

ДОСЛІДЖЕННЯ САУ ЧРАЕП З РІЗНИМИ ПРИНЦИПАМИ УПРАВЛІННЯ*Запорізька державна інженерна академія, кафедра ЕС*

Останнім часом частотно-регульований асинхронний електропривод (ЧРАЕП), а також системи автоматизованого управління (САУ) на його основі знаходять все більше застосування у різних галузях промисловості [1,2,3]. Так, у 2006 р. частка ЧРАЕП склала 87% від загального об'єму продажу електроприводів (ЕП) [1]. В залежності від сфери застосування ЧРАЕП та вимог технічного завдання можлива побудова САУ на основі скалярного, векторного та квазівекторного принципів управління [2,3]. Очевидно, що велика різноманітність робочих механізмів електроприводів та умов їх експлуатації вимагають кваліфікованого вибору типу ЕП і відповідного принципу управління для найбільш ефективної роботи. Отже, актуальним є проведення порівняльного аналізу САУ ЧРАЕП з різними принципами управління і розробки відповідних рекомендацій інженерно-прикладного характеру, спрямованих на підвищення ефективності роботи різних типів робочих механізмів.

Для проведення порівняльного аналізу в роботі були розроблені моделі САУ ЧРАЕП потужністю 7.5 кВт з різними принципами управління у середовищі Matlab-Simulink. Для реалізації ЧРАЕП було обрано найбільш поширену схему перетворювача частоти (ПЧ) з ланкою постійного струму, некерованим випрямлячем (НВ) і автономним інвертором напруги (АІН) із широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) вихідної напруги (рис.1) [2].

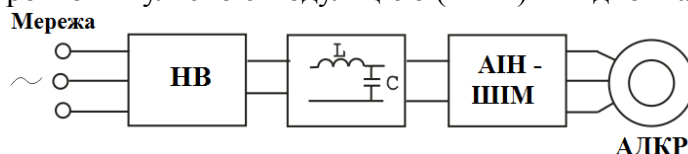


Рисунок 1 - Схема ЧРАЕП з ПЧ на базі АІН – ШІМ

Дослідження проводилось з урахування роботи ЧРАЕП як в режимі холостого ходу, так і з різними типами навантажень (номінальним, лінійним, вентиляторним). Як показники регулювання були використані: параметри якості перехідних процесів (час розгону і гальмування, перерегулювання, статична похибка), глибина динамічного провалу швидкості та енергозатратність процесів розгону і гальмування ЕП.

На рисунках 2, 3, 4 представлені деякі результати моделювання.

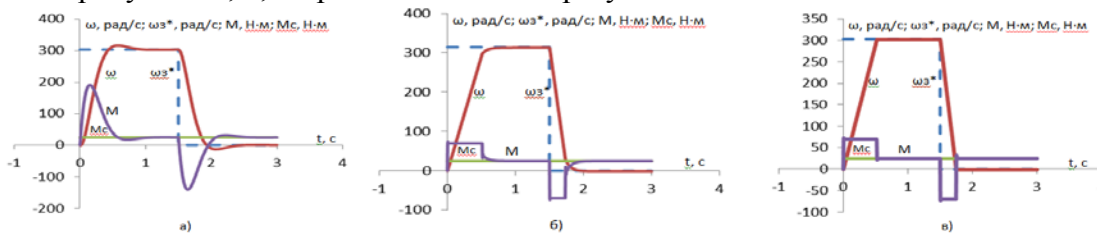


Рисунок 2 – Розгін до номінальної швидкості і гальмування до нуля ЕП при номінальному навантаженні:

а) при скалярному; б) при квазівекторному; в) при векторному управлінні

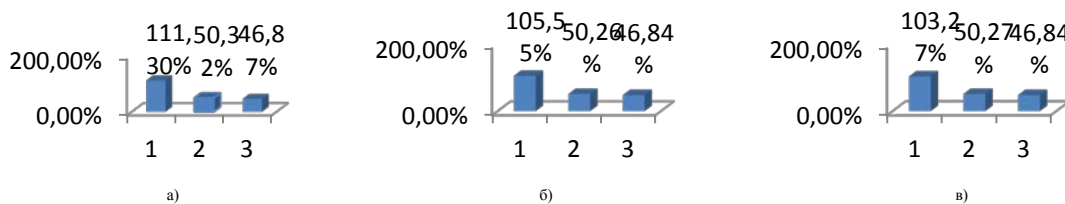


Рисунок 3 – Енергозатратність процесу розгону двигуна при різних типах навантажень (1 – скалярна САУ; 2 – квазівекторна САУ; 3 – векторна САУ):

а) при номінальному; б) при лінійному; в) при вентиляторному навантаженні

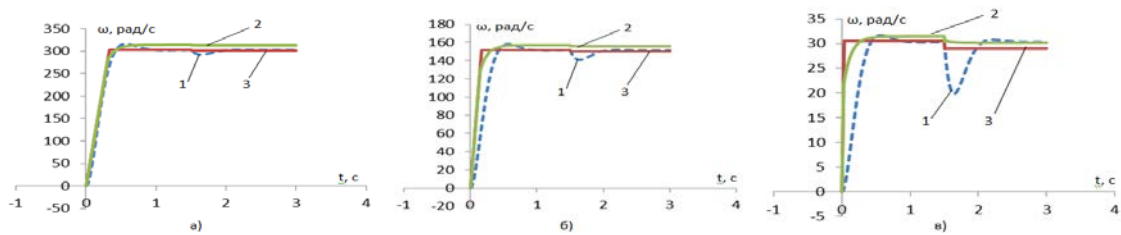


Рисунок 4 – Динамічні провали кутової швидкості ЕП при накиді номінального навантаження (1 – скалярна САУ; 2 – квазівекторна САУ; 3 – векторна САУ):
а) при $\omega_{\text{ном}}$; б) при $0,5\omega_{\text{ном}}$; в) при $0,1\omega_{\text{ном}}$

Так, наприклад, при роботі на номінальне навантаження час розгону двигуна від нуля до номінальної швидкості для векторної САУ склав 0.545с , скалярної – 1.142с , квазівекторної – 1с ; час гальмування до нуля для векторної САУ склав 0.28с , скалярної – 1.13с , квазівекторної – 0.8с ; енергозатратність процесів розгону і гальмування двигуна при роботі векторної САУ склала 46.87% і 46.74% відповідно, скалярної – 111.03% і 105.6% , квазівекторної – 50.32% і 62.9% ; глибина провалу швидкості при різких скачках навантаження для квазівекторної САУ склала 0.36% , скалярної – 3.48% , векторної – 0.44% . Слід зазначити, що усі контури САУ були налаштовані на модульний (технічний) оптимум, що зумовило появу статичної похибки, особливо при роботі квазівекторних і векторних систем.

Необхідно також відмітити, що більшість отриманих показників порівняння САУ з різними принципами управління було надано у роботі у відносних величинах, що дає змогу застосовувати їх при проектуванні електроприводів різної потужності.

Крім того, у роботі був проведений розрахунок економічної ефективності регулювання ЧРАЕП при впровадженні різних методів управління. Виявлено, що найбільш економічно вигідною є робота систем з векторним управлінням, найбільш витратною – зі скалярним. Так, економія за місяць роботи обладнання у режимі S5 з векторним управлінням при найбільш витратному режимі ($TB = 60\%$, $Z = 360$) у порівнянні зі скалярним складає 1150 грн. Системи з квазівекторним управлінням є проміжними за витратами енергії і, відповідно, фінансів.

Таким чином, проведений в роботі порівняльний аналіз методів управління електроприводом змінного струму і розроблені рекомендації дозволяють оптимізувати процес проектування електроприводу в залежності від сфери його застосування. Загалом можна відмітити наступне: найкращими показниками якості перехідних процесів і енергоефективності незалежно від типу виробничого механізму характеризуються векторні САУ, найгіршими – скалярні САУ, квазівекторні САУ займають проміжне положення; найменш чутливими до накиду (скиду) навантаження є квазівекторні і векторні САУ, на відміну від скалярних САУ, які не рекомендується використовувати у таких системах, особливо при зменшенні робочих значень кутової швидкості; найбільш економічно вигідним є використання векторних і квазівекторних САУ, витратним – скалярних САУ. Для систем, в яких є вимоги до високої точності підтримки швидкості обертання або необхідність позиціонування валу, рекомендується проводити налаштування контуру швидкості квазівекторних і векторних САУ на симетричний оптимум.

Література:

1. Казачковский Н.Н. Современные низковольтные преобразователи частоты / Гірнична електромеханіка та автоматика: Науково-техн. зб. – Вип. 86 – с. 35-54.
2. Півняк Г.Г. Сучасні частотно-регульовані асинхронні електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією: Монографія / Г.Г. Півняк, О.В. Волков. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – 470 с.
3. Власюк Н.М. Аналіз методів управління електроприводом змінного струму / Н.М. Власюк, О.М. Буров // Матеріали XX науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА: тези доповідей. – Запоріжжя, 2015. – Том 3. – С. 89–90.