УДК 631.363.6:681.5:004.4

С.Д. Сівохін[1]
О.М. Нанака[1]
О.А. Паянок[1]

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ МОСТОВОГО КРАНУ ІЗ ВРАХУВАННЯМ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ

[1]Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Розроблено підхід до створення удосконаленої системи керування електроприводом мостового крана, що забезпечує зменшення коливань вантажу. Система ґрунтується на використанні коригувального зворотного зв'язку за кутом відхилення вантажу. При цьому зворотний зв'язок реалізовано у вигляді пропорційної залежності з коефіцієнтом підсилення, який змінюється відповідно до довжини підвісу. Значення довжини визначається опосередковано — за інформацією, отриманою від датчика кута відхилення вантажу.

Ключові слова:*електропривод мостового крана, система керування, коливаннявантажу, зворотнийзв'язок, коефіцієнтпідсилення, сенсор кута відхилення.*

Abstract

A method for implementing an improved control system of an overhead crane electric drive aimed at damping load oscillations is proposed.The system is based on the application of a corrective feedback loop using the load swing angle.The feedback has a proportional structure with a variable gain coefficient that depends on the hoisting rope length.The rope length is determined indirectly based on the data obtained from the load swing angle sensor.

Keywords*: overhead crane electric drive, control system, load oscillations, feedback, gain coefficient, swing angle sensor.*

Вступ

Робота мостового крана супроводжується механічними коливаннями вантажу на гнучкому підвісі, що збільшує час навантажувально-розвантажувальних операцій, викликає додаткові циклічні навантаження в системі електроприводів механізмів підйому, переміщення крана і його механізмів та ускладнюють завдання позиціонування вантажу[1].

На стадії проектування механічного та електричного обладнання мостового крана одним із головних факторів, що обмежують максимальні робочі швидкості механізмів переміщення, є розкачування вантажу.

При дослідженні механізмів переміщення мостового крана встановлено, що при роботі крана виникають додаткові пружні динамічні навантаження, які можуть перевищувати статичні навантаження, що діють на них. Додаткову навантаження створюють вимушені коливання підвішеного вантажу. Вони мають меншу величину, ніж пружні коливання в механічних зв'язках, однак впливають на рівномірність ходу механізму переміщення, на зручність експлуатації крана, а також на точність позиціонування вантажу [2].

Розробкою системи демпфування коливань підвішеного вантажу в даний час займаються великі світові машинобудівні компанії, такі як Siemens, Demag, ABB, Konecranes, SchneiderElectric. Вітчизняні виробники кранового електрообладнання практично не мають розробок у даній області.

Метою роботи єпідвищення продуктивності мостового крана за рахунок демпфування коливань підвішеного вантажу шляхом удосконалення системи управління електроприводами мостового крана.

Основна частина

Демпфування коливань вантажу мостового крана дозволяє[3]:

1. знизити амплітуду і тривалість розкачування вантажу, що призводить до збільшення продуктивності роботи мостового крана за рахунок часу навантажувально-розвантажувальних робіт і підвищення точності відпрацювання траєкторії переміщення вантажу крана;

2. збільшити термін служби електричного та механічного обладнання мостового за рахунок зниження циклічних навантажень на електромеханічну систему, викликаних механічними коливаннями вантажу;

3. збільшити продуктивність роботи мостового крана за рахунок збільшення робочих швидкостей механізмів переміщення.

Таким чином, удосконалення системи управління електроприводами мостового крана для демпфування коливань, що приводить до збільшення продуктивності крана та термінів служби, є актуальною науково-технічною задачею[4].

В результаті проведених досліджень запропоновано порівняльний аналіз чотирьох способів реалізації системи управління електроприводами (СУЕП) для усунення розкачування вантажу[5]. На основі положень теорії автоматичного управління побудована структурна модель двомасової системи мостового крана з гнучким підвісом. В основі цієї моделі закладений жорсткий негативний зворотний зв'язок по куту відхилення вантажу від вертикальної осі для збільшення еквівалентного коефіцієнта демпфування замкнутої системи управління. Для реалізації системи управління передбачено пряме вимірювання кута відхилення вантажу. Виконання завдань визначення кута відхилення вантажу здійснюється із застосуванням вібраційного гіроскопа.

Основним компонентом вдосконаленої СУЕП механізму переміщення для демпфування коливального навантаження є сенсор кута відхилення навантаження з незалежним електропостачанням. Сенсор встановлюється на крюк, трос або в інше відповідне за умовами роботи місце на механізмі гнучкого підвісу і передає дані щодо поточні відхилення вантажу через безпровідні протоколи передачі даних. Створення апаратної частини та вимоги до технічних компонентів системи обумовлені дослідженнями на комп'ютерній моделі.

Висновки

Запропоновано підхід до реалізації вдосконаленої системи управління електропривода мостового крана для демпфування коливань вантажу, яка побудована на застосуванні коригувального зворотного зв'язку за кутом відхилення вантажу. Зворотний зв'язок має структуру пропорційного зв'язку зі змінним коефіцієнтом підсилення в залежності від довжини підвісу, який визначається опосередкованим способом на основі даних від сенсора кута відхилення вантажу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закладний, О. М. Електропривод: підручник. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 412 с.
2. Волянюк, В. О., Сухомлин, О. П. Підйомно-транспортні машини та системи: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 356 с.
3. Tang, W., Song, Z., Zhang, Y., &Zhang, J. Optimization-BasedInput-ShapingSwingControlofOverheadCranes. AppliedSciences, 2023, vol. 13, no. 21.
4. Yu, Z., Li, W., Zhang, Y., &Tang, H. ResearchonSwingModelandFuzzyAnti-SwingControlTechnologyofBridgeCrane. Machines, 2023, vol. 11, no. 12
5. Jensen, K. J., &Johansen, T. A. Anti-SwingControlof a HydraulicLoaderCranewithNonlinear Dynamics. IEEE/ASME TransactionsonMechatronics, 2021, vol. 26, no. 4, pp. 1760–1771

СівохінСергій Денисович— ст. гр. ЕПА-24м, факультет Електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта:sivohinsergiy016@gmail.com.

Нанака Олена Миколаївна– канд. техн. наук, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: e_nanaka@ukr.net.

Паянок Олександр Анатолійович– канд. техн. наук, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник:***Нанака Олена Миколаївна***– канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

SivohinSerhiyDenysovych– studentofthegroupEPA-24м, Facultyofelectricalpowerengineeringandelectromechanics, Vinnytsianationaltechnicaluniversity, e-mail:sivohinsergiy016@gmail.com.

NanakaOlenaMykolaivna – PhD, AssociateProfessoroftheDepartmentofcomputerizedelectromechanicalsystemsandcomplexes, Vinnytsianationaltechnicaluniversity, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

PayanokOleksandrAnatoliyovych – PhD, AssociateProfessoroftheDepartmentofcomputerizedelectromechanicalsystemsandcomplexes, Vinnytsianationaltechnicaluniversity, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Scientificadvisor: NanakaOlenaMykolaivna – PhD, AssociateProfessoroftheDepartmentofcomputerizedelectromechanicalsystemsandcomplexes, Vinnytsianationaltechnicaluniversity, Vinnytsia.