

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ВИРІВНЮВАННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ДВОДВИГУННОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Теряєв В.І., к.т.н., доц., Ястреба О.С., студент

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

Вступ. Застосування багатодвигунних систем електроприводу в промислових і транспортних установках забезпечує гнучкість роботи в умовах широкого діапазону зміни навантажень, підвищення енергетичної ефективності, можливість використання уніфікованих двигунів в установках різної потужності, зменшення сумарного моменту інерції електроприводу, рівномірний розподіл навантажень у механічних передачах, поліпшення надійності і експлуатаційних показників всієї електромеханічної системи в цілому та ін.

Мета роботи. Пошук раціонального вирішення проблеми вирівнювання навантаження у дводвигунному частотнорегульованому асинхронному електроприводі (ЕП) на основі порівняльного дослідження систем з різними схемами включення компенсаторів.

Матеріали і результати досліджень. При використанні багатодвигунних систем електроприводу виникає ряд проблем, найбільш істотною з яких є нерівномірний розподіл навантаження між двигунами, що працюють на загальний вал. Ця проблема має місце навіть при роботі двох однотипних двигунів однакової потужності, що пов'язано з відхиленням параметрів двигунів в процесі виробництва і експлуатації [1].

Розглянемо систему дводвигунного ЕП (див. рис. 1), в якому керування асинхронними двигунами АД₁, АД₂ здійснюється від індивідуальних перетворювачів частоти UZ₁, UZ₂.

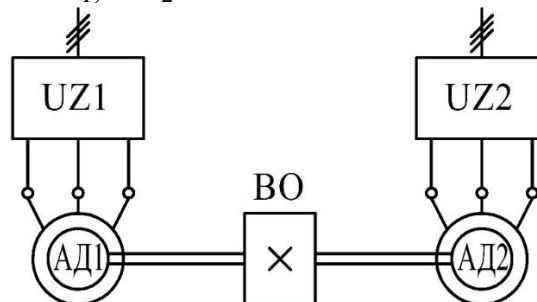


Рисунок 1 – Дводвигунний асинхронний електропривод

При спільній роботі двигунів на загальний виконавчий орган (ВО) навантаження між ними розподіляється пропорційно жорсткості механічних характеристик. Двигун з більш жорсткою характеристикою буде перевантажений.

Для забезпечення рівномірного розподілу навантаження у дводвигунних електроприводах з реальними АД застосовуються системи узгодженого управління з використанням синхронізаторів та компенсуючих зв'язків [2].

Найбільш поширеною є система вирівнювання навантажень на основі зустрічно-паралельного способу підключення компенсуючих зв'язків [2]. З цією метою між каналами регулювання вводяться перехресні зворотні зв'язки K_1 , K_2 за різницею регульованих координат електродвигунів.

Структурна схема дводвигунного ЕП з використанням перехресних зворотних зв'язків K_1 , K_2 за різницею модулів струму статорів АД наведена на рис. 2. На рисунку позначені: ω^* , M_1^* і M_2^* – задані значення швидкості і моментів АД; ω , M_1 і M_2 – фактичні значення кутової швидкості ротора і моментів АД; $U_{a1,b1}$, $U_{a2,b2}$ – сформовані компоненти напруг статора АД.

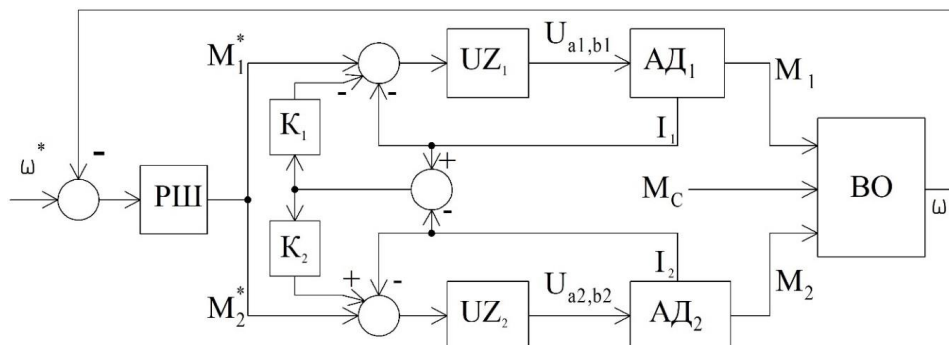


Рисунок 2 – Структурна схема дводвигунного ЕП з зустрічно-паралельним способом підключення компенсаторів

Нижче наведені результати дослідження дводвигунного асинхронного частотнорегульованого ЕП для наступних схем підключення компенсуючих зворотних зв'язків K_1 , K_2 :

- сигнали з виходів компенсуючих зворотних зв'язків K_1 , K_2 подаються на блоки формування потокозчеплення перетворювачів UZ_1 , UZ_2 (ЕП розімкнений за швидкістю);
- сигнали з виходів компенсуючих зворотних зв'язків K_1 , K_2 подаються на блоки формування частоти перетворювачів UZ_1 , UZ_2 (ЕП розімкнений за швидкістю);
- сигнали з виходів компенсуючих зворотних зв'язків K_1 , K_2 подаються на загальний вхід формування потокозчеплення та частоти перетворювачів UZ_1 , UZ_2 (ЕП розімкнений за швидкістю);
- сигнали з виходів компенсуючих зворотних зв'язків K_1 , K_2 подаються на блок формування потокозчеплення перетворювачів UZ_1 , UZ_2 (ЕП замкнений за швидкістю).

Послідовність проведення тестів наступна:

- в початковий момент часу здійснюється збудження двигунів з використанням завдання траєкторії модуля вектора потокозчеплення статора;
- розгін до номінальної швидкості на холостому ході;
- після досягнення двигунами заданої усталеної швидкості до загального ВО прикладається момент навантаження, який відпрацьовується, а в подальшому знімається;

– гальмування на холостому ході до нульової швидкості.

В тестах розглядається варіант режиму роботи, коли у двигуна АД2 нагріваються обмотки і тим самим збільшуються опори статора і ротора R_1 та R_2 . Для цього двигуна опори приймають значення $1,5R_1$; $1,5R_2$.

На рис. 3 - 6 показані графіки перехідних процесів для заданих значень швидкості, моменту навантаження та потокозчеплення, величин похибок відпрацювання швидкості та потокозчеплення, а також значень моментів на валу кожного з електродвигунів та їх різниці.

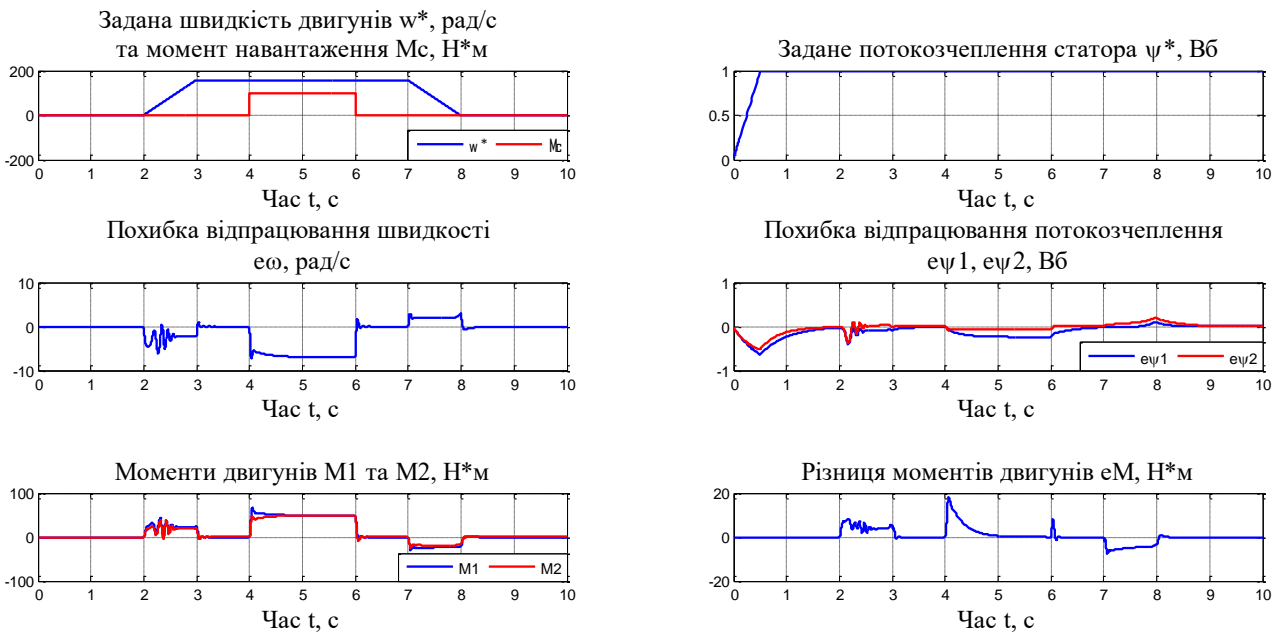


Рисунок 3 – Перехідні процеси у дводвигунному асинхронному ЕП при підключенні компенсуючих зв'язків на блоки формування потокозчеплення (розімкнені ЕП)

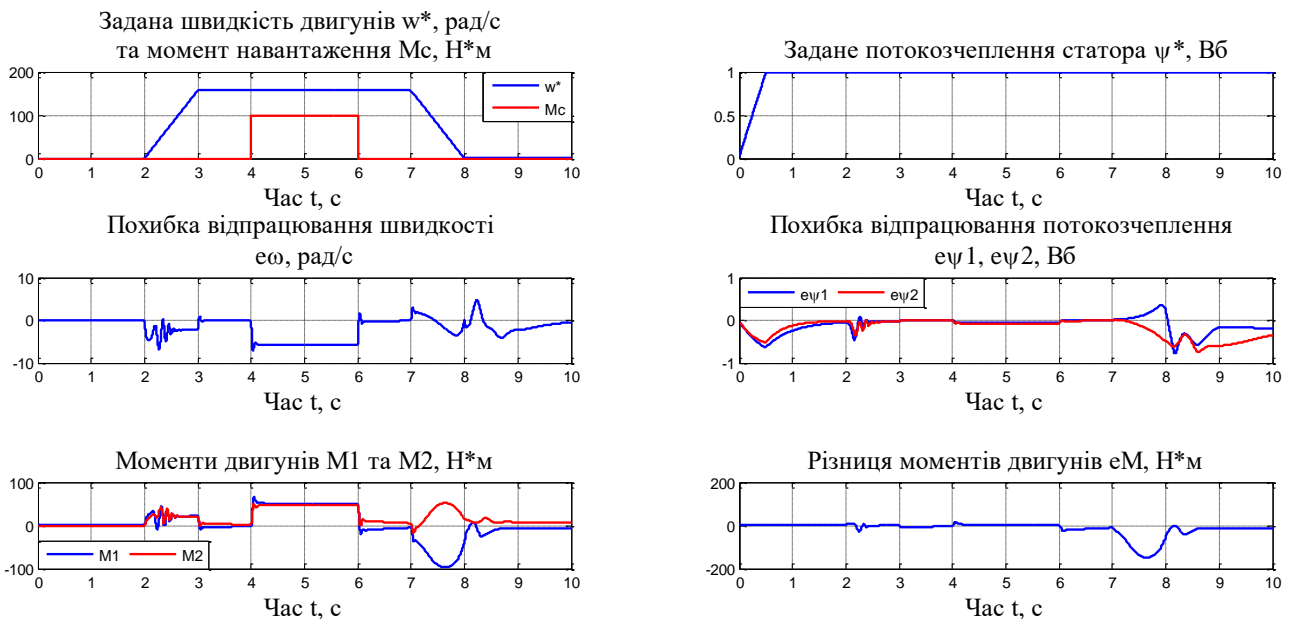


Рисунок 4 – Перехідні процеси у дводвигунному асинхронному ЕП при підключенні компенсуючих зв'язків на блоки формування частоти (розімкнені ЕП)

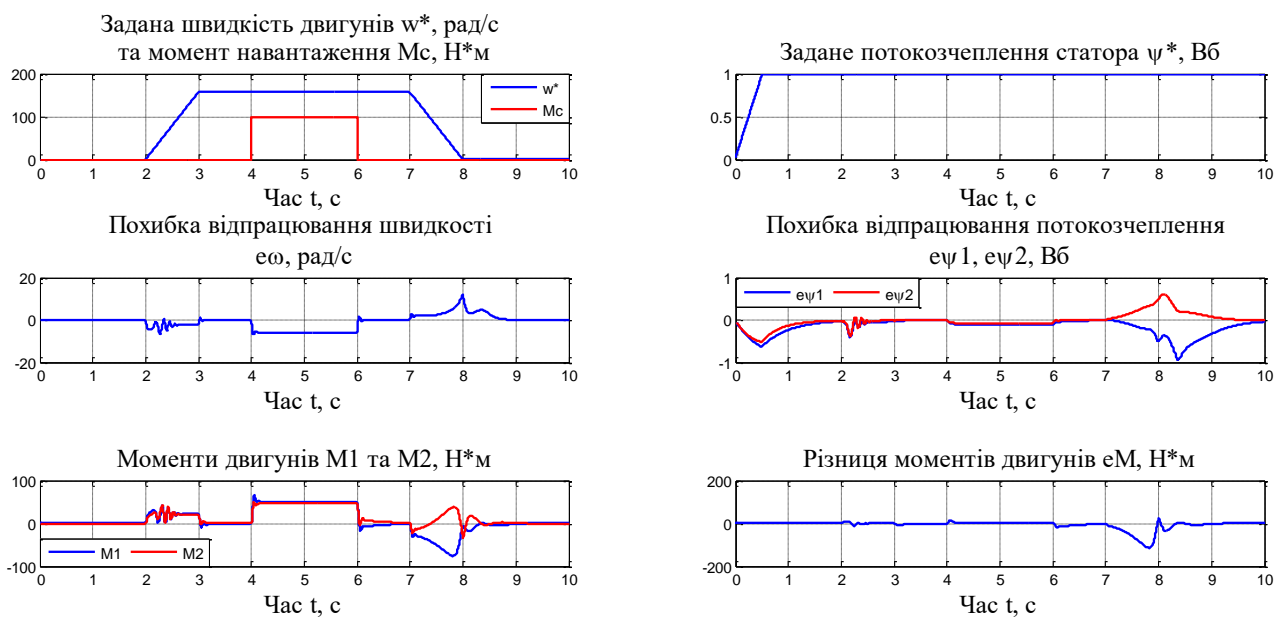


Рисунок 5 – Перехідні процеси у дводвигунному асинхронному ЕП при підключенні компенсуючих зв'язків на загальні входи формування потокозчеплення та частоти (розімкнені ЕП)

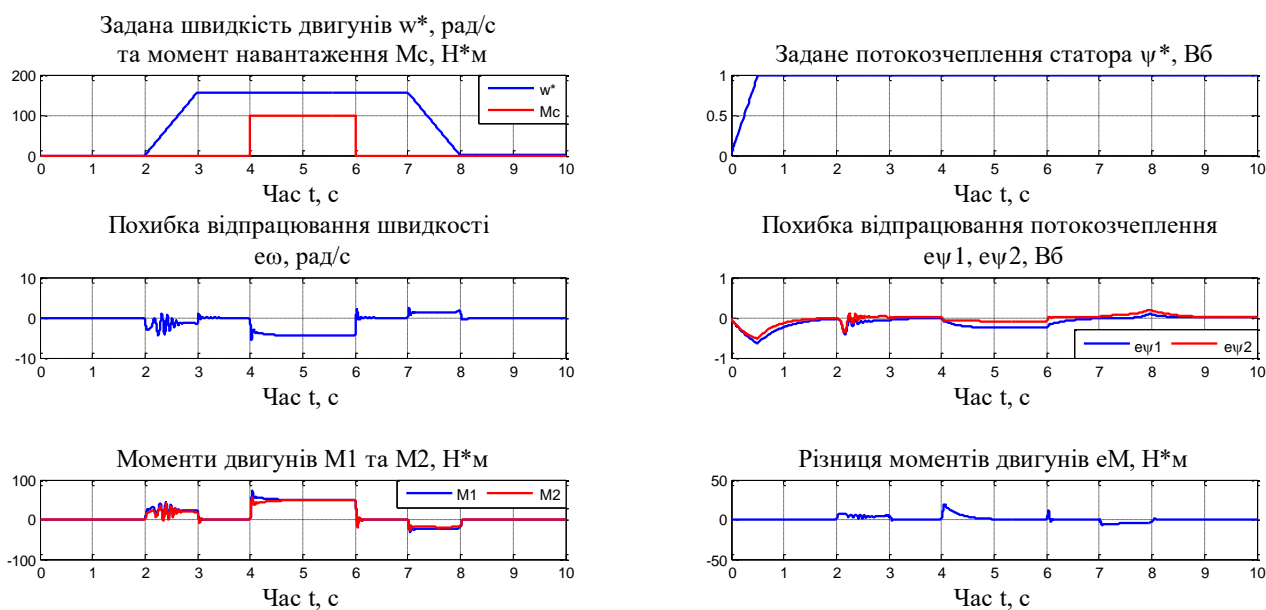


Рисунок 6 – Перехідні процеси у дводвигунному асинхронному ЕП при підключенні компенсуючих зв'язків на блоки формування потокозчеплення (замкнені за швидкістю ЕП)

З графіків перехідних процесів відпрацювання моменту навантаження (рис. 3) видно, що система вирівнювання навантажень, при підключенні компенсуючих зв'язків на блоки формування потокозчеплення, практично повністю усуває розбаланс моментів на валах двигунів, викликаний нагрівом обмоток статора і ротора одного з них.

При підключенні компенсуючих зв'язків на блоки формування частоти (рис. 4), система також усуває розбаланс моментів на валах двигунів, але з'являються значні стрибки моментів при гальмуванні двигунів. Дані недоліки

значно зменшуються при підключенні компенсуючих зв'язків на загальні входи формування потокозчеплення та частоти (рис. 5).

З графіків перехідних процесів у дводвигунному асинхронному замкненому за швидкістю ЕП (рис. 6) видно, що при підключенні компенсуючих зв'язків на входи формування потокозчеплення, динамічні похибки відпрацювання вирівнювання моментів зменшилися. При цьому, статична похибка по швидкості також зменшується, у порівнянні з іншими варіаціями проведених тестів.

Таким чином, використання перехресних зв'язків між каналами керування електромагнітного моменту у дводвигунному асинхронному частотнорегульованому ЕП дозволяє здійснювати вирівнювання навантаження між АД в разі відхилення їх параметрів від номінальних значень при всіх схемах включення перехресних компенсуючих зворотних зв'язків. При цьому динамічні показники якості дводвигунного ЕП залежать від обраної структури і параметрів компенсаторів.

Висновки. Проведений порівняльний аналіз схем включення компенсуючих зв'язків у дводвигунному асинхронному ЕП дав можливість визначити їх переваги та недоліки, сформулювати рекомендації для застосування. Результати досліджень показують, що найбільш раціональною з точки зору технічної реалізації, якісних показників керування та енергоефективності, як для розімкненого, так і для замкненого за швидкістю частотнорегульованого електроприводу, є схема підключення компенсуючих перехресних зв'язків за різницею модулів струмів статорів на блоки формування потокозчеплення ПЧ.

Перелік посилань

1. Шевченко, В. И. Выравнивание нагрузок в многодвигательном электроприводе путем регулирования напряжения питающей сети / В. И. Шевченко // Изв. вузов. Горный журнал. – 1995. – №1. – с. 97–100.
2. Tomizuka, M Synchronization of Two Motion Control Axes Under Adaptive Feedforward Control / M. Tomizuka, J-S. Hu, T-C. Chiu, T. Kamano // ASME Transactions – Journal of Dynamic Systems. Measurement and Control. – 1992. – Vo1. 114. – pp. 196-203.