

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ВЛАСТИВОСТЯМИ СЛАБКОЇ ЧУТЛИВОСТІ ДО ПАРАМЕТРИЧНИХ ЗБУРЕНЬ

Островець М.Я, к.т.н., доц., Будішевська М.В., магістрантка
кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Практичне застосування законів керування координатами взаємозв'язаних електромеханічних систем, отриманих на основі класичних методів теорії автоматичного керування, пов'язано з необхідністю мати повну та достовірну інформацію про структуру та параметри об'єкту керування. Провести розрахунок параметрів схеми заміщення асинхронного двигуна на основі каталожних даних достатньо складно [1], тому виникає необхідність їх проведення за альтернативною методикою [2].

Мета роботи полягає у підвищенні досліджень системи керування асинхронним двигуном з властивостями слабкої чутливості до параметричних збурень на основі викладеної методики розрахунку параметрів схеми заміщення двигуна.

Матеріали досліджень. Об'єктом досліджень є універсальна система векторного керування швидкістю асинхронного двигуна [3]. Моделювання виконується на прикладі асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором типу 4A160S6Y3 з наступними каталожними даними: номінальна напруга $U_H=380\text{В}$ та струм статора $I_H=22.6\text{ А}$, номінальна потужність $P_H=11\text{ кВт}$, номінальна частота $f=50\text{ Гц}$, коефіцієнт корисної дії $\eta_H=86\%$, коефіцієнт потужності $\cos\varphi_H=0.86$, синхронна частота обертання $n=1000\text{ об/хв}$, номінальне ковзання $s_i=2.7\%$. Також визначеними є кратність максимального моменту

$$K_M = \frac{M_m}{M_H} = 1.2, \text{ кратність пускового моменту } \hat{E}_i = \frac{\dot{I}_i}{M_i} = 1.2 \text{ та пускового струму } \hat{E}_s = \frac{2_i}{2_i} = 6.$$

Визначення параметрів схеми заміщення двигуна: R_1, R_2 – активний опір статора та ротора; L_1, L_2, L_m – індуктивність статора, ротора та взаємноіндуктивність, проводиться в наступній послідовності.

Активний опір статора:

$$R_1 = C_1 \cdot R_2 \cdot \beta$$

де
$$\tilde{N}_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot K_i \cdot I_{1H}}; \quad I_0 = \sqrt{\left[I_{1B}^2 - \left(\frac{p^* \cdot (1-s_i)}{(1-p^* \cdot s_i)} \cdot I_{1H} \right)^2 \right] / \left[1 - \left(\frac{p^* \cdot (1-s_i)}{(1-p^* \cdot s_i)} \right)^2 \right];}$$

$$\beta = -\frac{B}{2} + \sqrt{B^2 - 4 \cdot C}; \quad B = \frac{1}{s_i} + \frac{1}{s_e} - \frac{2 \cdot A_1 \cdot A_0}{s_i};$$

$$A_0 = \frac{(I_{1H} \cdot \cos \varphi_{1H} - I_0 \cdot \cos \varphi_0)}{U_H}; \quad A_1 = \frac{m \cdot U^2 \cdot (1 - s_i)}{2 \cdot C_1 \cdot K_M \cdot P_{2H} \cdot \omega_1};$$

$$\tilde{N} = \frac{1}{s_i \cdot s_e} - A_1 \cdot A_0 \cdot \left(\frac{1}{s_i^2} + \frac{1}{s_e^2} \right) \quad \omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot f$$

I_{1H} та I_{1P^*} – це номінальний струм та струм при навантаженні, відмінному від номінального, а p^* – відносне навантаження, відмінне від номінального, наприклад $p^*=0,75$.

Активний опір ротора:

$$R_2 = \frac{A_1}{\left(\beta + \frac{1}{s_e} \right) \cdot C_1}$$

Повна індуктивність статора та ротора, а також взаємодуктивність:

$$L_1 = \frac{X_1}{\omega_1}$$

$$L_2 = \frac{X_2}{\omega_1}$$

$$L_m = \frac{X_M}{\omega_1}$$

де $X_1 = 0,42 \cdot C_1 \cdot R_2 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{s_i^2} \right) - \beta^2}$

$$X_2 = 0,58 \cdot R_2 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{s_i^2} \right) - \beta^2}$$

$$X_M = \frac{E_1}{I_0}$$

$$E_1 = \sqrt{(U \cdot \cos \varphi_{1H} - R_1 \cdot I_{1H})^2 + (U \cdot \sin \varphi_{1H} + X_1 \cdot I_{1H})^2}$$

Для визначення η та $\cos \varphi$ при навантаженнях, відмінних від номінального (в даному прикладі $0,75P_H$), використовуються відомі залежності, представлені на рис.1.

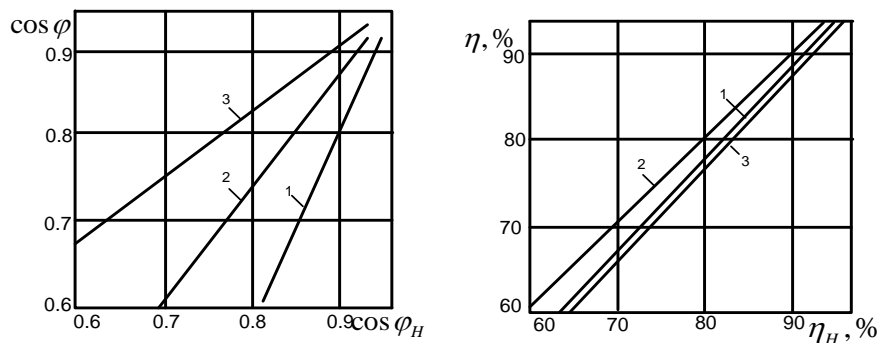


Рисунок 1 – Залежність η та $\cos \varphi$ від навантаження:

1- $P_2 / P_{2H} = 0,5$; 2 - $0,75$; 3 – $1,25$

Розраховані параметри схеми заміщення вибраного двигуна мають такі значення: $R_1=0.567925$ Ом – активний опір статора; $R_2=0.2732$ Ом – приведений активний опір ротора; $L_1=0.114438$ Гн – індуктивність статора; $L_2=0.115681$ Гн – приведена індуктивність ротора, $L_m=0,111174$ Гн – взаємноіндуктивність.

На рис. 2.а) представлено перехідний процес швидкості до виходу на усталене значення 101,9 рад/с за час 0,3 с та накидання в момент часу 2,5 с номінального навантаження. На рис. 2.б) зображено графіки трьох похибок керування швидкістю при дії параметричного збурення у вигляді зменшення та збільшення вдвічі приведенного активного опору ротора ($R_2= 0.1366; 0.2732; 0.5464$ Ом). Як видно з графіка, зміна опору не призводить до значного погіршення якості керування (криві перехідних процесів майже зливаються) на відміну від традиційних систем.

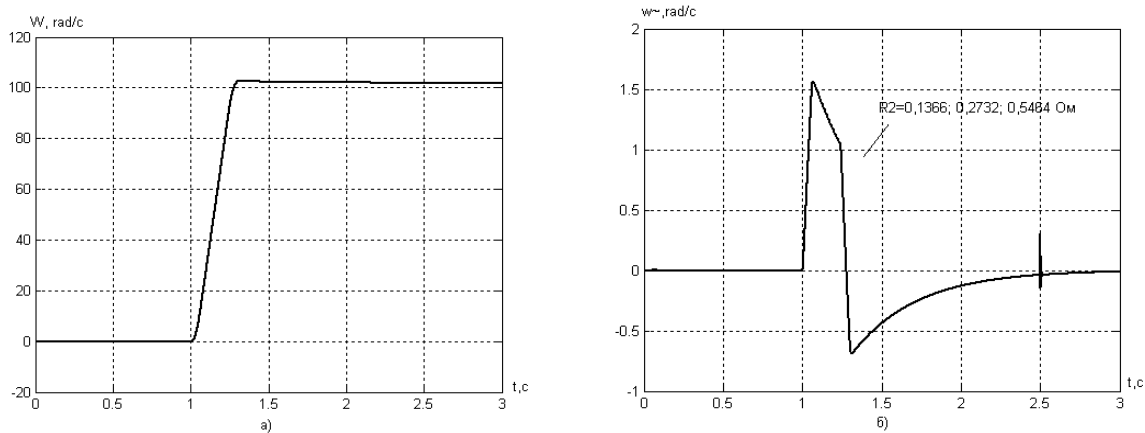


Рисунок 2 – Графіки а) перехідного процесу швидкості та б) похибки

Висновки. Представлена методика дозволяє з достатньою точністю знаходити параметри схеми заміщення асинхронного двигуна на основі каталожних даних. Система векторного керування швидкістю асинхронного двигуна з синтезованими на основі концепції зворотних задач динаміки регуляторами потокозчеплення, швидкості та струму забезпечує задану якість керування та має властивості слабкої чутливості до параметричних та координатних збурень.

Перелік посилань

1. Вольдек А.И. Электрические машины . – Ленинград: Энергия, 1978. – С. 496-510.
2. Мощинский Ю.А., Беспалов В.Я., Кирякин А.А. Определение параметров схемы замещения асинхронной машины по каталожным данным / Электричество, 1988 . – № 4/98. – С. 38-42.
3. Островерхов М.Я., Сигаев О.Л., Бурик М.П. Універсальна система векторного керування швидкістю асинхронного двигуна на основі концепції зворотних задач динаміки при мінімізації локальних функціоналів миттєвих значень енергій руху/ Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2009. – Вип. 3/2009 (56) частина 2. – С. 31-34.