

СИСТЕМА ПРЯМОГО ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ОСНОВІ МІНІМІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНИХ ФУНКЦІОНАЛІВ МИТТЄВИХ ЗНАЧЕНЬ ЕНЕРГІЙ РУХУ

Островерхов М.Я., доц.; Бурик М.П., магістрант

кафедра автоматизації електро механічних систем та електроприводу

Вступ. Класичні закони керування координатами електромеханічних систем є компенсаційного типу, тому потребують точних значень параметрів об'єкту, відхилення від яких погіршує якість керування.

Постановка завдань дослідження. Метою роботи є підвищення якості керування швидкістю векторного асинхронного електроприводу шляхом синтезу регуляторів на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергії руху, що забезпечує динамічну декомпозицію цієї взаємозв'язаної системи та надає їй якісно нових властивостей – слабкої чутливості до параметричних і координатних збурень [1,2,3].

Матеріали дослідження. Динамічна модель асинхронного двигуна у системі координат статора (а-б) описується наступними рівняннями [4]

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} \left[\frac{3}{2} p_n \frac{L_m}{L_2} (\psi_{2a} i_{1b} - \psi_{2b} i_{1a}) - M_c \right]; \\ \frac{di_{1a}}{dt} = -\frac{R_1}{\sigma} i_{1a} - a\beta L_m i_{1a} + a\beta \psi_{2a} + \beta \omega p_n \psi_{2b} + \frac{u_{1a}}{\sigma}; \\ \frac{di_{1b}}{dt} = -\frac{R_1}{\sigma} i_{1b} - a\beta L_m i_{1b} + a\beta \psi_{2b} - \beta \omega p_n \psi_{2a} + \frac{u_{1b}}{\sigma}; \\ \frac{d\psi_{2a}}{dt} = -a\psi_{2a} - \omega p_n \psi_{2b} + aL_m i_{1a}; \\ \frac{d\psi_{2b}}{dt} = -a\psi_{2b} + \omega p_n \psi_{2a} + aL_m i_{1b}, \end{array} \right. \quad (1)$$

де $a = \frac{R_2}{L_2}$, $\sigma = L_1 - \frac{L_m^2}{L_2}$, $\beta = \frac{L_m}{\sigma L_2}$ – параметри моделі; p_n – число пар полюсів; L_m , L_2 – індуктивність намагнічуючого контуру та ротора; u_{1a} , u_{1b} – компоненти вектора напруги статора; i_{1a} , i_{1b} – компоненти вектора струму статора; ψ_{2a} , ψ_{2b} – компоненти вектора потокозчеплення ротора; ω – кутова швидкість; M_c – момент навантаження; J – момент інерції двигуна.

Функціональна схема системи векторного керування асинхронним двигуном показана на рис. 1. Вона містить датчик струму ДС, вектор-фільтр ВФ, перетворювачі фаз ПФ1, ПФ2 та координат ПК1 та ПК2. Всі координатні та фазні перетворення здійснюються за традиційними формулами. Спостерігач

компонентів потокозчеплення СП являє собою систему рівнянь четвертого порядку [5]. Особливістю функціональної схеми в порівнянні з традиційною є відсутність блоків компенсації координатних збурень, необхідність в яких відпала при застосуванні запропонованого методу.

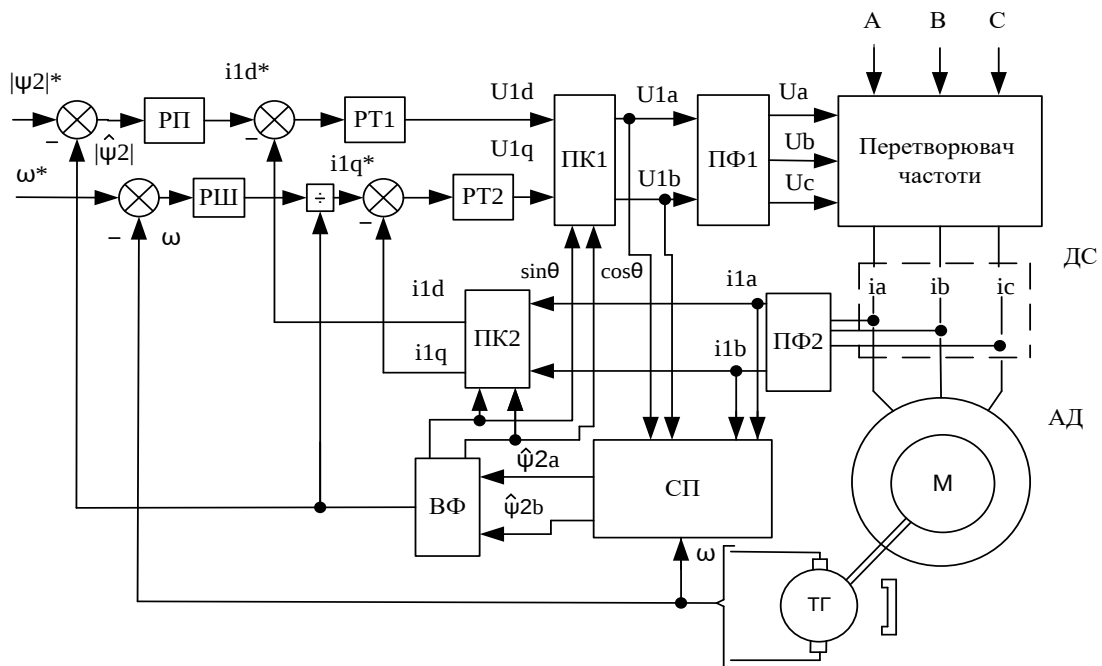


Рисунок 1 – Функціональна схема системи прямого векторного керування

Синтез регуляторів системи здійснено на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів, що характеризують миттєві значення енергії руху [2,3]. Відповідно до (1) потокозчеплення, складові струму статора та швидкість зв'язані між собою та із складовими напруги керування динамічними ланками першого порядку. Крім того, в рівняннях присутні координатні збурення, обумовлені дією компонент потокозчеплення та струму, тому для їх компенсації диференціальні рівняння бажаної якості замкнутих контурів керування повинні бути астатичними та мати перший порядок наступного виду (де $\alpha_0 > 0$ – коефіцієнт, яким задається бажана швидкодія замкнутого контуру)

$$\dot{z} + \alpha_0 z = \alpha_0 x^* . \quad (2)$$

Згідно до вказаних вимог отримано типову структуру регуляторів [2] РП, РТ1, РТ2 та РШ, показану на рис. 2. Як видно, параметри регуляторів не залежать від параметрів об'єкту керування (1), що забезпечує слабку чутливість до параметричних збурень системи.

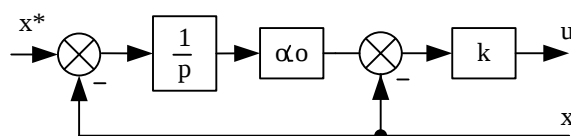


Рисунок 2 – Структурна схема регуляторів

Збільшення коефіцієнта підсилення регулятора k зменшує динамічну похибку регулювання та не призводить до втрати стійкості системи. Перевагою представленої структури регуляторів є також відсутність диференційних ланок.

Дослідження системи векторного керування швидкості проведено шляхом моделювання при дії параметричного збурення у вигляді збільшення й зменшення вдвоє активного опору ротора R_2 асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором, що має наступні дані: тип 4A90L2Y3; $P_n=3$ кВт, $\omega_n=300$ рад/с, $U_{1n}=380$ В, $f_{1n}=50$ Гц – номінальна потужність, кутова швидкість, лінійна напруга та частота напруги; $R_1=2,577$ Ом, $R_2=1,682$ Ом – активний опір статора та приведенного ротора; $L_1=0,394$ Гн, $L_2=0,399$ Гн – індуктивність статора та приведена ротора. Параметри РП задано рівними $\alpha_0=50$, $k=100$; РТ1 $\alpha_0=1000$, $k=100$; РШ $\alpha_0=150$, $k=1$; РТ2 $\alpha_0=1000$, $k=100$, які забезпечують монотонні перехідні процеси.

На рис. 3а показано перехідний процес заданої та реальної швидкості до виходу на усталене значення, а на рис. 3б – похибку керування швидкості. На рис. 3в представлено графіки зміни заданого й оціненого потокозчеплення, а на рис. 3г – похибку керування потокозчеплення. На рис. 4а зображено перехідний процес моменту, а на рис. 4б – струму статора. Як видно з рисунків, зміна вдвічі активного опору ротора R_2 не призводить до суттєвого погіршення якості керування, що характерно для традиційних систем.

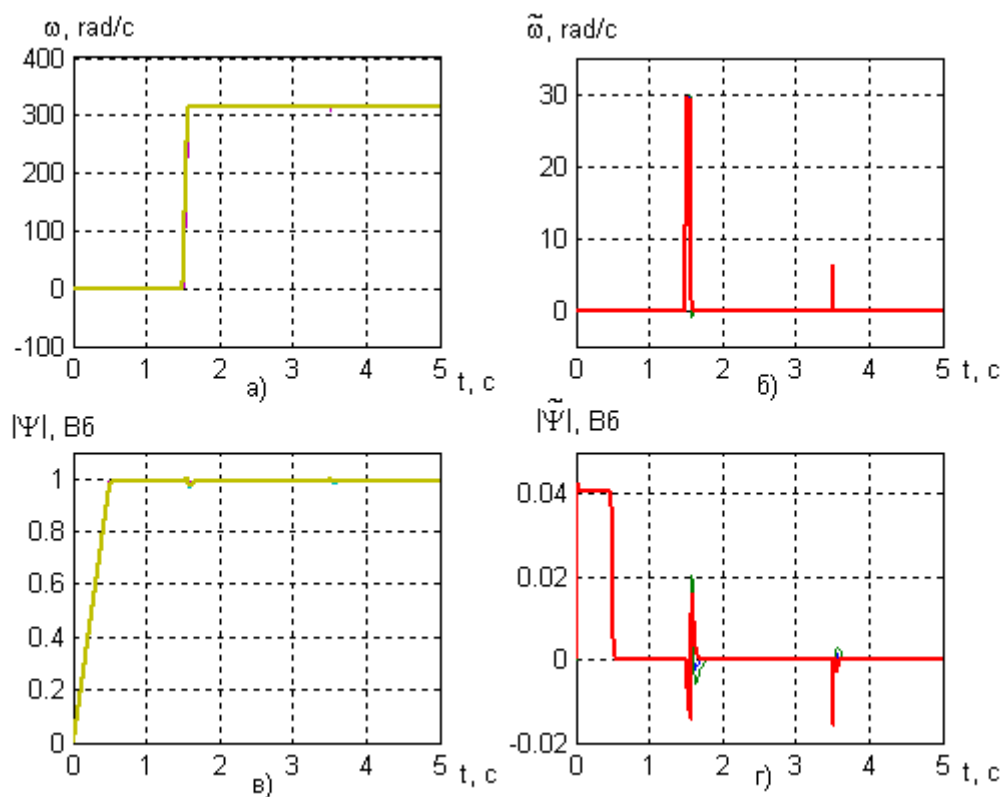


Рисунок 3 – Графіки перехідного процесу швидкості та потокозчеплення

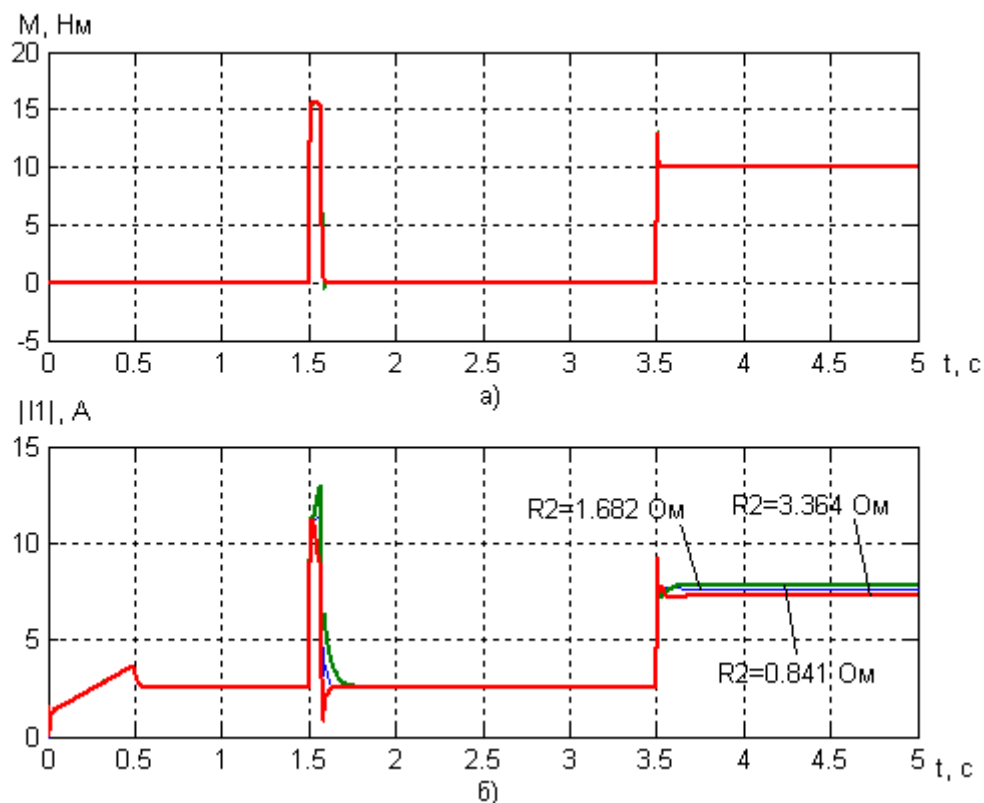


Рисунок 4 – Графіки перехідного процесу моменту та струму статора

Висновки. Система векторного керування швидкістю асинхронного двигуна з синтезованими на основі концепції зворотних задач динаміки регуляторами потокозчеплення, швидкості та струмів забезпечує високу якість керування, слабку чутливість до зміни параметрів двигуна без застосування громіздких алгоритмів ідентифікації параметрів чи адаптивного керування.

Перелік посилань

1. Крутько П.Д. Робастно устойчивые структуры управляемых систем динамической точности. Алгоритмы и динамика управления движением модельных объектов // Изв. РАН. ТиСУ. – 2005 – С.120 – 140.
2. Островерхов М.Я. Метод синтеза регуляторов электромеханических систем на основе концепции обратных задач динамики в соединении с минимизацией локальных функционалов миттєвих значень енергії / Вісник НТУ “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. - № 30. – С.105 – 110.
3. Островерхов М.Я., Сигаєв О.Л., Бурик М.П. Універсальна система векторного керування швидкістю двигуна на основі концепції зворотної задачі динаміки при мінімізації локальних функціоналів миттєвих значень енергії руху / Вісник КДПУ “Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського”. – Кременчук: КДПУ. – Випуск 3/2009(56) частина 2. – С.31 – 34.
4. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – Москва: АСАДЕМА, 2006.- 260 с.
5. Ковбаса С.Н. Исследование грубости наблюдателей магнитного потока асинхронного двигателя // НДВФ “ЕПА”: <http://www.el-driver.com.ua>.