

УДК 621.313.32

Козлов В.В.¹, Хлебніков П.І.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. Е-310 НУ "Запорізька політехніка"

ОСНОВНІ ТИПИ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Найбільш поширеним пристроєм, який переробляє електричну енергію на механічну, є синхронний двигун. Синхронні двигуни це безколекторні електричні двигуни синусоїдного струму, у яких швидкість обертання ротора дорівнює швидкості обертання магнітного поля, тобто поле та ротор обертаються синхронно. Ці двигуни мають невелику потужність, тому їх називають мікродвигунами. Внаслідок цього питання ККД відходить на другий план, а на перший виходять аспекти керованості, швидкодії та надійності. Основною особливістю синхронних мікродвигунів є сталість швидкості обертання. Ця швидкість має залежність від коливань напруги живлення та навантаження.

В результаті відбувається формування простих систем із практично нульовою помилкою збереження швидкості обертання в режимі статичності.

Залежно від конструкції ротора виділяються синхронні двигуни з електромагнітним збудженням, з магнітоелектричним збудженням (з постійними магнітами), реактивні мікродвигуни та гістерезисні.

Двигун з електромагнітним збудженням використовується рідко, що обумовлено рядом причин, серед яких виділяють складності в конструкції ротора, необхідність джерела живлення постійного струму, проблеми в запуску.

Варто відзначити, що в автоматичних системах застосовуються не тільки двигуни безперервного обертання, а й імпульсні двигуни (крокові).

Одним із основних видів синхронних двигунів є реактивні двигуни. Їх головною особливістю є відсутність власного магнітного поля біля ротора. Магніторушійна сила статора збуджує головний магнітний потік двигуна, який являє собою потік реакції якоря. Ротор реактивного двигуна складається з циліндра, у якому утворюється магнітна асиметрія. У пакета сердечника роторної частини також утворюється асиметрія, що виникає за рахунок двох граней, розташованих на зовнішньої поверхні. У таких двигунах використовуються явнополюсні та неявнополюсні ротори. В останніх саме канали пускової короткозамкнутої обмотки формують магнітну асиметрію пакета ротора. Після установки ротора ці канали заливають алюмінієм.

Обертовий момент у реактивних двигунах виникає через прагнення ротора зайняти таке положення в магнітному полі, при якому енергія магнітного поля, а також опір магнітному потоку будуть мінімальні. Необхідна умова появи обертового моменту - магнітна асиметрія ротора. При цьому реактивний обертовий момент з'являється у будь-якому випадку у всіх електромашинах будь-якого типу, але з умови, що у ротора є магнітна асиметрія. У реактивних двигунах максимальний момент, що є моментом асинхронного двигуна, залежить від сили напруги живлення. Цей момент, а також потужність на валу такого двигуна набагато менша, ніж у двигуна, що

має збуджені полюси ротора при однакових габаритах і потужності, що споживається.

Як і ротори асинхронного двигуна, ротори реактивного двигуна є простими та надійними. З цієї причини реактивні двигуни знайшли своє широке застосування у приводі приладів, в апаратурі звукозапису, відеозапису та інших пристроях, де необхідна значна стабільність швидкості обертання.

Гістерезисні двигуни також є розповсюдженим типом серед синхронних двигунів. Назва гістерезисних двигунів пов'язана з принципом створення в них обертового моменту в асинхронному режимі, який пов'язаний з явищем гістерезису при перемагнічуванні феромагнетиків.

Основою конструкції ротора є вал ротора, на який запресовують втулку (вона може складатися як з магнітного, так і немагнітного матеріалу). На втулці закріплюю пакети кілець, що виконують з твердого магнітного матеріалу. Кільця ротора створюють своєрідний активний шар. У цьому шарі відбуваються основні процеси, які забезпечують всю роботу гістерезисного двигуна.

У синхронних двигунах з постійними магнітами на роторі положення осей магнітних полюсів під час роботи магнітів зберігається. Гістерезисний двигун відрізняється від синхронного тим, що відбувається намагнічування активного шару його роторної частини обмоткою статора, а тому положення полюсів може змінюватися, що приведе до перемагнічування при роботі двигуна.

Робота гістерезисних двигунів в асинхронному та синхронному режимах значно відрізняється. У синхронному режимі не відбувається перемагнічування активного шару, тому такий двигун працює як двигун з постійними магнітами. Але це припустимо із застереженнями, тому що індуктивні опори при синхронному режимі гістерезисного двигуна залежать від кута навантаження.

Переваги гістерезисних двигунів: самозапуск із великим пусковим моментом; надійність у роботі; плавність входу до синхронізму; невелика кратність пускового струму; порівняно висока продуктивність. Але вони мають і недоліки: - схильність до коливань ротора при зміні навантаження; складність виготовлення ротора, що спричиняє високу собівартість таких двигунів.

Серед синхронних двигунів особливо виділяються крокові (імпульсні) двигуни, оскільки вони останнім часом стали широко поширюватися через розвиток засобів обчислювальної техніки. Таким двигуном потрібна конкретна послідовність імпульсів постійного струму, які без труднощів формуються за допомогою комп'ютерів та інших засобів цифрових систем управління.

Кроковий двигун можна розглянути як двигун постійного струму з відсутнім колекторним вузлом. Частиною статора будуть обмотки крокового двигуна. На роторі зазвичай розташований постійний магніт або зубчастий блок, що складається з магнітом'якого матеріалу. Останній потрібен для випадків, коли є змінний магнітний опір. Зовнішні схеми роблять усі комутації. Частіше система «мотор – контролер» створюється так, щоб була можливість вивести ротор на будь-яку зафіксовану позицію. Це необхідно, щоб система керувалася положенням ротора. Циклічність позиціонування ротора залежить від його геометричної структури. Змінюючи частоту комутації можна змінювати середнє значення швидкості обертання крокового двигуна. Якщо перервати алгоритм, то ротор буде зупинено у відповідному положенні.

Поряд з кроковими двигунами виділяють серводвигуни. Їх принцип дії схожий з кроковими двигунами, а багато контролерів здатні працювати як з одним так і з другим типом. Основною відмінністю є дискретний режим роботи крокового двигуна (конкретна кількість кроків на один оберт ротора), а також його плавність обертання. Серводвигунам потрібна наявність у системі управління датчика зворотного зв'язку за швидкістю та/або положенням, в якості якого зазвичай використовується резольвер або sin/cos енкодер. Крокові двигуни використовуються переважно в системах без зворотного зв'язку, що вимагають невеликих прискорень при русі. Синхронні сервомотори зазвичай застосовуються в високошвидкісних високодинамічних системах.

Переваги крокових двигунів: регулювання швидкості обертання в широкому діапазоні аж до зупинки та фіксації ротора у цьому положенні; переміщення в кутове положення, яке задається кодовою комбінацією, що дозволяє керувати рухом за допомогою пристроїв з цифровою обробкою інформації; відпрацювання малих кроків, що становлять кут у десятки кутових секунд.

Таким чином, синхронні двигуни є важливою частиною електродвигунів загалом. Вони представлені реактивними, гістерезисними та кроковими двигунами, що дозволяє вибрати різні двигуни для конкретних потреб.