

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА БАЗІ БЕЗКОНТАКТНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МАШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована схема частотного векторного керування вітроенергетичної установки, яка працює в режимі підтримки максимуму потужності підвищення ККД вітротурбіни, забезпечуючи оптимальну швидкість обертання турбіни із врахуванням інформації про оптимальне значення швидкохідності турбіни та значення швидкості вітру.

Ключові слова: частотний електропривод, вітроенергетична установка, безконтактна електрична машина, система управління.

Abstract

A scheme for frequency vector control of a wind power plant is proposed, which operates in the mode of maintaining maximum power to increase the efficiency of the wind turbine, ensuring the optimal turbine rotation speed taking into account information about the optimal value of the turbine speed and the value of the wind speed.

Keywords: frequency electric drive, wind power plant, contactless electric machine, control system.

Вступ

Сучасна технологія виробництва електроенергії шляхом використання енергії вітру має ряд проблем, які негативно впливають на підвищення ефективності перетворення енергії. Широко використовуються методи управління вітроенергетичною установкою (ВЕУ), але в умовах швидкозмінних вітрових та електричних навантажень вони не забезпечують належної стабільності частоти обертання ротора вітротурбіни, що негативно впливає на надійність і тривалість безаварійної роботи вітроелектричних агрегатів, економію виробленої електроенергії при власному споживанні, а також на ефективність використання енергії вітру [1].

Аналіз наукових робіт вчених, конструкторів та інженерів свідчить про те, що в системі генерування ВЕУ не до кінця вивчений оптимальний вибір основного устаткування, що не запропонована універсальна схема генерування електроенергії для всіх типів електроприймачів, не наведено варіанти максимального використання енергії вітру в момент різкого збільшення швидкості вітру від допустимого значення. У джерелах також мало інформації та досліджень щодо чіткого визначення стабілізації параметрів ВЕУ за допомогою механічного трансмісійного редуктора.

На основі вищевикладеного, актуальним науково-технічним завданням можна вважати розробку вітроенергетичних установок (ВЕУ) з підвищеною енергоефективністю (ККД) та можливістю роботи при низьких швидкостях вітру [1].

Метою роботи є розробка системи частотного векторного керування вітроенергетичної установки, яка має працювати в режимі підтримки максимуму потужності підвищення ККД вітротурбіни, забезпечуючи оптимальну швидкість обертання турбіни із врахуванням інформації про оптимальне значення швидкохідності турбіни та значення швидкості вітру.

Результати дослідження

В якості генератора вітроенергетичної установки (ВЕУ) можуть бути використані електричні машини різних типів. До традиційних, добре вивчених різновидів ВЕУ, належать передусім

установки на базі синхронних та асинхронних машин. Ці інженерні рішення перевірені багаторічним досвідом та є оптимальними при будівництві великих вітроелектростанцій для роботи на мережу [2].

Проте останнім часом дедалі актуальнішою стає проблема розробки малопотужних автономних ВЕУ для електропостачання приватних домоволодінь. Водночас виникає необхідність обґрунтованого вибору оптимального конструктивного типу генератора для такої ВЕУ.

Якщо визначити дешевизну як головний критерій для вибору типу генератора ВЕУ, доцільним буде розглянути безконтактну машину постійного струму (БМПС). Ця машина набула поширення відносно недавно (на початку 2000-х років), і сьогодні активно застосовується як малопотужний привод у жорстких дисках, принтерах, вентиляторах персональних комп'ютерів, електричному інструменті та як тяговий привод електричного транспорту.

Серед переваг БМПС слід зазначити: низькі експлуатаційні витрати та досить широкий діапазон швидкостей. Разом про те, конструктивні особливості БМПС призводять до виникнення небажаних явищ. Так, через трапецеїдальну форму проти-ЕРС, для даної машини характерні пульсації по моменту. І, що важливіше, дискретне живлення статорних обмоток призводить до пульсацій струмом, а, отже, і електричної потужності.

Проблемі використання БМПС як генератора для ВЕУ присвячено загалом дуже багато робіт і тому безліч питань залишається відкритим на дослідження. Тому ми вважаємо за доцільне присвятити дану роботу моделюванню динамічних властивостей ВЕУ на базі БМПС з метою розробки системи автоматичного регулювання (САР) вихідної потужності генератора [2-3].

Незважаючи на свою назву БМПС не є машиною постійного струму. Насправді ж вона відноситься до класу синхронних машин з постійними магнітами (СМПМ) і виділяється з останніх лише завдяки виконанню обмотки статора і, як наслідок, завдяки формі проти-ЕРС, що наводиться в цій обмотці обертовим ротором з постійними магнітами. У той час як у СМПМ проти-ЕРС синусоїдальна, у БМПС вона має форму трапеції. Отже, назва БМПС характеризує не принцип її дії, а спосіб управління (рисунок 1).

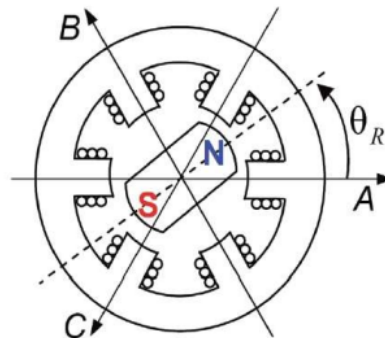


Рис. 1. Розріз двополусної безконтактної машини постійного струму

БМПС складається з ротора, на який кріпляться постійні магніти, що виконують роль обмотки збудження, і статора, в пази якого укладена трифазна силова обмотка. Статор зазвичай набирається із пластин ламінованої тонколистової сталі з метою зменшення втрат на вихрові струми та гістерезис. Ротор БМПС може мати різне конструктивне виконання, починаючи від традиційного внутрішнього, закінчуючи зовнішнім або дисковим виконанням. Є відомості, що зовнішнє виконання ротора є оптимальним конструктивним рішенням для побудови малопотужних ВЕУ на базі БМПС [2].

Схема частотного векторного керування вітроенергетичної установки працює в режимі підтримки максимуму потужності підвищення ККД вітротурбіни, забезпечуючи оптимальну швидкість обертання турбіни. При цьому швидкість обертання турбіни, необхідна для підтримки в системі оптимального значення швидкохідності, що забезпечує максимум потужності, розраховується для конкретного значення швидкості вітру [4].

Схема управління СДПМ з використанням методу векторного управління показано на рисунку 2.

Амплітуда та частота вихідної напруги на затискачах інверторного перетворювача ВЕУ в схемі залежать від частоти перемикання тиристорів. Ця обставина ставить завдання більш точного вибору

сенсора швидкості на валах ВГ для більш точного перемикавання тиристорів в залежності від заданого рівня та частоти вихідної напруги на виході інвертора.

На рисунку 2 приведені такі позначення: А – анемометр; Р – редуктор; Е – енкодер; СS – сенсори струму; В – випрямляч; АІН – автономний інвертор напруги; ВШІМ – блок векторної ШІМ; РШ – регулятор швидкості.

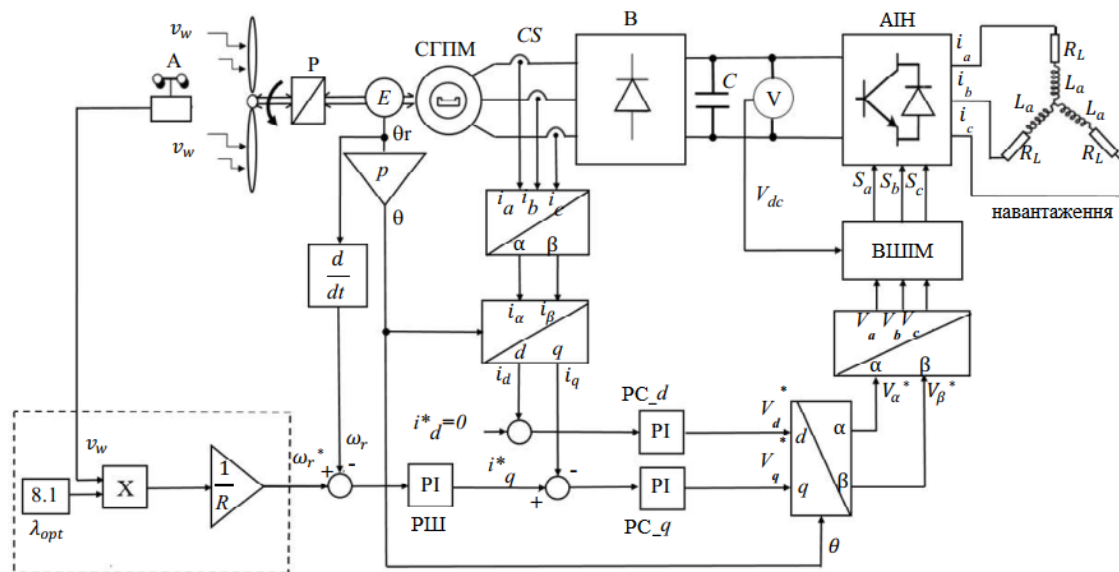


Рис. 2. Розріз двополосної безконтактної машини постійного струму

Стабілізація величини напруги і струму в системі генерування електричної енергії в ВЕУ здійснюється із застосуванням випрямляча для зміни вихідних значень напруги та струму на затискачах ВГ та інверторного перетворювача для перетворення постійної напруги випрямляча в змінну зі стандартним значенням вихідної напруги, форма якої близька до синусоїдальної.

Висновки

Запропонована схема частотного векторного керування вітроенергетичної установки, яка працює в режимі підтримки максимуму потужності підвищення ККД вітротурбіни, забезпечуючи оптимальну швидкість обертання турбіни. Регулювання швидкості обертання вітротурбіни забезпечується за допомогою векторної системи управління генератором, змінюючи момент на валу генератора за рахунок обчислення оптимального значення електричної навантаження із врахуванням інформації про оптимальне значення швидкохідності турбіни та значення швидкості вітру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, О75 Н. Нойбергер, Д. Циленков ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
2. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник / М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків: Видавництво «Точка», 2017. – 206 с.
3. Михальський В.М., Соколов В.М., Чехет Е.М. Векторна широтноімпульсна модуляція в матричних перетворювачах. Навчальний посібник. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2003. – 74с.
4. Квітка С.О., Безменнікова Л.М., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Методи управління та апаратна реалізація сучасних перетворювачів частоти. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. Мелітополь: ТДАТУ, 2013. Вип. 3, т. 2. С. 164-171.

Матевосян Максим Михайлович — ст. гр. ЕПА-23м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Нанак Олена Миколаївна — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

Олександр Анатолійович Паянок — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник: **Нанак Олена Миколаївна** — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

Matevosyan Maksym M. — student of the group EPA-23m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Nanaka Olena M. — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Payanok Oleksandr A. — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Supervisor: **Nanaka Olena M.** — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.