

БЕЗКОЛЕКТОРНІ СИНХРОННІ ДВИГУНИ В СИСТЕМАХ ПРИВОДУ КВАДРОКОПТЕРІВ

Васьковський Ю.М., д.т.н., професор, Савченко Є.В., магістрант
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

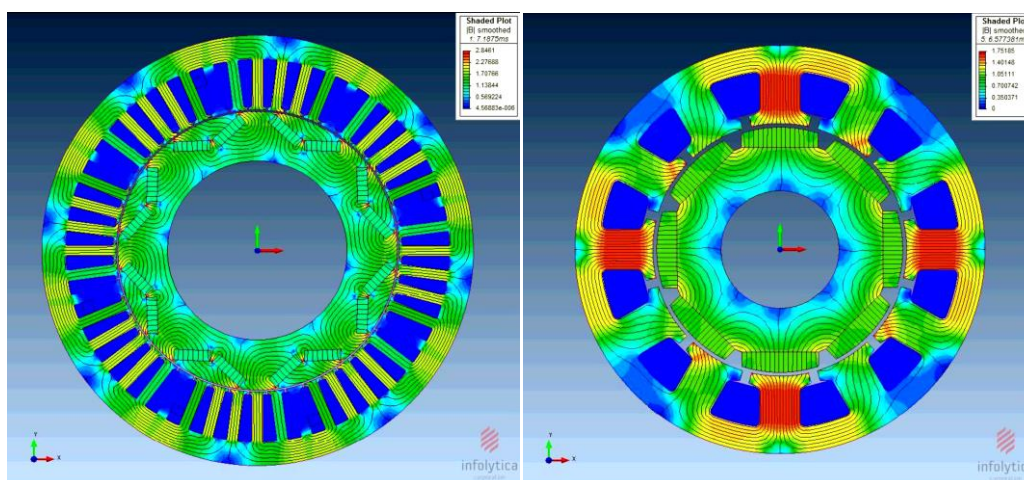
Вступ. Квадрокоптер – це тип безпілотного літального апарату (БПЛА), який оснащений чотирма вертикально орієнтованими пропелерами, які створюють підйомну силу та тягу, необхідну для польоту. Основними складовими типового квадрокоптера є рама, електричні двигуни, пропелери, контролер польоту, акумуляторна батарея, система керування, датчики орієнтації БПЛА у просторі.

БПЛА використовуються для різних застосувань: фотографія і відеозйомка, пошук і порятунок, сільське господарство, спостереження, транспортування вантажів широкого спектру призначення тощо. Універсальність і простота експлуатації роблять їх популярними інструментами для виконання різноманітних завдань.

Квадрокоптери в більшості оснащені чотирма безщітковими електродвигунами, по одному в кожному куті рами. Ці двигуни обертають гвинти для створення необхідної тяги для підйому та маневрування. Двигуни контролюються незалежно, щоб регулювати орієнтацію та рух квадрокоптера у просторі.

Мета роботи. Визначення доцільності застосування синхронного магнітоелектричного двигуна (СМД) для приводу БПЛА.

Матеріали і результати досліджень. Відомі два конструктивні виконання СМД, які представлено на рис. 1: а) з пазовою конструкцією статора, в пази якої вкладено трифазну обмотку – цей варіант відповідає традиційній конструкції синхронної машини (СМ); б) з явно вираженими полюсами на статорі – обмотки полюсів живляться по принципу вентильного двигуна. Постійні магніти (ПМ) мають радіальний напрямок вектора намагнічування.



а)

б)

Рисунок 1 – Варіанти виконання тягового СД з ПМ.

Безщітковий двигун постійного струму за своєю сутністю визначається як синхронна машина зі зворотним зв'язком позиції ротора. Це двигуни, в яких постійні магніти на роторі створюють магнітне поле, які взаємодіють з магнітним полем статора. «Синхронний» означає, що частота обертання магнітного поля статора і механічна частота обертання ротора є однаковими. Хоча більшого розповсюдження отримали СМД явнопольної конструкції (варіант б), але з огляду на певні переваги варіанту а) з пазовим статором доцільним є проведення їх порівняльного аналізу.

СМД можуть розроблятися як в традиційному виконанні з внутрішнім ротором, так і в оберненому виконанні з зовнішнім ротором, що з огляду на конструкцію квадрокоптера є більш доцільним [2]. Ці два варіанти показані на рис. 2.

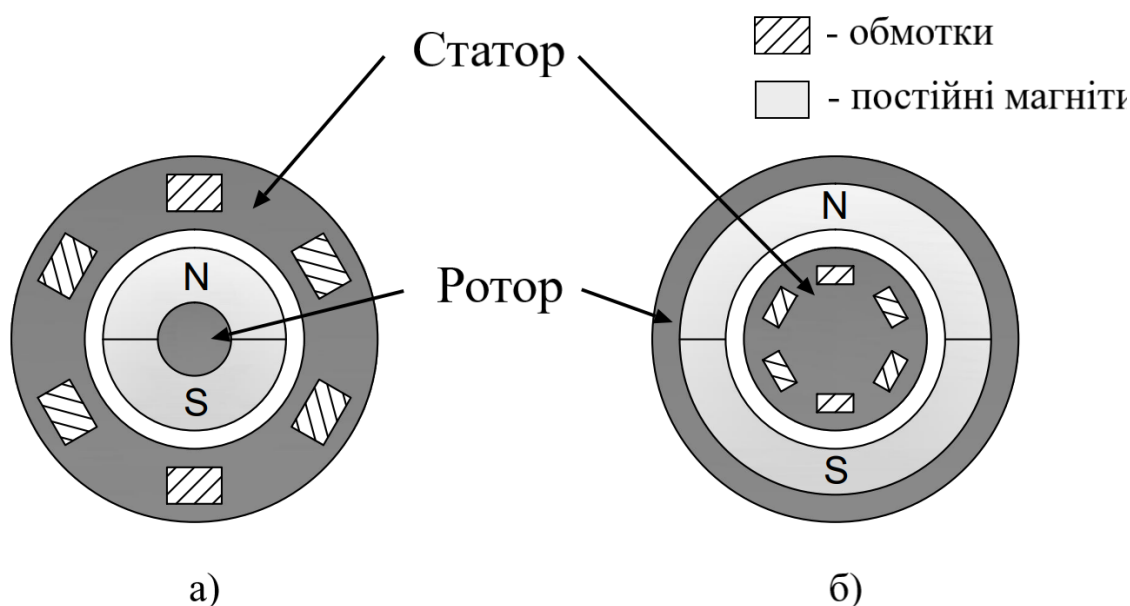


Рисунок 2 – Безколекторні двигуни: а) традиційного; б) оберненого виконання

СМД з трифазною обмоткою статора (варіант а) живиться від акумуляторної батареї (АБ) через інвертор, який перетворює постійну напругу АБ в трифазну напругу змінного струму. Схема живлення показана на рис. 3. Двигуну необхідний датчик положення ротора для запуску і забезпечення правильної послідовності комутації ввімкнення силових пристроїв у інверторному мосту. Залежно від положення ротора силові пристрої перемикаються послідовно кожні 60 градусів.

СМД мають багато переваг перед традиційними тяговими двигунами постійного струму. Деякі з них:

- Високий динамічний відгук.
- Високий ККД.
- Висока надійність і більший гарантійний термін експлуатації.
- Більший діапазон регулювання швидкості.

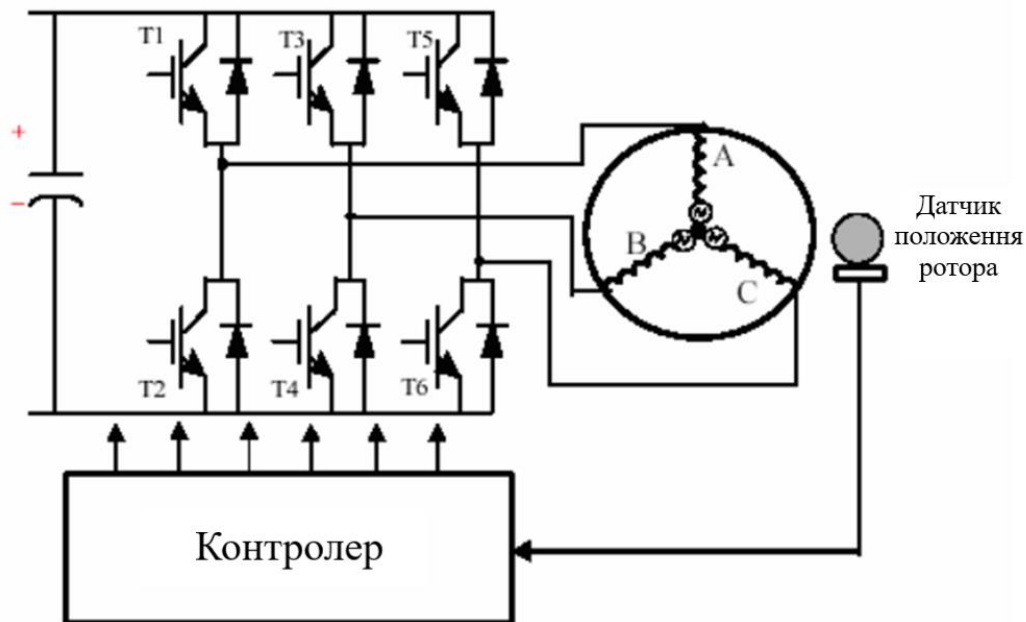


Рисунок 3 – Система приводу безколекторного двигуна

Недоліком безщіткових двигунів є висока вартість, яка виникає через потребу у складних електронних регуляторах швидкості, порівняно зі щітковими двигунами постійного струму, що можуть регулюватися потенціометром або реостатом.

Проведені розрахунки і порівняльний аналіз двох зазначених варіантів СМД показали, що трифазний СМД за рахунок спільної дії МРС трьох фаз при однакових інших умовах має дещо покращені моментні і енергетичні характеристики у порівнянні з варіантом б. Тому цей варіант виконання двигуна є конкурентоспроможним щодо застосування у безпілотних літальних апаратах і підлягає подальшій розробці.

Висновок. Безщіточні двигуни є одними з кращих рішень щодо застосування на малих потужностях через їх високу ефективність, компактну форму, надійність і низькі витрати на обслуговування. Вони мають порівняно високі експлуатаційні характеристики та продуктивність, а також показники охолодження, низький рівень шуму, стійкість до радіоперешкод. Варіант СМД з пазовим статором і трифазною обмоткою має ряд важливих переваг у порівнянні з СМД з явнополюсним статором і підлягає подальшим дослідженням і розробкам.

Перелік посилань

1. Massachusetts Institute of Technology. Department of Electrical Engineering and Computer Science. 6.685 Electric Machines Class Notes 7: Permanent Magnet “Brushless DC” Motors
2. Design and Prototyping Methods for Brushless Motors and Motor Control by Shane W. Colton B.S., Mechanical Engineering (2008). Massachusetts Institute of Technology
3. Modeling and control of a brushless DC motor. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of technology in power control and drives by S.Rambabu