

СИСТЕМА ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ ЗВОРОТНОЇ ЗАДАЧІ ДИНАМІКИ

Островерхов М. Я., Бурик М. П.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

Запропоновано систему векторного керування асинхронним двигуном, що дозволяє підвищити якість керування частотою обертання.

Постановка проблеми. У сучасній енергетиці широко використовується асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, який є технічно найбільш простим та надійним в експлуатації. Але як об'єкт керування представляє собою взаємозв'язану, нелінійну систему, параметри якої можуть змінюватися. Тому для синтезу якісної системи векторного керування частотою обертання ротору двигуна з задовільними енергетичними показниками необхідно застосовувати методи, які забезпечують слабку чутливість до параметричних збурень та просту декомпозицію системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з проблем практичного застосування законів керування координатами електроприводів, отриманих на підставі методів класичної теорії автоматичного керування, є необхідність наявності повної та достовірної інформації про структуру й параметри математичної моделі об'єкта керування. У результаті для забезпечення заданої якості керування потрібні точні значення параметрів об'єкта, а при їхній зміні – додаткові алгоритми ідентифікації або адаптації, що підвищує складність і громіздкість системи керування

[1]. Вказані проблеми електропривода можна вирішити за допомогою методів на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергій.

Мета статті. Пропонується підвищити якість керування частотою обертання ротора асинхронного двигуна з задовільними енергетичними показниками за допомогою системи непрямого векторного керування в умовах параметричних збурень шляхом синтезу законів керування на основі концепції зворотних задач динаміки з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергій у поєднанні з спостерегачем польової компоненти струму статора.

Основні матеріали дослідження. Функціональна схема системи векторного керування асинхронним двигуном (АД) показана на рис. 1. Вона містить датчик струму ДС, перетворювачі фаз ПФ1 та ПФ2, спостерегач польової компоненти струму статора i_{1d} СП, який являє собою систему першого порядку [2], вектор-фільтр ВФ, регулятори струмів РС1 та РС2, перетворювачі координат ПК1 та ПК2, регулятор частоти обертання ротора РЧО та датчик частоти обертання ротора ДЧО.

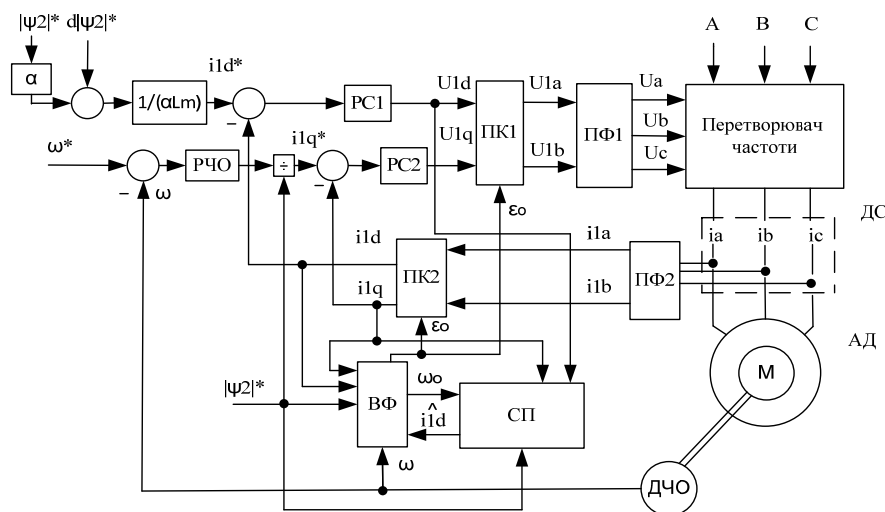


Рисунок 1 – Функціональна схема системи непрямого векторного керування частотою обертання ротора асинхронного двигуна

Відмінністю представлені функціональної схеми від традиційної є відсутність блоків компенсації координатних збурень (перехресних зв'язків), необхідність в яких відпала в результаті застосування запропонованого методу синтезу регуляторів.

Модель асинхронного двигуна в синхронній системі координат, що ідеально зорієнтована за вектором потокозчеплення ротора, описується наступною системою рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} \left[\frac{3}{2} p \frac{L_m}{L_2} \left(|\psi_2^*| i_{1q} \right) - M_c \right]; \\ \frac{di_{1d}}{dt} = -\frac{R_1}{\sigma} i_{1d}^* - \alpha \beta L_m i_{1d}^* + \alpha \beta |\psi_2^*| + \omega_o i_{1q} + \frac{u_{1d}}{\sigma}; \\ \frac{di_{1q}}{dt} = -\frac{R_1}{\sigma} i_{1q} - \alpha \beta L_m i_{1q} - \beta \omega |\psi_2^*| - \omega_o i_{1d} + \frac{u_{1q}}{\sigma}; \\ \frac{d\psi_2^*}{dt} = -\alpha |\psi_2^*| + \alpha L_m i_{1d}^*; \end{cases} \quad (1)$$

де $\alpha=R_2/L_2$, $\sigma=L_1-L_m^2/L_2$, $\beta=L_m/\sigma L_2$ – парам. моделі;

L_m , L_2 – індуктивність намагнічуючого контуру та ротора;

U_{1d} , U_{1q} – компоненти вектора напруги статора;

i_{1d} , i_{1q} – компоненти вектора струму статора;

$|\psi_2^*|$ – модуль вектора потокозчеплення ротора;

ω , J – кутова швидкість та момент інерції двигуна; M_c – момент навантаження.

На основі системи рівнянь (1) та концепції зворотних задач динаміки отримано закони керування регуляторів компонент струму та частоти обертання ротора, які мають наступний вигляд:

$$\begin{cases} \dot{z} + \alpha_{0i} z = \alpha_{0i} x^* - \text{для РС} \\ \dot{z} + \alpha_{0\omega} z = \alpha_{0\omega} x^* + \dot{x}^* - \text{для РЧО} \end{cases} \quad (2)$$

де γ_o – коефіцієнт який визначає характер та тривалість перехідного процесу;

z – вихідна координата при русі по заданій траєкторії x^* .

Дослідження представленої системи векторного керування частотою обертання ротору АД проведено шляхом математичного моделювання при дії параметричного збурення у вигляді збільшення вдвоє активного електричного опору обмотки ротора R_2 асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, що має наступні дані: $P_n=3$ 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; $L_m=0.387$ Гн – індуктивність намагнічуючого контуру; $J=0.0035$ кгм² – момент інерції двигуна; $M_c=9.978$ Нм – момент навантаження. Регулятори мають наступні параметри: регулятор струму РС1: $\alpha_{oid}=1000$, $k_{id}=500$, $t_n=0,003$ с; регулятор частоти обертання ротора РЧО: $\alpha_{0\omega}=100$, $k_w=1$, $t_n=0,03$ с; регулятор струму РС2: $\alpha_{oig}=1000$, $k_{iq}=500$, $t_n=0,003$ с. Корегувальний коефіцієнт підсистеми потоку для синтезованого грубого алгоритму векторного керування прийнятий рівним $\gamma_o=10$.

На рис. 2. представлено перехідні процеси частоти обертання ротора АД, моменту, миттєвої трьохфазної потужності та модуля вектора фазної напруги статора. Оцінка впливу зміни опору на якість керування проведена на низькій частоті обертання 50

рад/с, коли негативні наслідки проявляється найбільше.

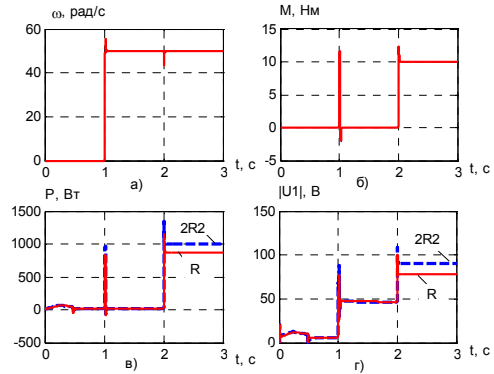


Рисунок 2 – Графіки перехідних процесів

Висновки. З наведеного матеріалу видно, що система векторного керування АД на основі концепції зворотних задач динаміки забезпечує астатичне керування частотою обертання із заданими динамічними показниками при параметричному збуренні, маючи при цьому задовільні енергетичні показники (збільшення модуля вектора фазної напруги статора з 78.19 В до 90.76 В (на 16%) та миттєвої трьохфазної потужності з 874 Вт до 1000 Вт (на 14.4%).

Список використаних джерел

1. Крутько П. Д. Робастно устойчивые структуры управляемых систем динамической точности. Алгоритмы и динамика управления движением модельных объектов / П. Д. Крутько // Изв. РАН. ТиСУ. – 2005. – С.120 – 140.
2. Пересада С. М. Грубое векторное управление моментом и потоком асинхронного двигателя: теория и экспериментальное тестирование / С. М. Пересада, С. Н. Ковбаса, В. С. Бовкунович // Вісник НТУ "Львівська політехніка": Тематичний випуск науково-технічного журналу "ЕЛЕКТРОІНФОРМ" – Львів: НТУ "ЛПІ", 2009. – № 30. – С. 69-73.

Анотація

СИСТЕМА ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕННЯ АСИНХРОННИМ ДВИГАТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДИНАМИКИ

Островерхов Н. Я., Бурик Н. П.

Предложена система векторного управления АД, которая позволяет повысить качество управления частотой вращения.

Abstract

VECTOR CONTROL SYSTEM OF INDUCTION MOTOR BASED ON CONCEPT OF INVERSE DYNAMICS PROBLEM

M. Ostroverkhov, M. Buryk

The system of vector control induction motor is offered, which can improve the quality of speed control.