

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕЛІНІЙНОСТІ МАГНІТНОГО КОЛА НА ПАРАМЕТРИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ

Кіяткін Р.О., студент, Приступа Д.Л., к.т.н., асистент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Однією із найбільш поширених систем регульованого електроприводу є система асинхронного електроприводу з векторним керуванням. Реалізація алгоритмів векторного керування передбачає наявність інформації про значення параметрів електричної машини, які передбачаються відомими та сталими. Однак при роботі зі змінним значенням потокозчеплення важливу роль відіграє нелінійність магнітного кола асинхронного двигуна (АД), яка визначає величину індуктивностей в залежності від величини струму намагнічування.

Мета роботи. Дослідження динамічної поведінки асинхронного двигуна з врахуванням нелінійності магнітного кола при покращеному частотному та стандартному векторному методах керування. Визначення необхідності ідентифікації кривої намагнічування при самоналаштуванні векторно-керуваних електроприводів.

Матеріали і результати досліджень. За основу досліджень в роботі використано математичну модель АД з врахуванням нелінійності магнітного кола, детально описану в роботі [1]. Для моделі АД записаної в струмах статора та потокозчепленнях ротора, прийнято:

Насичується лише контур намагнічування АД, який характеризується індуктивністю намагнічування L_m .

Індуктивності статора L_1 і ротора L_2 визначаються як

$$L_1 = L_m + L_{1\sigma}, L_2 = L_m + L_{2\sigma}, \text{ де індуктивності розсіювання } (L_{1\sigma}, L_{2\sigma}) = \text{const}.$$

Статична індуктивність контуру намагнічування визначається як

$$L_m(i_m) = \frac{\psi_m(i_m)}{i_m},$$

де ψ_m – модуль вектора потокозчеплення, i_m – струм намагнічування.

Динамічна індуктивність контуру намагнічування визначається як

$$L(i_m) = \frac{d\psi_m(i_m)}{di_m}.$$

Відношення будь-якої пари L_1, L_2, L_m є постійним і визначається як

$$\frac{L_m}{L_2} = \frac{L_m(i_m)}{L_m(i_m) + L_{2\sigma}}.$$

В якості досліджуваного, обрано асинхронний двигун серії АИР90L4У2 паспортні дані та параметри схеми заміщення якого приведені у табл.1. Крива намагнічування, отримана експериментальним шляхом, показана на рис.1.

Дослідження проводилось методом математичного моделювання в програмному пакеті Matlab для частотного [2] та векторного [3] алгоритмів керування АД в умовах стандартного тесту, для якого послідовність операцій керування приведена на рис. 2. і включає:

– етап збудження, з параметрами траєкторії потокозчеплення рівними $\psi^*(0) = 0.02 \text{ Вб}$, $\psi^* = 0.98 \text{ Вб}$ і $\dot{\psi}^* = 9.6 \text{ Вб/с}$;

– починаючи з $t=0.5\text{с}$ відбувається розгін двигуна без навантаження. Задана траєкторія швидкості має нульове початкове значення і за час $t_p = 0,5\text{с}$ досягає величини 50 рад/с з обмеженою першою похідною на рівні 100 рад/с^2 ;

– в момент часу $t=2\text{с}$ до валу двигуна східчасто прикладається постійний момент навантаження, що дорівнює $M_C = 15 \text{ Нм}$, при $t=3\text{с}$ момент навантаження знімається.

В умовах тесту, нелінійність контуру намагнічування враховувалась виключно в моделі АД, в алгоритмі керування використовувались постійні значення параметрів приведені в табл.1. Індуктивність контуру намагнічування приймалась рівною $L_m = 0.251 \text{ Гн}$, що відповідає номінальному струму намагнічування.

Таблиця 1 – Параметри АД

Потужність, кВт	2.2
Номінальний струм статора, А	5
Лінійна напруга статора, В	380
Частота, Гц	50
Число пар полюсів	2
Активний опір статора, Ом	3.7
Активний опір ротора, Ом	2
Індуктивність розсіювання, мГн	13
Момент інерції, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$	0.0165

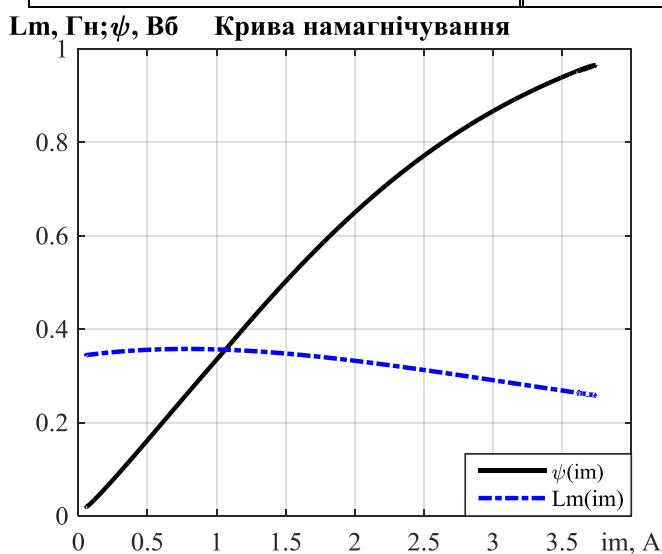
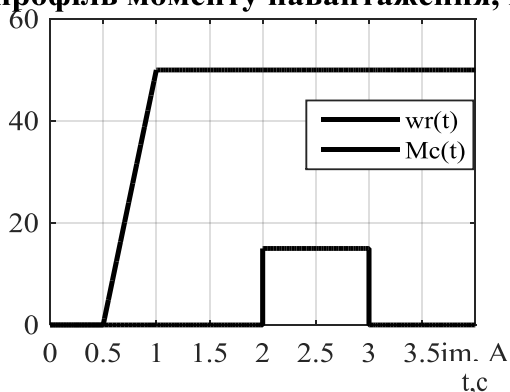


Рисунок 1 – Крива намагнічування АД

Задана кутова швидкість, рад/с, та профіль моменту навантаження, $\text{Н} \cdot \text{м}$



Задане потокозчеплення, Вб

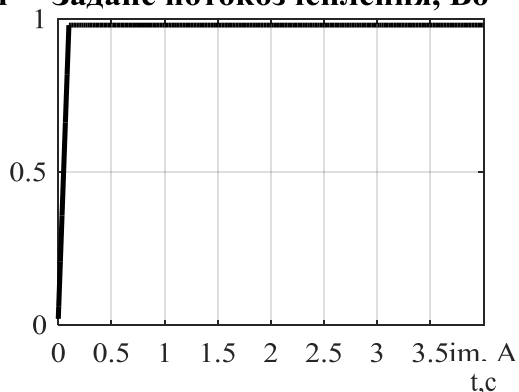


Рисунок 2 – Профілі траєкторій завдання

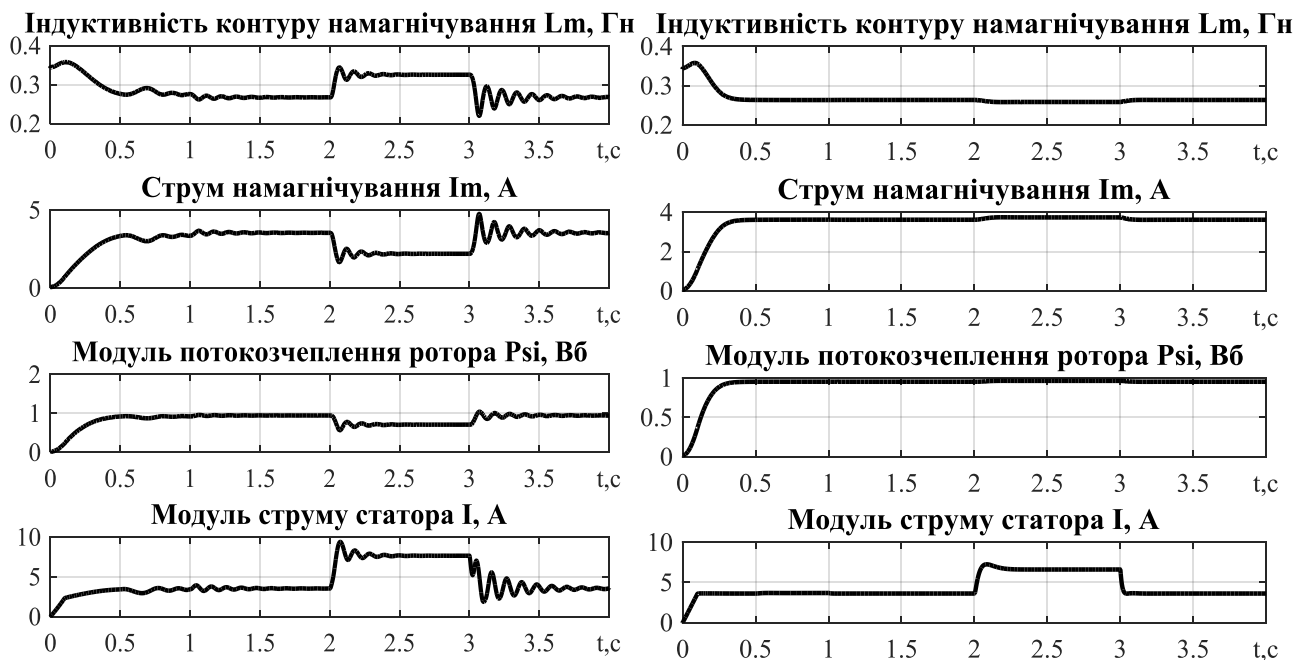


Рисунок 3 – Графіки перехідних процесів при тестуванні:
 а) частотного; б) векторного алгоритму керування АД

Результати математичного моделювання досліджуваних алгоритмів керування АД представлені на рис. 3. З графіків перехідних процесів струму та індуктивності намагнічування (рис. 3) встановлено, що характер динамічної поведінки $L_m(t)$ для алгоритмів частотного та векторного керування на етапі збудження та розгону є подібним, однак при відпрацюванні номінального моменту навантаження в системі частотного керування спостерігається явище розмагнічування АД і, як наслідок, істотного збільшення індуктивності контуру намагнічування, на відміну від системи векторного керування, де $\Delta L_m < 1\%$.

Висновок. Сучасні системи векторно-керованого асинхронного електроприводу доповнені процедурою самоналаштування, яка передбачає визначення невідомих параметрів схеми заміщення АД без врахування нелінійності магнітного кола, гарантують високі динамічні показники якості керування для більшості промислових застосувань в типових умовах роботи. Однак при реалізації бездавачевих алгоритмів керування або алгоритмів векторного керування в умовах роботи зі змінною величиною потоку процедура самоналаштування має додатково включати в себе ідентифікацію кривої намагнічування.

Перелік посилань

1. Levi E. A unified approach to main flux saturation modelling in D-Q axis models of induction machines / E. Levi // IEEE Transactions on Energy Conversion. – 1995. – Vol. 10. – № 3. – P. 455-461.
2. Пересада С.М. Обобщенный алгоритм частотного управления асинхронными двигателями. Часть 1: синтез на основе второго метода Ляпунова / С.М. Пересада, С.М. Ковбаса, А.Ю. Онанко // Электромеханические и энергосберегающие системы. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2011. – № 2/2011 (14). – С. 13-16.
3. Leonhard W. Control of Electrical Drives, Third Edition / W. Leonhard. – Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2001. – 464 p.