

ПУЛЬСАЦІЇ МОМЕНТУ У СИНХРОННИХ МАШИНАХ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Степук О.В., Марусенко С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Зростання масового виробництва електромобілів та безпілотних літальних апаратів у останні 10–15 років призвело до зростання попиту на удосконалення та створення нових технічних рішень електромоторів, у першу чергу, синхронних машин на постійних магнітах. Існуючі конструкції використовують три топології магнітного поля: радіальну, аксіальну та поперечну. Перша – найбільш часто використовується з огляду на технологічність, друга – через більш високі волюметричні показники, третя – через високу енергоефективність. Разом із тим, для всіх них характерно виникнення моменту залипання при старті–пуску та пульсації у робочому режимі. Ці ефекти призводять до виникнення вібрацій і шумів зазначених типів електричних машин.

Мета дослідження – аналіз впливу деяких геометричних та фізичних факторів, що дозволяють знизити паразитні коливання моменту у існуючих конструкціях. Розглянуто вплив профілювання, ламінування, магнітного екранування і дробової частки (0.25–0.5) кількості пазів до кількості полюсів і фаз на момент.

У математичну модель розрахунку моментів включено стандартне співвідношення для двовісних синхронних машин $T = m/2 * (p(\lambda_d i_q + \lambda_q i_d))$, де m – кількість витків на фазі, p – кількість полюсних пар, λ – магнітне розсіювання, i – струм, індекси d і q відносяться до відповідних осей.

Чисельна реалізація здійснена із використанням МСЕ на доступних програмних комплексах розрахунку електромагнітних та механічних полів. Також виконувався спектральний аналіз виникаючих пульсацій. Математичне моделювання динамічного стану машин здійснено для двох конструкцій електродвигунів із ламінованим статором і цільним феритовим, виконаним з використанням 3–D друку. Аналіз виконувався для квазістатичного і динамічного стаціонарного режимів.

Отримані результати дозволили визначити оптимальні кути нахилів магнітів, їх профілювання, що дозволить знизити пульсації. Те ж саме досягається ламінуванням, що дозволяє знизити магнітне розсіювання та втрати. Використання феритових моделей також знижує пульсації, але одночасно погіршуються показники енергоефективності машин. Спектральний аналіз власних частот і форм коливань дозволяє вибрати оптимальні для конкретних застосувань машин способи зниження пульсацій та моменту залипання.

Порівняння результатів із наявними експериментальними даними показало прийнятну точність розрахункових моделей.