

## МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ВЕНТИЛЬНИХ ДВИГУНІВ. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Вінницький національний технічний університет;

### Анотація

Виконано аналіз існуючих методів моделювання вентильних двигунів і дано рекомендації до використання різних моделей двигуна. Для навчального процесу запропоновано використовувати модель вентильного двигуна, яка побудована за аналогією з моделлю двигуна постійного струму.

**Ключові слова:** математична модель, структурна схема, вентильний двигун.

### Abstract

The analysis of existing methods of modeling valve engines and the recommendations for use of them in engine models. For the educational process proposed to use the model of valve engine, which is built on a model similar to the DC motor.

**Keywords:** Mathematical model, block diagram, engine valve.

### Вступ

Останнім часом, вентильний двигун (ВД) швидко набуває популярності, проникаючи в багато галузей промисловості. Знаходить застосування в різних сферах використання: від побутових приладів до рейкового транспорту. ВД з електронними системами керування часто об'єднують в собі кращі якості безконтактних двигунів і двигунів постійного струму.

Метою роботи є аналіз існуючих методів моделювання ВД і вибір моделі, яка буде найзручніша для використання в навчальному процесі вищого навчального закладу.

### Результати дослідження

Вентильний електродвигун – тип синхронної машини, реалізований в замкнутій системі з використанням датчика положення ротора, системи керування (перетворювача координат) і силового напівпровідникового перетворювача. Часто їх також називають безконтактними (безколекторними) двигунами постійного струму або оберненою машиною постійного струму [1].

Цей тип двигуна створений з метою поліпшення властивостей двигунів постійного струму [1].

Принцип роботи ВД, ґрунтується на використанні датчика положення ротора, перетворювача координат і силового напівпровідникового перетворювача. Вони спільно формують на обмотках статора машини фазні напруги таким чином щоб результуючий вектор напруги завжди був зсунутий на кут  $90^\circ$  і нерухомий щодо осі магнітного поля ротора [1].

Існує багато підходів до побудови моделі ВД. Розглянемо деякі з них.

1. У роботі [2] розглядається модель ВД, яка схожа до моделі двигуна постійного струму (ДПС) незалежного збудження за виключенням відсутнього зворотного зв'язку по електрорушійній силі двигуна. При цьому, параметри моделі враховують також активний опір та індуктивність узгоджувального трансформатора і дроселя. Структурна схема моделі представлена на рис. 1.

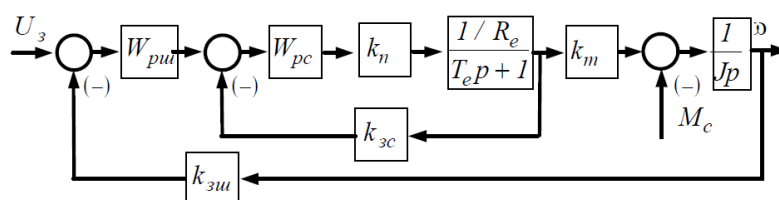


Рис. 1. Структурна схема ВД за аналогією з ДПС

Такий метод моделювання має право на існування, оскільки синхронна машина з сенсорами положення ротора працює за таким самим принципом, як і ДПС, за виключенням того, що у якості якоря ДПС використовується статор ВД, а функцію обмотки збудження виконують постійні магніти ротора (індуктора). Слід зауважити, що функцію колектора ДПС виконує вентильний вузол ВД, який складається з сенсора положення ротора та вентилів. Колектор при цьому виконує роль інвертора напруги.

Таким чином, вентильний двигун за своїми властивостями може бути описаний математичною моделлю ДПС.

2. В роботі [3] ВД розглядається як асинхронний (АД), у якого відсутнє ковзання. Для його моделювання використовується модель АД у фазних координатах, в якій швидкість обертання магнітного поля статора визначається залежно від кута повороту ротора. Дана модель може використовуватися у системах, де ВД працює без регулятора швидкості, оскільки розрахунок регулятора та його реалізація буде занадто складною. Проте, дана модель описує фазні струми і дає повне уявлення про перебіг електромагнітних перехідних процесів у двигуні.

3. В роботі [4] ВД описується як асинхронний з приведенням в ортогональну систему координат  $d-q-0$ . Дана система координат використовується для опису синхронних машин, оскільки вона за означенням обертається відносно трифазної нерухомої зі швидкістю поля статора. При такому підході отримуються простіші математичні залежності, але результат потрібно переводити у трифазну систему. Модель ВД в такому разі буде схожою до ДПС незалежного збудження з врахуванням деяких коректив у параметрах і тієї особливості, що на вхід моделі подається тривалість імпульсів напруги живлення.

## Висновки

Оскільки в навчальному процесі для вивчення електроприводів та систем керування ними часто необхідно розраховувати параметри контурів зворотного зв'язку, то використання другого підходу до побудови моделі ВД буде суттєво ускладнювати розрахунок системи. Тому рекомендуємо для розрахунків замкнених систем використовувати першу модель ВД, а для оцінки перебігу електромагнітних процесів самого двигуна – другу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вентильный двигатель. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C).

2. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.

3. Ефромеев А. Г. Методика выбора вентильного двигателя для построения физической модели привода / А. Г. Ефромеев // Известия ТулГУ. - Технические науки. - 2011. - С. 352 -359.

4. Динамические модели вентильного двигателя при различных сочетаниях параметров/ С. Г. Воронин, Д. В. Коробатов, Р. Т. Киякпаев, А. С. Кульмухаметова. //Известия Академии электротехнических наук РФ. Издание Академии электротехнических наук РФ. – М.: "Янус-К" – №12, 2011. – С. 47-52.

**Руденко Олег Віталійович** – студент групи ІЕМ-12б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleshka.rudenko.95@gmail.com;

**Мошнорізі Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Мошнорізі Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, м. Вінниця.

**Rudenko Oleg V.** - student of IEM-12b, Faculty of Electromechanics and Electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleshka.rudenko.95@gmail.com;

**Moshnoriz Nikolai Nikolaevich** - candidate. Sc. Associate Professor, Department of electromechanical systems auto-tion in industry and transport, Vinnytsia National Technical University

Supervisor: **Moshnoriz Nikolai Nikolaevich** - candidate. Sc. Associate Professor, Department of Electromechanical, they automation in industry and transport, m. Vinnytsya.