

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІНИ НАВАНТАЖЕННЯ НА РІВЕНЬ ДИНАМІЧНОЇ ПОХИБКИ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПРИСТРОЮ З ЛАНЦЮГОВИМ ТЯГОВИМ ЕЛЕМЕНТОМ

Волоха С.О., студент, Печеник М.В., к.т.н., проф., Бур'ян С.О., к.т.н., доц
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. На сьогоднішній день широке використання отримали системи неперервного транспорту з ланцюговим тяговим елементом. Застосування таких транспортних засобів дозволяє достатньо ефективно організувати роботу технологічних комплексів в верстатобудівельній, гірничо-рудної промисловості сільському господарстві [1,2]. Як правило, електромеханічні системи вказаних механізмів обладнані нерегульованим електроприводом, що не дозволяє забезпечити в повній мірі потрібні динамічні характеристики та плавність протікання перехідних процесів [2].

Одним з напрямлень усунення зазначених недоліків є використання сучасних електроприводів, в тому числі, наприклад, векторно-керованого асинхронного електроприводу, який достатньо точно може відпрацьовувати задану діаграму руху механізму з високими показниками динамічних процесів [3,4].

Широкий діапазон зміни навантаження транспортного механізму призводить до похибок в електромеханічній системі у вигляді динамічних похибок регульованих параметрів, в тому числі і зміни швидкості, які можуть призводити до виникання коливальних процесів в механічних вузлах, що негативно впливає на рівень надійності та безпеки функціонування транспортної системи. Оскільки режим роботи ланцюгових конвеєрів передбачає широкий діапазон коливання навантаження, то при впровадженні нової системи електроприводу досить актуальним завданням являється проведення оцінки характеру зміни рівня динамічних похибок швидкості при варіаціях навантаження конвеєра.

Мета роботи. Провести аналіз впливу коливань моменту навантаження на динамічні похибки швидкості конвеєрної системи з ланцюговим тяговим елементом.

Матеріали і результати досліджень. Для проведення досліджень отримана електромеханічна система керування, функціональна схема якої приведена на рис. 1.

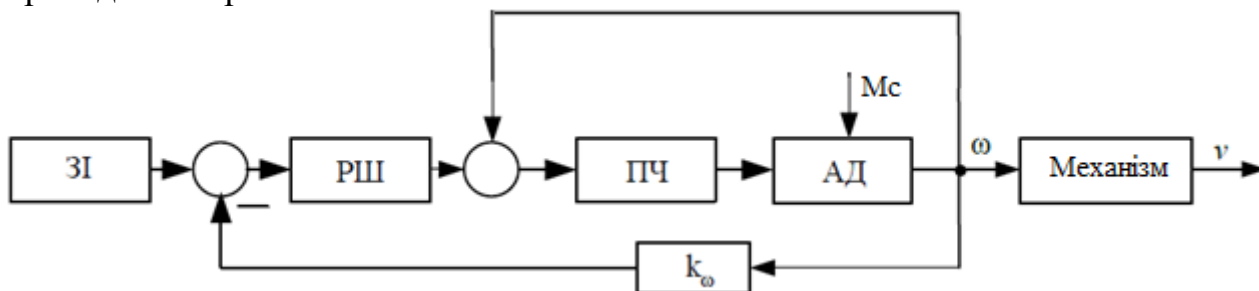


Рисунок 1 – Структурна схема системи керування траволатора.

В схемі досліджуваної системи (рис.1) застосовані наступні позначення: ЗІ – задатчик інтенсивності, РШ – ПІ-регулятор швидкості, ПЧ – перетворювач частоти, АД – асинхронний двигун, ω – кутова швидкість двигуна, v – лінійна швидкість тягового ланцюга, M_c – статичне навантаження, k_ω – коефіцієнт передачі зворотного зв'язку по швидкості.

Відповідно до відомої методики [4], отримано математичну модель асинхронного електродвигуна в стаціонарній системі координат (а-б) і перетворювача частоти.

Для дослідження динамічних режимів роботи електропривода була розроблена модель електромеханічної системи ланцюгового конвеєра на базі пакету прикладних програм MATLAB, Simulink.

Програма дослідження включає в себе: пуск конвеєра до номінальної швидкості при відсутності навантаження, в період сталого режиму прикладається статичне навантаження для наступних варіантів: $M_c=0,2M_n$, $M_c=0,4M_n$, $M_c=0,6M_n$, $M_c=0,7M_n$, $M_c=M_n$.

Дослідження проведені на прикладі скребкового ланцюгового конвеєра продуктивністю 180 тонн / год та з протяжністю траси 150 м, оснащеного векторно-керованим асинхронним електродвигуном потужністю 90 кВт.

Результати дослідження приведені на рисунках 2 – 9 і в таблицях 1 і 2.

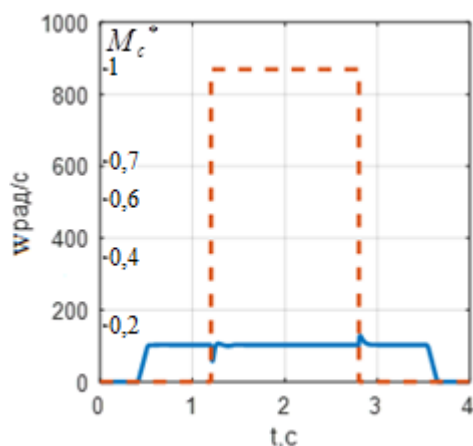


Рисунок 2 – Графіки швидкості та статичного моменту M_c .

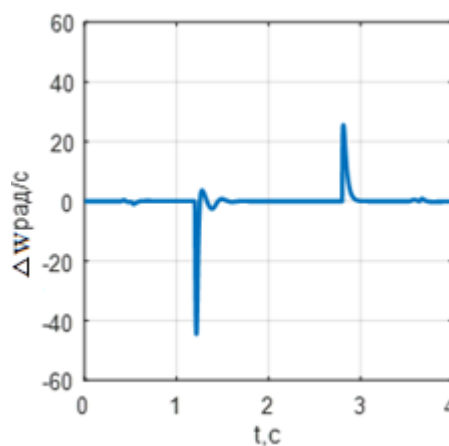


Рисунок 3 – Похибка відпрацювання кутової швидкості при $M_c=M_n$.

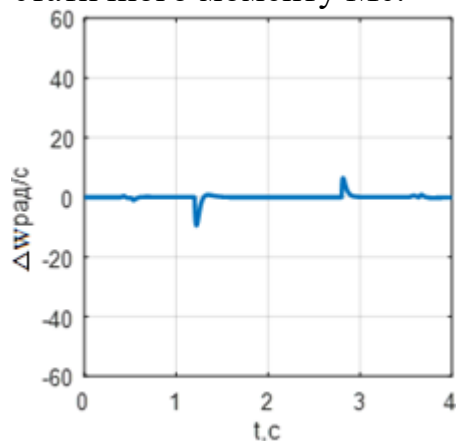


Рисунок 4 – Похибка відпрацювання кутової швидкості при $M_c=0,2M_n$

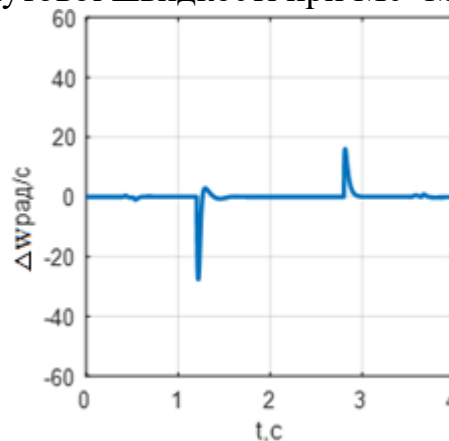


Рисунок 5 – Похибка відпрацювання кутової швидкості при $M_c=0,4M_n$

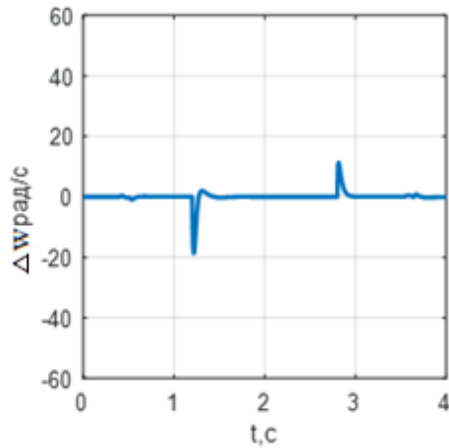


Рисунок 6 – Похибка відпрацювання кутової швидкості при $M_c = 0,6M_n$

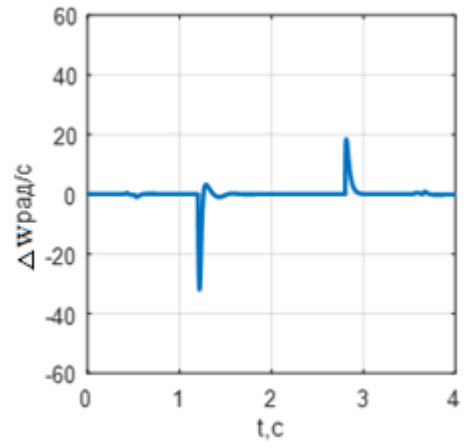


Рисунок 7 – Похибка відпрацювання кутової швидкості при $M_c = 0,7M_n$

Таблиця 1– Похибка кутової швидкості

Статичний момент M_c^* , Н	$M_c = M_n$ = 869,97Н	$M_c = 0,7 \cdot M_n$ = 608,97Н	$M_c = 0,6 \cdot M_n$ = 521,97Н	$M_c = 0,4 \cdot M_n$ = 347,97Н	$M_c = 0,2 \cdot M_n$ = 173,97Н
$\Delta\omega$, рад/с	25	18	16	11	6

Динамічна похибка кутової швидкості від моменту навантаження

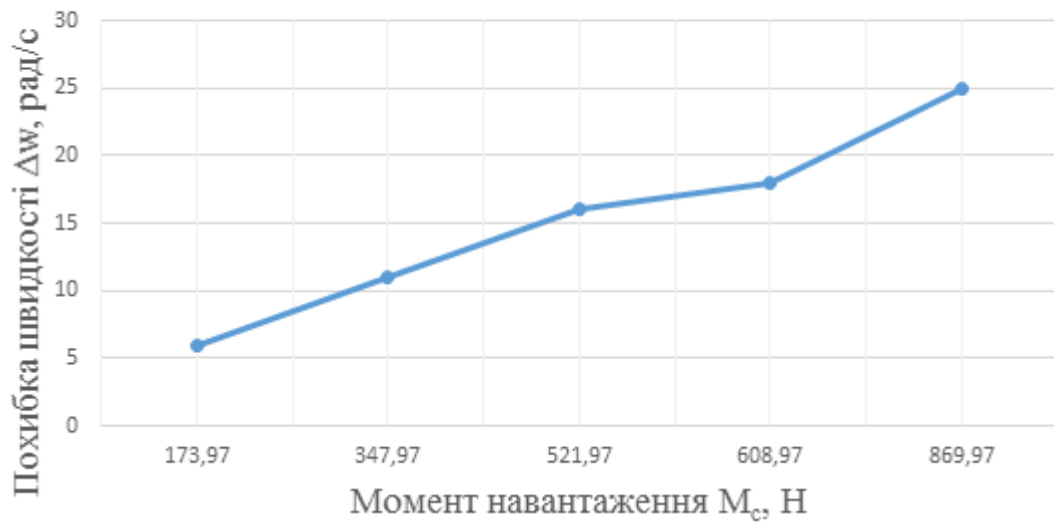


Рисунок 8 – Графік залежності динамічної похибки кутової швидкості конвеєра від моменту навантаження

Таблиця 2– Похибка лінійної швидкості

Статичний момент M_c , Н	$M_c = M_n$ = 869,97Н	$M_c = 0,7 \cdot M_n$ = 608,97Н	$M_c = 0,6 \cdot M_n$ = 521,97Н	$M_c = 0,4 \cdot M_n$ = 347,97Н	$M_c = 0,2 \cdot M_n$ = 173,97Н
ΔV , м/с	0,1	0,075	0,065	0,045	0,025

Динамічна похибка лінійної швидкості від моменту навантаження

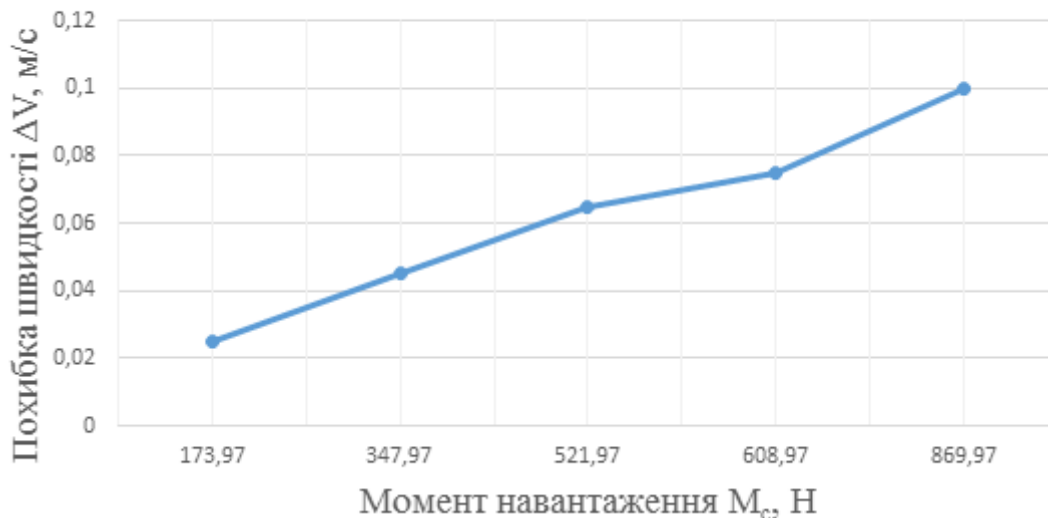


Рисунок 9 – Графік залежності динамічної похибки лінійної швидкості конвеєра від моменту навантаження

Отримані результати показують що при коливаннях моменту від $0,2M_n$ до M_n похибка кутової швидкості змінюється від 6 рад/с до 18 рад/с що складає від 5,8% до 18% номінального значення. Значення похибки лінійної швидкості переміщення тягового ланцюга при даних навантаженнях коливається в межах від 6% до 18%, що є прийнятним для ланцюгових конвеєрів і не суттєво впливає на технологічний режим їх роботи. Зміна продуктивності конвеєра в межах даних коливань не перевищує допустимі по технологічним умовам значення. В статичних режимах лінійна швидкість залишається стабільною.

Тривалість відпрацювання похибки швидкості не перевищує 0,1 секунди. При закінченні перехідного процесу швидкість стабілізується на рівні заданого значення для сталого режиму.

Висновки. Аналіз результатів дослідження показує, що електромеханічна система електропривода з використанням векторно-керованого асинхронного електропривода дозволяє отримати рівень динамічної похибки по лінійній швидкості, не перевищуючи допустимого значення для ланцюгових конвеєрів при цьому забезпечуючи точне відпрацювання заданої діаграми швидкості. Таким чином, система електроприводу з векторним керуванням може бути рекомендована для використання при модернізації існуючих і проектуванні нових транспортних засобі, з ланцюговим тяговим органом.

Перелік посилань

1. Электроприводы и схемы управления конвейерами [Электронный ресурс] – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/2264113/page:2/>.
2. Бондарев В. С. и др. Подъемно-транспортные машины: Расчеты подъемных и транспортируемых машин. – 2009. – 495 с.
3. He B. et al. Dynamic behaviour modelling and simulation of the chain transmission system for an armoured face conveyor //Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, 2009. CAID & CD 2009. IEEE 10th International Conference on. – IEEE, 2009. – С. 1000-1004.
4. Пересада С. М., Ковбаса С. Н. Обобщенный алгоритм прямого векторного управления асинхронным двигателем // Техн. електродинаміка. –2002. –№4. –С. 17–22.