

БЕЗКОЛЕКТОРНІ ДВИГУНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Матвеев Д.В., бакалавр, Монахов Є.А., асистент, П'ятаков К.Р., бакалавр
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Безколекторні двигуни постійного струму (БДПС) отримали широке розповсюдження завдяки розвитку електроніки і, в тому числі, завдяки появі недорогих силових транзисторних ключів [1, 2]. Також важливу роль зіграла поява потужних рідкоземельних постійних магнітів NdFeB та SmCo. Ідея безколекторного двигуна з'явилася на зорі електротехніки та електромеханіки. Але, в силу неготовності технологій, чекала свого часу до 1962 року, коли з'явився перший комерційний безколекторний двигун постійного струму. Понад півсторіччя існують різні серійні реалізації даного типу електроприводу. В останні 10 років реалізація та ринок безколекторних двигунів розвивається значно швидше, ніж ринок машин з постійними магнітами інших типів [2]. На рисунку 1 показано деякі зразки безколекторних двигунів постійного струму.



Рисунок 1 – Зразки безколекторних двигунів постійного струму

БДПС мають переваги традиційних ДПС, але за рахунок відсутності колектора більш надійні та не мають обмежень по частоті обертання. В порівнянні з асинхронними двигунами мають наступні переваги [1, 2]: високий коефіцієнт корисної дії, вищий коефіцієнт потужності, мають менші розміри.

Мета роботи. Визначення особливостей конструкції, переваг та недоліків та області застосування безколекторних двигунів постійного струму.

Матеріали і результати досліджень. Безколекторні двигуни постійного струму ще називають вентильними, в іноземній літературі BLDCM (Brushless direct current motor) або PMSM (Permanent magnet synchronous motor). Керування двигуном здійснюється за допомогою електронної системи (в іноземній літературі “speed controller” або “electronic speed control”).

Безколекторний двигун постійного струму складається з ротора, на якому розташовані постійні магніти (з аксіальним магніченням) та явнополюсного статора, на полюси якого намотані мідні котушки. Розрізняють два типи двигунів: «Inrunner», у яких магніти ротора знаходяться всередині статора з обмотками, і

«Outrunner», у яких магніти розташовані зовні та обертаються навколо нерухомого статора з обмотками.

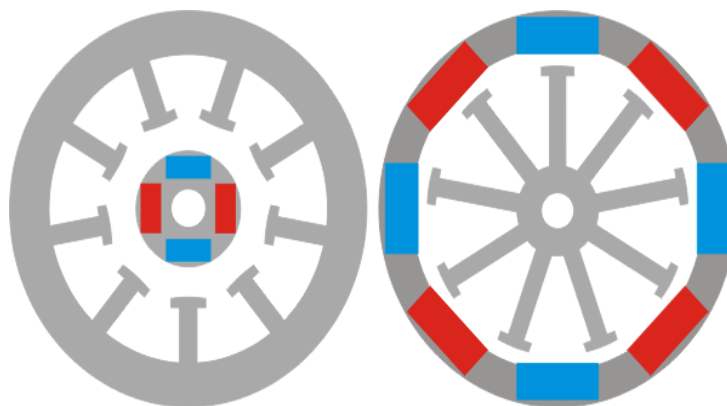


Рисунок 2 – Конструкція БДПС: з внутрішнім та зовнішнім ротором

Схему з внутрішнім ротором зазвичай застосовують для високошвидкісних двигунів з невеликою кількістю полюсів. Машину з зовнішнім ротором використовують при необхідності отримати високий питомий момент при порівняно невеликих оборотах. Конструктивне виконання машина з внутрішнім ротором має більш просту конструкцію, так як нерухомий статор може виконувати функцію корпусу. Так, на ньому можуть бути змонтовані кріплення. У разів виконання машини з зовнішнім ротором кріплення виконується до нерухомої вісі або деталі статора.

По принципу дії він являє собою синхронну електричну машину, принцип роботи якого ґрунтується на самосинхронізованому частотному регулюванні, завдяки якому відбувається керування вектором магнітного поля статора. Обертання ротора забезпечується за рахунок постійного перемикання магнітного потоку таким чином, що постійні магніти «слідують» за магнітним полем, яке створюється котушками, які розташовані на статорі.

Обмотка статора може бути виконана як неявнополюсною (рис. 3а), так і явнополюсною (рис. 3б) [3].

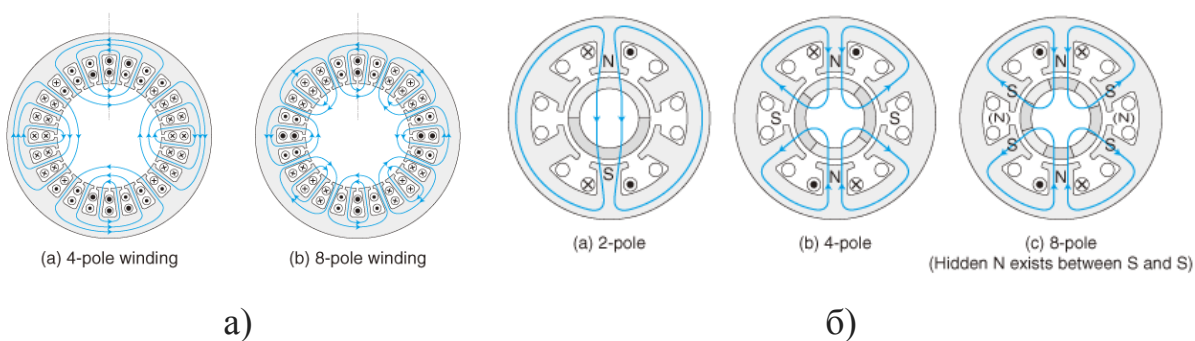


Рисунок 3 – Варіанти неявнополюсного та явнополюсного виконання статора

Контролери електродвигунів (рис. 4) такого типу часто споживають постійну напругу [3], від чого і отримали свою назву. Одним з суттєвих недоліків є неможливість прямого пуску двигуна і для забезпечення роботи обов'язковим елементом є електронна система. Однією з умов є необхідність подачі напруги на обмотки двигуна в залежності від положення ротора, для чого застосовуються датчики положення. Вони можуть бути різного типу: оптичні, магнітні і т.п. В даний час найпоширеніші дискретні датчики на основі ефекту Холла (наприклад SS41).

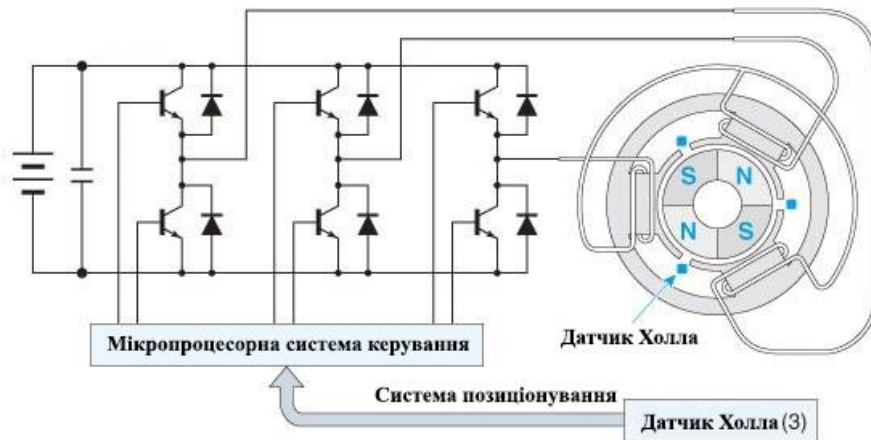


Рисунок 4 – БДПС та інверторна схема керування

Електричний кут між датчиками повинен бути 120 градусів. У трифазному безколекторним двигуні використовується 3 датчика. Датчики забезпечують знаходження положення ротора і подають команду на систему керування, яка подає напругу на відповідну обмотку. Існують без давачеві системи керування: в такому випадку положення ротору визначається шляхом вимірювання напруги на незадіяній в даний час обмотці статора чи по миттєвим значенням фазних струмів. Недоліком даного методу є неможливість визначення положення ротора в стані покою та на малих швидкостях обертання.

Висновок. Безколекторний двигун постійного струму об'єднали в собі переваги двигунів постійного струму, а саме мають широкий діапазон регулювання та не мають колектора, що дозволяє виконувати їх для високошвидкісних приводів зі швидкостями від 5000 об/хв до 15000 об/хв та вище в спецтехніці.

Перелік посилань

1. Электродвигатели: какие бывают [Електронний ресурс]// https://habr.com/company/npf_vektor/blog/371749/
2. Chang-liang Xia, Permanent magnet brushless dc motor drives and controls/ Chang-liang Xia. - John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd., 2012. – 282 p.
3. 1-3-2 Brushless DC motor [Електронний ресурс]// <https://www.nidec.com/en-EU/technology/motor/basic/00005/>