

ВЕНТИЛЬНИЙ РЕАКТИВНИЙ ДВИГУН З ВИСОКОЮ ВИДАТНІСТЮ

Вступ. В авіації, космонавтиці, обчислювальній техніці, хімічній та автомобільній галузях, електротягових установках, тобто там, де застосування колекторних електродвигунів або ускладнене, або взагалі неможливе і разом з тим необхідні притаманні їм регульовальні властивості, все частіше застосовують вентильні двигуни (ВД) постійного струму.

Найбільше розповсюдження отримали ВД малої потужності з транзисторними комутаторами зі збудженням від постійних магнітів (ПМ) і давачами положення ротора (ДПР) різноманітного типу. Це зумовлено тим, що застосування транзисторів дозволяє найпростіше вирішувати цілий ряд складних задач регулювання й керування за заданим законом зміни напруги, струму, моменту, частоти обертання і забезпечує високу комутаційну стійкість. Світова практика накопичила деякий досвід виробництва й експлуатації двигунів цього типу. Цей досвід підтвердив їх високі споживчі властивості, а в умовах масового виробництва довів економічну доцільність використання в малопотужних приводах широкого вжитку. Проте, ВД з ПМ на обертовій частині машини властиві такі недоліки, як складність конструкції й технології виготовлення, підвищена вартість.

ВД може бути створений і на базі параметричного електромеханічного перетворювача (ЕМП) з пасивним ротором, який вирізняється простотою конструкції й відсутністю дефіцитних магнітотвердих матеріалів (рис. 1, 2).

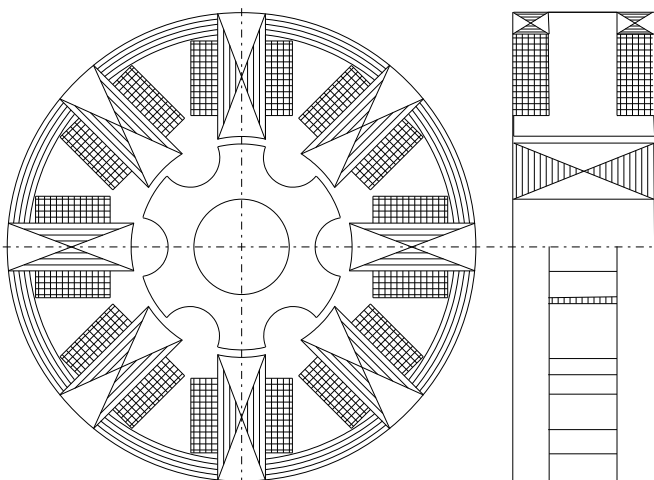


Рис. 1. Електромеханічний перетворювач з T-подібними елементами статора

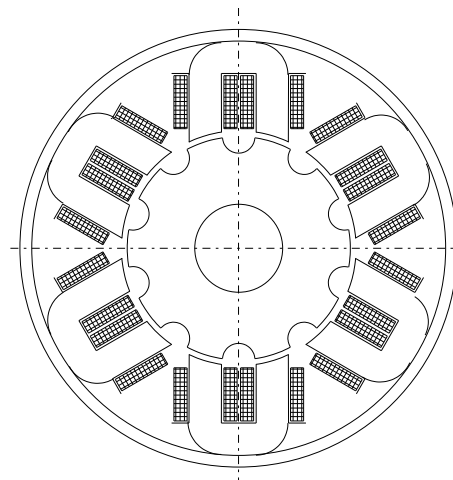


Рис. 2. U-подібна конструктивна схема активної частини ЕМП ВД

Застосування пасивного ротора, магнітоізованих конструкцій статора дає можливість, використовуючи модульний принцип, на базі однотипних елементів створювати широку гаму виконавчих двигунів прилаштованого і влаштованого виконання, будувати конструкції електромеханічних перетворювачів в лінійному виконанні, ефективно використовувати їх при створенні принципово нових зразків робототехнічних пристроїв, електроприводів автоматики тощо.

Однак використання таких ЕМП разом з відомими схемами електронних комутаторів (ЕК) стримує їх розвиток через низькі енергетичні показники, внаслідок того, що енергія, яка накопичується в магнітному полі обмотки якоря, на кожному періоді комутації розсіюється на елементах захисту силових ключів ЕК і не приймає участі в електромеханічному перетворенні.

Постановка завдань досліджень. В індукторних машинах електромеханічне перетворення енергії здійснюється за рахунок модуляції параметрів машини. В машинах з ненасиченим магнітним колом енергія, яка запасється магнітним полем, дорівнює енергії, яка перетворюється в механічну, а тому коефіцієнт віддачі ВД з ЕМП індукторного типу та з однопівперіодним комутатором традиційного виконання навіть при нехтуванні тепловими втратами всередині машини не може перевищити 50%.

Звідси можна зробити висновок, що для покращення енергетичних показників вентильного двигуна з пасивним ротором одним із найефективніших шляхів є використання енергії, яка запасена в магнітному полі ярірної обмотки, для форсування вмикання струму секції.

Отже, задача створення вентильного двигуна на базі простої, дешевої і технологічної індукторної машини в значній мірі зводиться до необхідності створення нових схемних рішень, які дозволять використати енергію, накопичену в магнітному полі секції обмотки якоря, для виконання корисної роботи.

Матеріали дослідження. Для вирішення цього питання на кафедрі електричних машин і апаратів НУ "Львівська політехніка" запропоновано принципово нові схеми транзисторних комутаторів [1], які значно покращують показники ВД з пасивним ротором і які здійснюють накопичення енергії в конденсаторах при

вимиканні секцій якірної обмотки ЕМП, а потім використовують її для форсування вмикання в наступному циклі, що підвищує використання й динамічні властивості двигуна.

Схема транзисторного комутатора з послідовним ємнісним накопичувачем енергії (ЄНЕ) наведена на рис.3. Транзистори VT11, VT21, VT31 - силові ключі ЕК, керовані сигналами ДПР, кут активної зони сигнального сектора якого більший, ніж $2 \cdot \pi / m$ і менший, ніж $4 \cdot \pi / m$ електричних радіан (m - кількість секцій обмотки якоря ВД). При закриванні, наприклад, ключа VT11 струм відповідної секції під дією електрорушійної сили самоіндукції буде протікати по колу: діод VD12, конденсатор C11, діод VD11, заряжаючи при цьому конденсатор C11. Енергія магнітного поля передається в електричне поле конденсатора. Одночасно здійснюється захист силового ключа VT11 від перенапруги. Причому, струм секції практично миттєво перехоплюється колом заряду конденсатора, що значно зменшує динамічні втрати на перемикання транзисторних силових ключів.

При наступному вмиканні цієї ж секції одночасно з силовим ключем VT11 сигналом схеми логічного

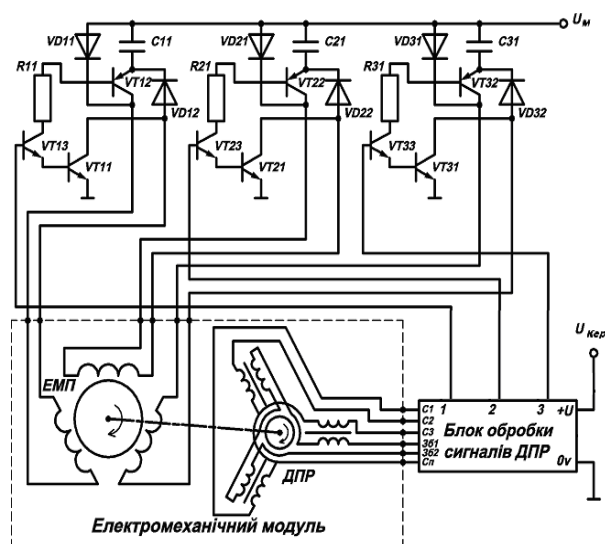


Рис. 3. Транзисторний комутатор ВД з послідовним ємнісним накопичувачем

попарного співпадіння сигналів суміжних каналів ДПР вмикається і транзистор VT12. До секції прикладаються напруга джерела живлення U_M і послідовно згідно з нею напруга конденсатора C11, в результаті чого струм у секції наростає форсовано. Діод VD11 при цьому закритий прикладеною до нього в зворотному напрямку напругою конденсатора. Конденсатор розряджається, віддаючи енергію, яка була накоплена в електричному полі, у секцію. Коли напруга на конденсаторі зменшиться до нуля, відкриється діод VD11, і секція буде отримувати живлення від джерела [2].

При обертанні ротора процес циклічно повторюється.

Для підтвердження ефективності запропонованих схем комутаторів вентиляного реактивного двигуна з точки зору покращення енергетичних показників та використання його електромеханічного перетворювача на рис. 4 наведено експериментальні статичні

характеристики ВРД: з комутатором з послідовними ємнісними накопичувачами в кожній секції (1); з напівмостовим комутатором (2).

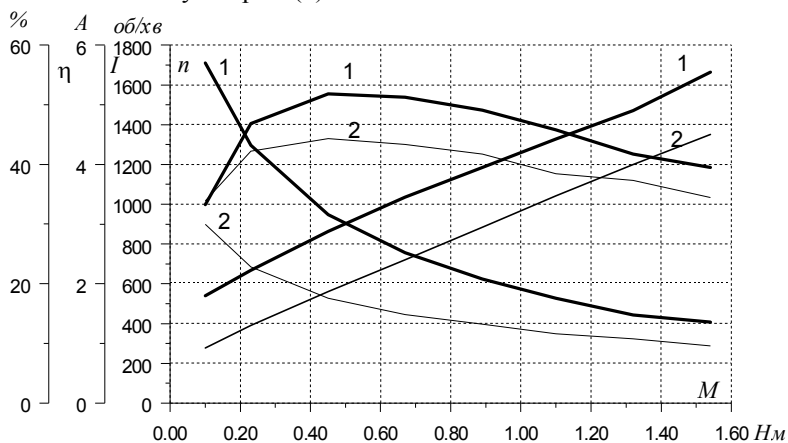


Рис. 4. Статичні характеристики експериментального взірця ВРД у функції моменту (1 - з комутатором з послідовними буферами в кожній секції; 2 - з напівмостовим комутатором)

перетворювачі з запропонованими ЕК забезпечують енергетичні показники на рівні колекторних машин постійного струму і можуть з успіхом застосовуватись в регульованих електроприводах малої потужності. Відчутні переваги такі ВД мають в області низьких частот обертання (до 500 - 1000 об/хв).

Література.

1. АС N 1246265 (СРСР). Вентильний електродвигун. / Осідач Ю.В., Ткачук В.І. - Заяв. 19.11.84., N 3814427/24-07. Опубл. в БИ N 27, 1986.
2. Ткачук В.І. Ємнісний накопичувач енергії у вентиляному реактивному двигуні // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник ДУ «Львівська політехніка». - 1997. - № 334. - С. 125 - 131.