насиченням при навантаженні. Для стабілізації магнітного потоку в осьовому напрямку по величині, покращення демпферних властивостей масивних корпусів ротора і статора збільшують товщину ділянок корпусів між шихтованими пакетами на місцях вилучених котушок (або постійних магнітів) підмагнічування.

На обох пакетах статора передбачено по шість зубців, на яких намотані в одну сторону котушки зосередженої обмотки статора. Виводи котушок при складанні статора розмішують ззовні на його торцях. Зубці пакетів співпадають (суміщені) в осьовому напрямку.

Котушки обмотки підключають до трифазної мережі живлення змінного струму через напівпровідникові діоди комутатора таким чином, що в них по черзі виникають імпульси струму, які спричиняють появу імпульсів магнітних потоків, осьові складові яких замикаються узгоджено (в одному напрямку: пакети і корпус статора - повітряні зазори між ротором і статором - пакети і корпус ротора) і завдяки наявності масивних частин в магнітопроводі підсумовуються в один підсумовуючий уніполярний магнітний потік. В той же час поперечні складові магнітних потоків мають пульсуючий характер і замикаються в поперечних площинах торців пакетів статора і ротора (зубці і спинки пакетів статора - повітряні зазори між ротором і статором - пакети ротора) і періодично по черзі взаємодіють (підсумовуються) з підмагнічуючим потоком в повітряному зазорі під співпадаючими зубцями пакетів статора, в послідовно - зустрічно, або паралельно - зустрічно (через зустрічно ввімкнені діоди) котушках, в яких в даний момент протікають імпульси струму. Завдяки цій взаємодії пакети ротора притягуються по черзі до зубців пакетів статора і цим самим забезпечується рівномірне обкочування ротором розточки статора, а значить безперервне його обертання.

Поставлене завдання в пропонованому винаході може бути вирішено також при живленні котушок обмотки статора від мережі постійного струму через напівпровідниковий керований комутатор, який включає по черзі послідовно - зустрічно (або паралельно - зустрічно) з'єднані котушки на співпадаючих в осьовому напрямку зубцях пакетів статора.

Для більш гарантованого розмежування підмагнічуючої і пульсуючої складової магнітного потоку по довжині пакетів і регулювання їх співвідношення по величині між частиною зовнішніх поверхонь пакетів і внутрішніх поверхонь торців корпусу статора передбачені кільцеві щілини, які можуть бути заповнені немагнітними матеріалами.

При необхідності збільшення демпферних властивостей магнітної системи в осьовому напрямку і стабілізації підмагнічуючого потоку по величині між пакетами статора або ротора установлюють додаткове кільце із матеріалів підвищеної електропровідності (мідь, алюміній, сплави металів).

Суміщення дії обмотки підмагнічування або постійних магнітів і робочої обмотки в одній обмотці статора з використанням комутуючих напівпровідникових обладнань являється технічним рішенням, яке дає можливість суттєво спростити і здешевити конструкцію ДКР і покращити його експлуатаційні характеристики.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 схематично зображено поздовжній переріз активної частини двохпакетного двигуна з котким ротором, який містить: масивний феромагнітний корпус статора (1), шихтовані із електротехнічної сталі зубчаті пакети статора (2), котушки обмотки статора (3), шихтовані із електротехнічної сталі кільцеві пакети ротора (4), масивний феромагнітний корпус (5) і вал (6) ротора. Пунктирними лініями і колами зображені контури, по яким замикаються підмагнічуючий Фпм і робочий Фр магнітні потоки, при протіканні струму в котушках в напрямку, показаному на перерізах їх лобових частин.

На Фіг.2 зображена принципова схема підключення пропонованого ДКР до трифазної мережі живлення змінного струму через ввімкнені відповідно в різних напрямках напівпровідникові діоди комутатора. Котушки першого ( $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6$ ) і другого ( $w'_1, w'_2, w'_3, w'_4, w'_5, w'_6$ ) пакетів попарно послідовно-зустрічно з'єднані, для того, щоб осьові складові магнітних потоків, обумовлені струмами в них, замикались узгоджено. Начала виводів котушок позначені зірочками.

На Фіг.3 зображена принципова схема підключення ДКР до мережі постійного струму через напівпровідниковий керований комутатор, який містить напівпровідникові прилади (транзистори), розподільне і підсилююче обладнання. Котушки першого ( $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6$ ) і другого ( $w'_1, w'_2, w'_3, w'_4, w'_5, w'_6$ ) пакетів попарно з'єднані послідовно-зустрічно для підсумовування узгоджено направлених магнітних потоків, створених струмами в них.

На Фіг.4 показана поперечне розгорнення двигуна з торця першого пакета. Пунктирними лініями і колами показані контури, по яким замикаються складові магнітного потоку ( $\Phi_{пм}, \Phi_p$ ) при протіканні імпульсу струму в котушках  $w_3 - w'_3$ . Повітряний зазор між ротором і статором нерівномірний, ротор безпосередньо не обкоує розточки пакетів статора, тому що ДКР містить у собі спеціальні направляючі і катки.

Пропонований ДКР працює таким чином: при включенні його на напругу трифазної мережі живлення через напівпровідникові діоди комутатора (Фіг.2) в котушках пакетів з чергуванням в такому порядку 1-2-6; 3-2-4; 5-4-6; 1-2-6... протікають імпульси струмів, які з врахуванням демпферних властивостей магнітопроводу створюють практично постійний по величині підмагнічуючий потік  $\Phi_{пм}$  і пульсуючий в торцевих частинах шихтованих пакетів робочий потік  $\Phi_p$  (Фіг.1). Завдяки взаємодії цих потоків (сумуванню їх в зубцях статора, в котушках яких в даний момент протікає імпульс струму) ротор притягується, з обкачуванням по черзі, до 6-1-2, 2-3-4, 4-5-6, 6-1-2... зубців пакетів статора і обертається навколо своєї осі.

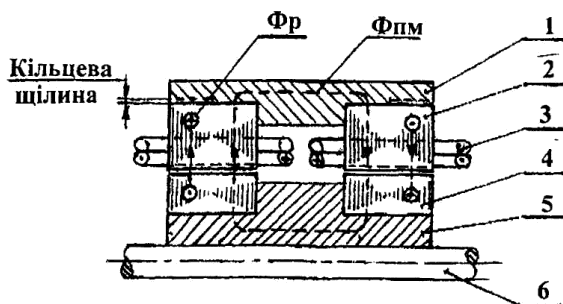
При включенні цього ДКР на напругу мережі живлення постійного струму через керований напівпровідниковий комутатор (Фіг.3) в з'єднаних попарно послідовно - зустрічно котушках пакетів протікають імпульси струму, які, аналогічно попередньому варіанту підключення, створюють потоки  $\Phi_{пм}$  і  $\Phi_p$ , взаємодія яких під зубцями пакетів 1-2-3-4-5-6-1... і Г-2'-3'-4'-5'-6'-Г..., в котушках яких по черзі протікають імпульси струмів, веде до притягування до них ротора в такому ж порядку, а значить - і обертання його.

При проектуванні ДКР різного призначення, як зазначено вище, може бути доцільним передбачити:

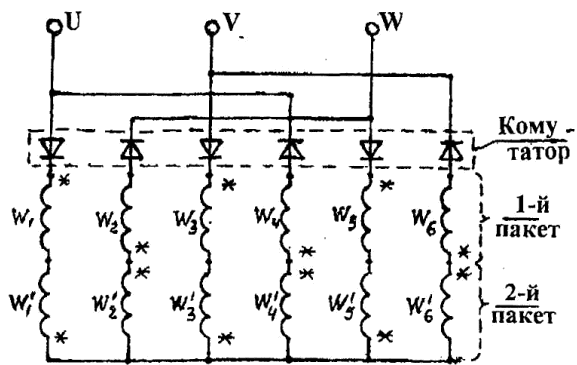
- 1) кільцеві немагнітні щілини між торцевими частинами пакетів і корпусом статора для більш гарантійного розмежування і регулювання співвідношення складових магнітного потоку в торцевих частинах машини;
- 2) масивні кільця із матеріалів підвищеної електропровідності між пакетами статора або ротора для додаткового згладжування можливих пульсацій підмагнічуючої складової магнітного потоку обмотки статора.

Джерела інформації:

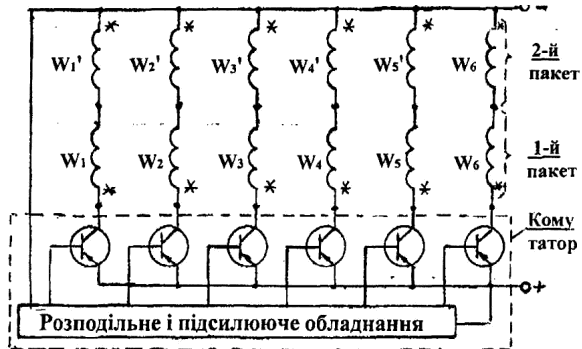
- 1). Борзяк Ю.Г., Зайков М.П., Наний В.П. Электродвигатели с катящимся ротором. - Киев; Техніка, 1982.
- 2). Бертинов А.И., Варлей В.В., Гусаров О.А. Конструктивные схемы электрических машин с катящимся ротором (ЭМКР). Труды третьей всесоюзной конференции по бесконтактным электрическим машинам. - Рига, Зинате, 1966.



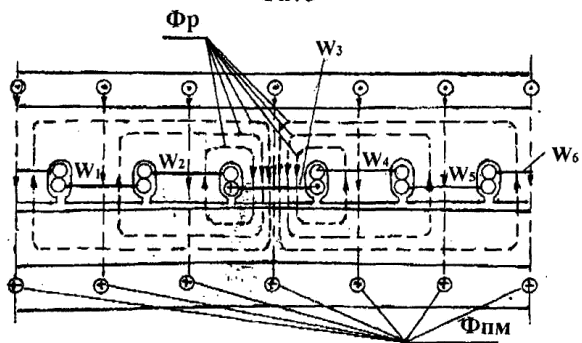
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4