

СИНХРОННИЙ РЕАКТИВНИЙ ДВИГУН ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Гайденко Ю.А., к.т.н., доцент, Пелипенко К.О., магістрант
КПІ імені Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. В останній час в якості приводу вентиляційних систем і в нашій країні і за кордоном, широко почали застосовувати синхронні реактивні двигуни (СРД). Це зумовлено тим, що дані двигуни відносяться до максимально високого класу енергоефективності IE4, а також мають дуже високий рівень надійності і порівняно низьку вартість [1].

Відомо також, що окрім високих техніко-економічних характеристик СРД мають і деякі недоліки. Зокрема, часова характеристика електромагнітного моменту, який розвивається даним типом двигунів, має в своєму складі пульсації, що безпосередньо впливають на стабільність обертання ротора та погіршують віброакустичні показники СРД. Останній фактор, особливо у вентиляторному устаткуванні, є надзвичайно важливим. Тому дослідження нерівномірності обертання ротора СРД та пошук способів зменшення цієї нерівномірності має дуже важливе значення у зв'язку з широким застосуванням даних двигунів для приводу саме вентиляційних систем. Крім того, зменшення пульсації електромагнітного моменту позитивно вплине на якість інших вихідних характеристик СРД [1].

Мета роботи. Метою роботи є створення коло-польової математичної моделі СРД з різними конструкціями ротора та аналіз на основі цієї моделі моментних характеристик даного двигуна з тим щоб обрати конструкцію ротора з якою СРД має найкращі віброакустичні характеристики.

Матеріали і результати досліджень. Для досягнення визначеної мети було спроектовано статор синхронного реактивного двигуна з такими вихідними даними: $P_n = 180 \text{ Вт}$, $n_n = 1500 \text{ об/хв}$, $f_n = 50 \text{ Гц}$, $U_{н.ф.} = 220 \text{ В}$, $m = 3$. Також, була створена коло-польова математична модель СРД. Дана модель створена в програмному середовищі COMSOL Multiphysics, базується на методі скінченних елементів і реалізовується за допомогою методу покрокового інтегрування. Коло-польова математична модель СРД, на відміну від існуючих (класичних ланцюгових та польових) має значно вищий рівень точності і достовірності, оскільки враховує реальні фізичні властивості матеріалів, обертання ротора, а також електричне коло обмотки статора. Крім того, розроблена модель має надзвичайно мало допущень [1].

На основі аналізу літературних джерел стосовно переваг і недоліків різних конструкцій роторів СРД, було обрано три конструкції, які вважаються найефективнішими для використання в електроприводі вентиляційних систем [2]. Модель розглядалась в 2D постановці в площині поперечного перерізу активної зони СРД. Геометрія поперечного перерізу була створена за допомогою системи автоматизованого проектування AutoCAD. На рис. 1 зображені поперечні перерізи роторів конструкції яких розглядалися в роботі.

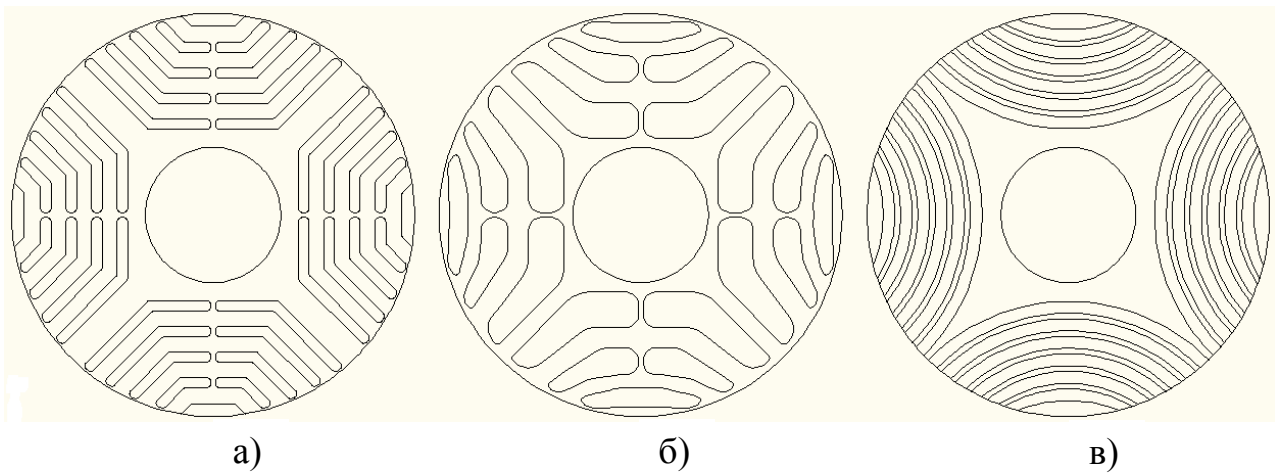


Рисунок 1 – Конструкції роторів: а) *Ротор 1*; б) *Ротор 2*; в) *Ротор 3*.

Два ротори (*Ротор 1* та *Ротор 2*) відносяться до поперечно-секціонованої конструкції, а *Ротор 3* – до аксіально-секціонованої конструкції ротора.

На рис. 2 зображені розраховані криві електромагнітного моменту СРД для трьох різних конструкцій ротора. Синім кольором – крива електромагнітного моменту СРД з *Ротором 1*, червоним кольором – крива електромагнітного моменту СРД з *Ротором 2*, зеленим кольором – крива електромагнітного моменту з *Ротором 3*.

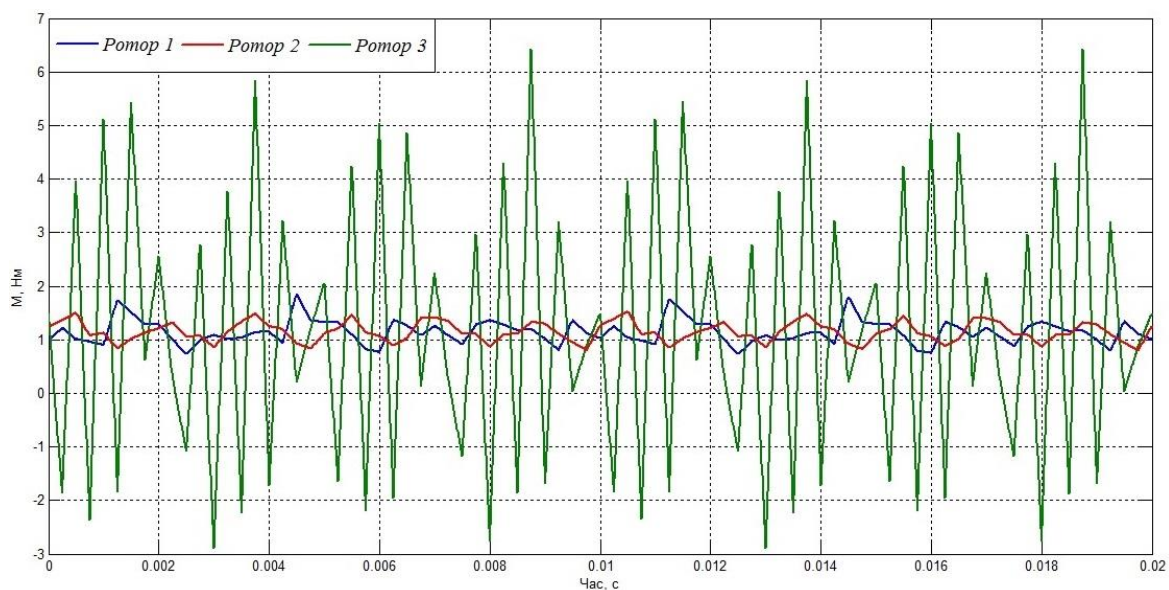


Рисунок 2 – Часові характеристики електромагнітного моменту СРД з трьома різними конструкціями ротора

Видно, що найбільші пульсації електромагнітного моменту має конструкція СРД з *Ротором 3*. У СРД з двома іншими типами роторів (*Ротор 1* та *Ротор 2*) пульсації моменту значно менші ніж в першому варіанті.

Щоб більш кількісно оцінити величину пульсацій електромагнітного моменту отримані криві були розкладені в ряд Фур'є. На рис. 3 зображені спектри кривих електромагнітного моменту, причому показано лише вищі

гармоніки. Синім кольором – спектр кривої електромагнітного моменту *Ротора 1*, червоним кольором – спектр кривої електромагнітного моменту *Ротора 2*, зеленим кольором – спектр кривої електромагнітного моменту *Ротора 3*.

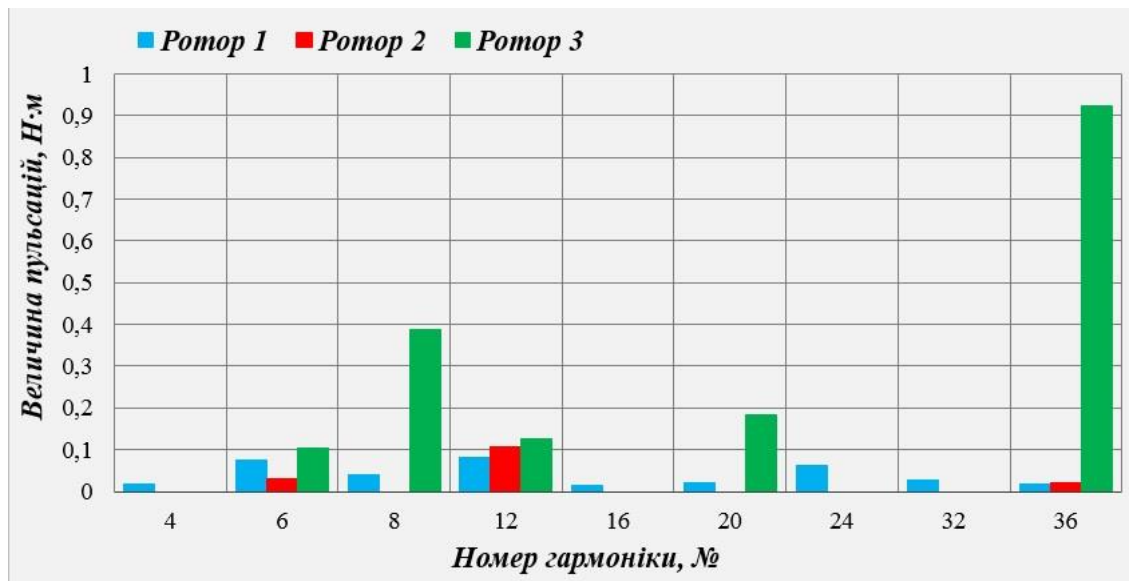


Рисунок 3 – Спектри кривих електромагнітного моменту

Видно, що найбільшою гармонікою спектру електромагнітного моменту для СРД з *Ротором 1* є дванадцята (0,081 Н·м), для СРД з *Ротором 2* – теж дванадцята (0,107 Н·м), а для СРД з *Ротором 3* – тридцять шоста (0,924 Н·м). В таблиці 1 наведені відсоткові значення згаданих найбільш виражених гармонік відносно постійної складової номінального моменту.

Таблиця 1 – Відсоткове значення найбільших гармонік

Тип ротора	Номінальний момент, Н·м	Номер найбільшої гармоніки, №	Числове значення найбільшої гармоніки, Н·м	Відсоткове значення від номінального моменту, %
<i>Ротор 1</i>	1,146	12	0,081	7,1
<i>Ротор 2</i>	1,146	12	0,107	9,3
<i>Ротор 3</i>	1,146	36	0,924	80,6

Висновок. Таким чином, в роботі була визначена *найоптимальніша* конструкція ротору СРД при якому пульсації електромагнітного моменту найменші, а віброакустичні характеристики найкращі. Цією конструкцією є *Ротор 1*, саме її доцільно рекомендувати для СРД, які використовуються для приводу вентиляційних систем.

Перелік посилань

1. Пелипенко К. О. Синхронний реактивний двигун для використання в системах вентиляції [Дипломна робота] / Костянтин Олександрович Пелипенко. – 2016.
2. Постников И. М. Синхронные реактивные двигатели / И. М. Постников, В. В. Ралле. – Киев: Техника, 1970. – 148 с.