

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРОЗБУДЖУЮЧИХ СИЛ В АСИНХРОННОМУ ДВИГУНІ ПРИ ЗМІНІ КІЛЬКОСТІ ЗУБЦІВ РОТОРА

Гераскін О.А., к.т.н., асистент

НТУУ «КПІ», кафедра електромеханіки

Вступ. Одним із важливих показників якості спроектованого асинхронного двигуна (АД) є рівень вібрацій і шуму, який він створює в процесі роботи. На ці показники впливають різні параметри АД, зокрема і кількість зубців ротора. В процесі проектування АД з використанням систем автоматизованого проектування (САПР) часто є необхідність у визначенні рівня вібрацій АД. Зменшити рівень віброзбуджуючих сил можна коригуванням, наприклад, параметрів зубцево-пазової зони. Однак всі ці коригування здійснюються з використанням тільки аналітичних математичних моделей, що є суттєвим недоліком процесу проектування. Класична теорія визначення оптимальної кількості зубців ротора в процесі проектування АД і їх вплив на вібраційні параметри АД за допомогою аналітичних підходів робить велику кількість припущень [1]. Застосування польових математичних моделей в процесі проектування АД в САПР дозволяє більш точно враховувати особливості геометрії зубцево-пазової зони АД, процеси насичення сталі. Ідея впровадження польових підходів в САПР полягає в застосуванні польових математичних моделей тільки для ряду варіантів спроектованих АД, отриманих з найкращими вібраційними показниками. Тобто для цього набору моделей будуються польові математичні моделі і вибирається найкращий варіант. Можна зазначити, що недоліком в застосуванні польових підходів в системі САПР є деяке підвищення трудомісткості робіт в процесі проектування. Поєднання переваг аналітичних і польових підходів в САПР дозволяє ще більше покращити вібраційні показники АД, що проектуються.

Актуальність роботи полягає в тому, що на стадії проектування АД в САПР пропонується застосовувати польові математичні моделі для покращення вібраційних показників АД. В статті представлено результати досліджень впливу кількості зубців ротора АД на його віброзбуджуючі сили із використанням польових математичних моделей. Визначення оптимальної кількості зубців ротора, що дозволяє задовольнити високі вимоги до вібраційних показників спроектованого АД, є актуальною науковою задачею.

Мета роботи. Дослідити вплив кількості зубців ротора АД на його віброзбуджуючі сили.

Матеріали і результати дослідження. В якості досліджуваного двигуна був вибраний АД з покращеними пусковими властивостями потужністю 3,3 кВт, номінальна напруга живлення 220/380 В, струм статора 6,7 А, з'єднання обмоток статора Δ/Y , номінальне ковзання $s=3,7\%$, кількість пар полюсів $p=1$, діаметр ротора 0,08 м, матеріал стержнів – алюміній. Базова модель має 32 зубці на роторі.

В статті досліджуються *електромагнітні віброзбуджуючі сили*. Дослідження ж повної вібрації АД із врахуванням механічних причин

виникнення вібрації є значно складнішим завданням і не є метою даної статті. Питанню вібраційних досліджень АД із застосуванням польових математичних моделей присвячені роботи [2, 3].

Для визначення впливу кількості зубців ротора АД на його віброзбуджуючі сили було проведено ряд чисельних досліджень при зміні кількості зубців ротора в досліджуваному АД від 27 до 37 штук. На рис 1. показано, що при зміні кількості зубців ротора в АД змінюється спектр віброзбуджуючих сил, що розраховуються за допомогою тензора магнітного натягу.

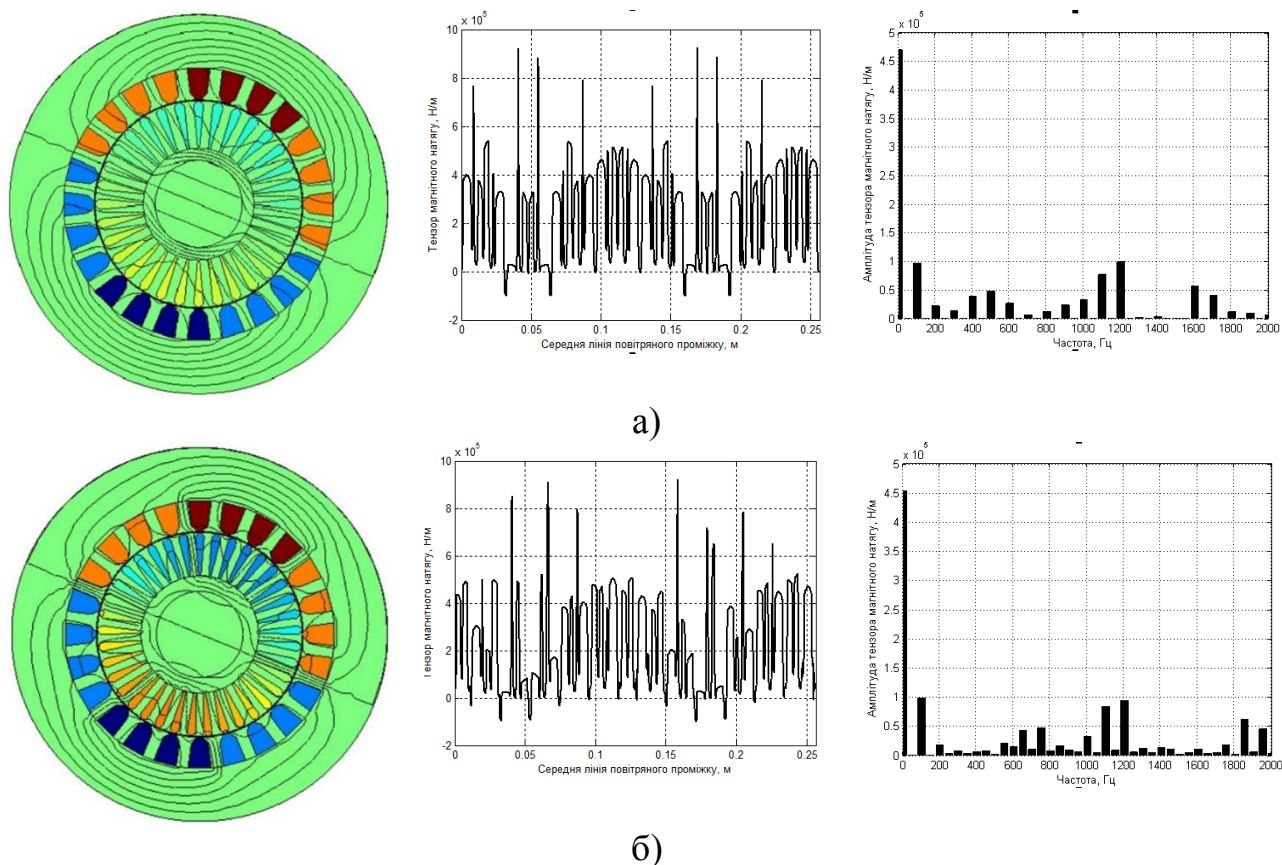


Рисунок 1 – Модель АД, розподіл тензора магнітного натягу і його спектр відповідно при зміні кількості зубців ротора: а - 32 зубці і б - 37 зубців.

За результатами чисельного моделювання отримано графіки (рис. 2), що характеризують зміну амплітуд гармонік спектрів віброзбуджуючих сил в залежності від кількості зубців ротора. Найбільш такими, що якісно характеризують зміни в спектральному складі віброзбуджуючих сил є наступні параметри: постійна складова, амплітуда гармоніки подвійної частоти, амплітуда першої зубцевої гармоніки, амплітуда другої зубцевої гармоніки. Частота зубцевої гармоніки визначається кількістю зубців ротора. Амплітуди цих гармонік порівнювалася з амплітудами відповідних гармонік базової моделі АД.

З проведеного моделювання видно, що зі зміною кількості зубців ротора гармоніки тензора магнітного натягу змінюються по-різному: постійна складова і перша зубцева гармоніка практично не змінюються, а гармоніка подвійної частоти змінюється до 8%. Найбільше змінюється друга зубцева гармоніка: при

зменшенні кількості зубців ротора з 32 до 27 штук вона зменшується на 43%, а при збільшенні кількості зубців ротора з 32 до 37 штук вона зростає на 20%.

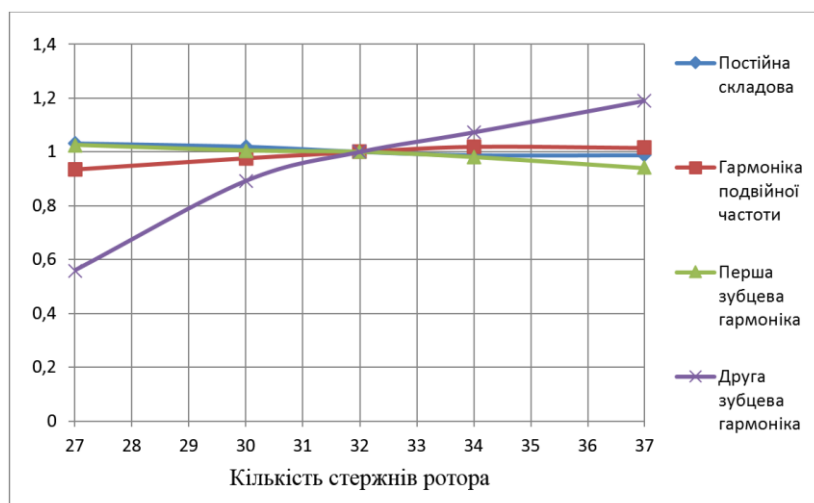


Рисунок 2 – Зміна амплітуд гармонік спектрів вібробуджуючих сил в залежності від кількості зубців ротора

За результатами математичного моделювання можна зробити висновок, що в досліджуваному АД вибрана оптимальна кількість зубців ротора. Це значення може коригуватися у відповідності з іншими критеріями оптимальності в процесі проектування АД із застосуванням САПР.

Висновки. На стадії проектування АД необхідно застосовувати польові методи для того, щоб:

- а) визначити рівень електромагнітних вібробуджуючих сил в спроектованому АД;
- б) визначити оптимальне співвідношення параметрів зубцево-пазової зони, які забезпечують найкращі вібраційні показники спроектованого АД;
- в) зменшити кількість припущень, що використовуються в класичній теорії розрахунку вібробуджуючих сил в АД завдяки врахуванню вторинних електромагнітних процесів: насичення, витіснення струму в провідниках та ін.;
- г) врахувати вплив всіх особливостей геометрії активної зони АД на вібраційні параметри спроектованого двигуна.

Поєднання переваг аналітичних і польових підходів в САПР дозволяє ще більше покращити вібраційні показники АД, що проектується.

Перелік посилань

1. Шубов И.Г. Шум и вибрация электрических машин. – Л.: Энергоатомиздат, Л.О., 1986. – 207 с.
2. Васьковский Ю.Н., Гераскин А.А. Анализ сигналов датчиков вибрации в короткозамкнутых асинхронных двигателях на основе математических моделей вибровозмущающих электромагнитных сил // Электротехника і електромеханіка.– 2010. – Вип. 5. – С. 12-16.
3. Васьковский Ю. Н. Анализ вибровозмущающих сил в асинхронных двигателях при обрыве сегментов короткозамыкающих колец обмотки ротора на основе цепи-полевой математической модели / Ю. Н. Васьковский, А. А. Гераскин, М. А. Коваленко // Электротехника і електромеханіка. – 2011. – № 5. – С. 18-22.