

УДК 621.3.078.3

Захаров М.С.¹, Крисан Ю.О.²

¹ студ. гр. Е-713м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

При дослідженні перехідних режимів електроприводу (ЕП) з асинхронним двигуном (АД) виникає необхідність в обліку електромагнітних і електромеханічних процесів в самій машині. Особлива необхідність в цьому виникає при дослідженні швидких процесів, коли великий взаємовплив механічного і електромагнітного процесів, при дослідженні взаємодії джерела і двигуна і так далі. Такі дослідження можна проводити на основі вирішення нелінійних диференціальних рівнянь, що описують АД [1-4].

Інтеграція нелінійних диференціальних рівнянь без істотних спрощень і допущень можливо тільки на електронних обчислювальних машинах (ЕОМ). При цьому рішення виконується в чисельному вигляді для конкретних параметрів досліджуваного об'єкту, тому такий спосіб дослідження має багато загального з експериментальним.

На жаль, складність фізичних процесів в АД робить можливим і доцільним тільки наближений їх опис. Ступінь наближення повинен забезпечувати точність, необхідну не тільки для якісного аналізу досліджуваного явища, але і для визначення його основних параметрів.

Основою математичного опису асинхронного електроприводу, як і всякого електромеханічного перетворювача енергії, є диференціальні рівняння електричної і механічної рівноваги системи, а також рівняння

перетворення електромагнітної енергії в механічну. Проте точний опис реальної асинхронної машини, що представляє сукупність складних тривимірних електричних і магнітних ланцюгів з різною магнітною проникністю, за допомогою рівнянь Максвелла виявляється достатньо складним. Тому при дослідженнях користуються спрощеними уявленнями про фізичні процеси в машині, приблизно враховуючи, а в деяких випадках і взагалі не розглядаючи вплив змінного насичення магнітного ланцюга, ефекту витіснення струму, втрат в сталі, полігармонічного складу струмів і інших чинників. Рівняння, записані з такими спрощувачими допущеннями, є лише наближеною математичною моделлю реальної машини, але у багатьох випадках вони описують явища в машині і її поведінку з цілком достатньою для практичних цілей точністю.

Для запису диференціальних рівнянь асинхронної машини найзручніше використовувати метод результуючих просторових векторів, що набув поширення [1-4]. В узагальненій системі координат, що обертається з деякою швидкістю ω_k , диференціальні рівняння АД в загальній формі мають наступний вигляд.

$$\left. \begin{aligned} \dot{u}_1 &= i_1 r_1 + \left[\frac{d}{dt} + j\omega_k \right] \dot{\Psi}_1 \\ \dot{u}_2 &= i_2 r_2 + \left[\frac{d}{dt} + j(\omega_k - \omega) \right] \dot{\Psi}_2 \\ M &= \frac{2}{3} \text{Im}[\dot{\Psi}_1 i_1] \\ J_\Sigma \frac{d}{dt} \omega &= M - M_C \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де $u_{1(2)}$, $i_{1(2)}$, $\Psi_{1(2)}$ - миттєві значення просторових векторів напруги, струмів і потокозчеплення статора (ротора); $r_{1(2)}$ - активні значення опорів статора (ротора); ω - кутова швидкість обертання ротора; J_Σ - приведений до валу двигуна сумарний момент інерції; M - електромагнітний момент двигуна; M_C - момент, обумовлений навантаженням.

Зручність прийнятої форми запису рівнянь в значній мірі залежить від вибору кутової швидкості ω_k системи координат. При дослідженні електромагнітних перехідних процесів застосовуються зазвичай три системи координат: система d, q , нерухома щодо ротора ($\omega_k = \omega$); система α, β , нерухома щодо статора ($\omega_k = 0$); система x, y , що обертається в просторі з синхронною кутовою швидкістю ($\omega_k = \omega_0$).

Перші три рівняння (1) відображають умови електричної рівноваги. Вони справедливі за умови синусоїдального розподілу в просторі

магніторушійної сили і магнітних індукцій. Четверте рівняння (1) відображає умову механічної рівноваги динамічної системи.

При дослідженні в першому наближенні режимів роботи ЕП приймаються наступні допущення: магнітне коло машини ненасичене; явища гістерезису, вихрові струми і втрати в сталі відсутні; активні опори і індуктивності кіл постійні; магнітна провідність по колу зазору постійна і не залежить від положення ротора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ляшенко М.Я., Головань М.С. Чисельні методи: Підручник. - Либідь. 1996. - 288 с.
2. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння.- Київ ВПЦ Київський університет, 2010.-600 с.
3. V. I. Arnold. Ordinary Differential Equations.-Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1992 -338 P.
4. Шкіль М.І., Лейфура В.М., Самусенко П.Ф. Диференціальні рівняння.-Київ: Техніка, 2003.-368 с.