

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗІ ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЮВАННЯ

Постановка проблеми. До нових перспективних видів електричних машин належать вентильні реактивні двигуни (ВРД), які все частіше застосовуються в регульованих електроприводах.

Перші практичні реалізації ВРД мали вади, які стримували широке їх впровадження. Однак після проведених інтенсивних досліджень в багатьох промислово розвинених країнах світу ці вади в значній мірі усунуто й ВРД може бути застосований як ефективна альтернатива для різних типів електроприводів постійного струму завдяки своїм позитивним якостям, серед яких найважливішими є: висока завадостійкість; проста будова, просте виробництво й мала вартість виготовлення; висока надійність порівняно з іншими індукційними двигунами; малі втрати в роторі, добре охолодження; можливість роботи в середовищах з високою температурою; малий початковий момент опору ротора; можливість точного регулювання частоти обертання, яке досягається малим коштом з застосуванням електронної техніки.

Закладену уже принципом роботи складність вентильного двигуна варто використати для виконання не тільки функцій простого приведення в рух виконавчого механізму, але й для позиційного, моментного тощо, приводів. Наявність повністю керованого електронного інвертора (силового транзисторного комутатора) та первинного датчика позиційного зворотного зв'язку (датчик положення ротора) дозволяє із залученням тільки малопотужних (не силових) додаткових схем формування керувальних сигналів організувати ці режими роботи.

На рис.1 наведено повну принципову електричну схему вентильного реактивного двигуна з паралельними буферами енергії [1], обмеженням струму [2] та широтно-імпульсним регулюванням частоти обертання [3].

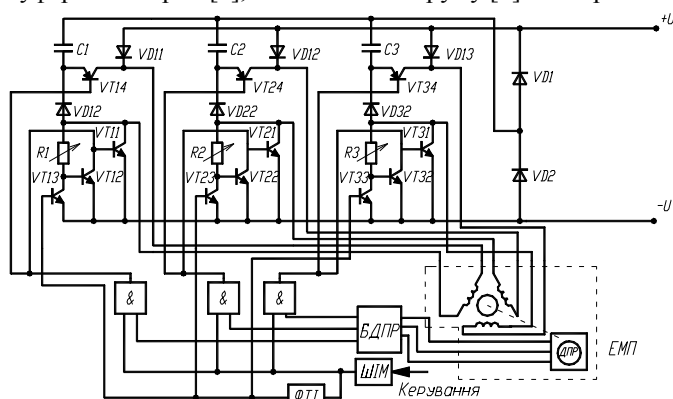


Рис. 1. Принципова електрична схема трисекційного ВРД з паралельними буферами енергії, обмеженням максимального струму та ШІПР

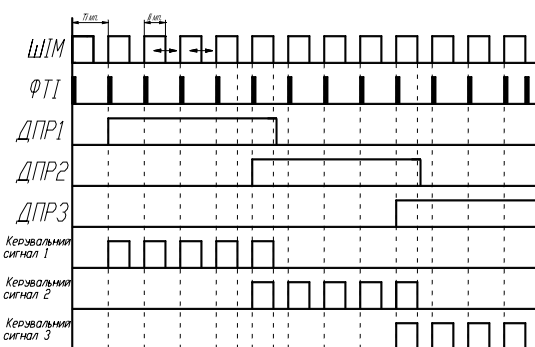


Рис. 2. Формування керувальних імпульсів ШІПР

До основної функціональної схеми силового комутатора з паралельним буфером енергії належать транзисторні ключі VT11–VT31, VT14–VT34, діоди VD1, VD2, VD11–VD13, VD12–VD32 конденсатори C1–C3 [1]. Обмеження струму через силові транзисторні ключі забезпечують транзистори VT12 – VT32, VT13–VT33 та резистори R1–R3 [2]. Широтно-імпульсне регулювання здійснюється тими ж силовими транзисторами, які забезпечують роботу ВРД на природній механічній характеристиці. На рис. 2 наведено діаграму формування імпульсів керування силовими транзисторами VT11 – VT31, VT14 – VT34.

Постановка завдань досліджень. В [4-6] запропоновано математичні моделі ВРД з БЕ для миттєвих значень.

Математична модель дозволяє здійснювати дослідження як перехідних, так і квазіусталених режимів роботи, отримувати миттєві значення струмів секцій, електромагнітного моменту, частоти обертання, напруги на нагромаджувальній ємності, а також інтегральні значення цих величин та окремих складових втрат (в міді, в сталі, на силових електронних елементах комутатора тощо) на ранніх стадіях проектування без натурального експериментування. Запропонований математичний апарат та його комп'ютерна реалізація дали можливість здешевити проектно-конструкторські розробки цілого ряду електроприводів на базі ВРД.

Викладення основного матеріалу. Дослідження електромеханічних процесів у керованому за допомогою широтно-імпульсного регулятора вентильному реактивному двигуні продемонструємо на прикладі електропривода барабана автоматичної пральної машини на базі ВРД з паралельним буфером енергії.

На рис. 3 наведено результати розрахунку початкового моменту пуску двигуна за моменту опору

навантаження 2,4 Нм і уставки обмеження струму 10 А. Початкове положення ротора таке, що вмикаються секції 1 і 3.

Для дослідження статичних режимів роботи продовжуємо обчислення аж до виходу на квазіусталений режим роботи електропривода. На рис. 4 наведено результати розрахунку струмів секцій ЕМП ВРД, електромагнітного моменту, напруги на накопичувальному конденсаторі в квазіусталеному режимі роботи.

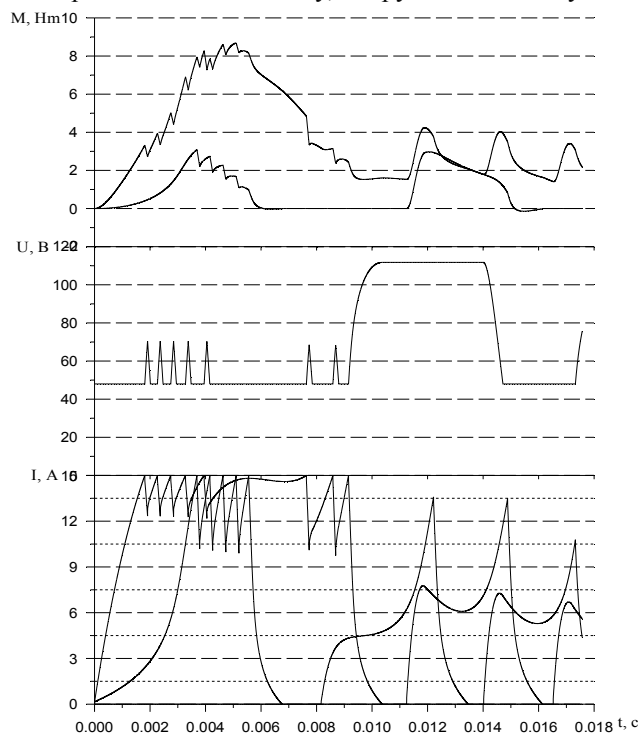


Рис. 3. Розрахункові значення електромагнітного моменту (сумарного та створюваного секцією 1), напруги на конденсаторі С1 та струмів секцій

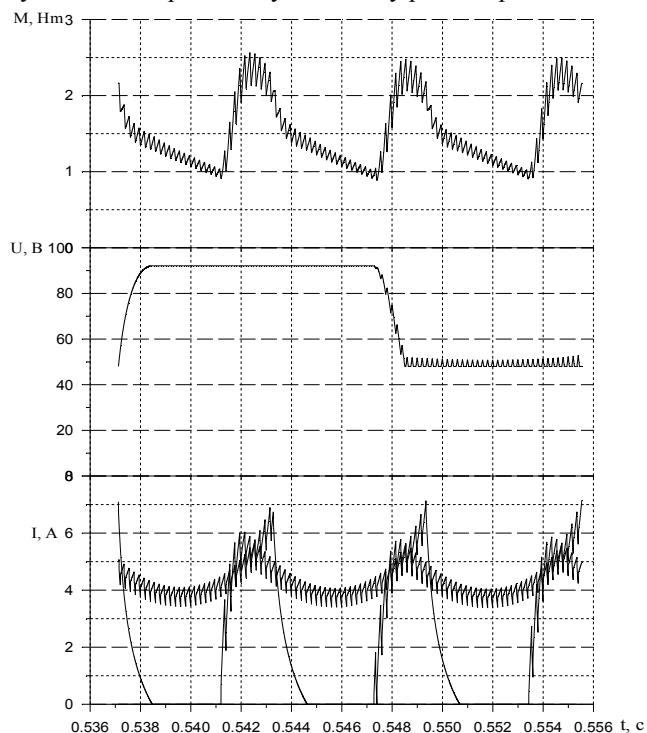


Рис. 4. Розрахункові значення електромагнітного моменту, напруги на накопичувальному конденсаторі та струмів секцій ЕМП в квазіусталеному режимі

Математична модель дозволяє дослідити вплив різних факторів на динамічні та статичні характеристики ВРД з буфером енергії та ШПР частоти обертання, а також обчислювати середні значення важливих величин; надає можливість уже на стадії проектування, без проведення високовартісних натурних експериментів, правильно вибрати силові напівпровідникові елементи комутатора, оцінити й вибрати шляхи зменшення пульсацій електромагнітного моменту.

Висновки. Комп'ютерне симулювання електромеханічних процесів у вентильному реактивному двигуні з буфером енергії та ШПР достатньо інформативне і зручне для користування, дозволяє досліджувати як перехідні, так і квазіусталені режими роботи електропривода, отримувати миттєві значення струмів секцій, струмів, що еквівалентують втрати в сталі, напруг на конденсаторах, електромагнітного моменту, швидкості обертання, а також інтегральні значення складових втрат, моменту, швидкості обертання тощо. Математичні дослідження дають змогу вже на ранніх стадіях проектування перевірити відповідність характеристик ВРД технічному завданню, вивчити тепловий режим як електромеханічного модуля ВРД, так і його електронної частини, переконатись в правильності і уточнити вибір електронних силових компонентів схеми.

Література.

1. Kasha L. Switched Reluctance Motor with Parallel Buffer of Energy and Pulse-Width Regulator // Proceedings XL International Symposium on Electrical Mashines (SME 2004), 2005, Hajnowka, Poland. P. 362 – 366.
2. Ткачук В.І., Каша Л.В., Пелень Н.В. Математична модель вентильного двигуна і електронного комутатора з ємнісним буфером енергії та з обмеженням струму // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск “Силова електроніка та енергоефективність”, ч.2, 2002. - С. 18 – 23.
3. Ткачук В.І., Каша Л.В. Широтно-імпульсне регулювання вентильного реактивного двигуна з буфером енергії // Науковий журнал «Праці Луганського відділення Міжнародної Академії інформатизації» №1(8), 2004. - С. 59 – 65.
4. Tkachuk V.I., Mathematical Modeling of SRM with Buffer of Energy // Proceedings of the XIII International Symposium on Theoretical Electrical Engineering (ISTET'05), 2005, Lviv, Ukraine. P. 308 – 311.
5. Ткачук В.І., Каша Л.В., Гайдук В.Г., Пелень Н.В. Математичне моделювання та комп'ютерне симулювання електромеханічних процесів у керованому вентильному реактивному двигуні з буфером енергії // Щоквартальний науково-практичний журнал “Електротехніка і електромеханіка”, №1, 2003. - С. 72 – 76.
6. Tkachuk V.I., Kasha L.V. Switched reluctance motor with serial capacity storage and its mathematical model // Proc. of ISTC UEES-01, vol. 3 Poland, 2001. P 953 -960.