

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕКОСУ КРАН- БАЛКИ ТА ШЛЯХИ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Сучасні тенденції розвитку підйомно-транспортного обладнання свідчать про необхідність підвищення надійності та довговічності мостових кранів, що досягається шляхом зменшення перекосу їх кінцевих балок. Використання сучасних методів синхронізації приводів, зокрема програмованих логічних контролерів (ПЛК), частотних перетворювачів і систем зворотного зв'язку, дозволяє забезпечити узгоджений рух механізмів та знизити динамічні навантаження.

Ключові слова: мостовий кран, перекіс, синхронізація, ПЛК, частотний перетворювач, сенсори.

Abstract

Current trends in the development of lifting and transport equipment indicate the need to increase the reliability and durability of overhead cranes, which is achieved by reducing the skew of their end carriages. The use of modern drive synchronization methods, including programmable logic controllers (PLCs), frequency converters, and feedback systems, allows for the coordinated movement of mechanisms and a reduction in dynamic loads.

Keywords: overhead crane, skew, synchronization, PLC, frequency converter, sensors.

Вступ

Перекіс кінцевих балок мостових кранів є однією з основних проблем, що виникає внаслідок неузгодженого руху сторін мосту та призводить до підвищених динамічних навантажень і зносу елементів конструкції. Основними причинами перекосу є пружні деформації металоконструкції, нерівномірність навантаження на ходові колеса, а також коливання вантажу.

Основною метою дослідження є забезпечення надійної та синхронної роботи двопривідного механізму пересування мостового крана шляхом застосування сучасних засобів автоматизації та систем керування. Впровадження автоматизованих систем дозволяє зменшити перекіс кінцевих балок, знизити знос елементів конструкції та підвищити ефективність роботи обладнання.

Метою є аналіз методів зменшення перекосу мостового крана.

Об'єктом дослідження є процес пересування мостового крана.

Предметом дослідження є методи та засоби зменшення перекосу кінцевих балок мостового крана.

Основна частина

Аналіз джерел показав, що існує декілька підходів до вирішення цієї проблеми. Перший метод: механічна синхронізація за допомогою трансмісійного вала забезпечує жорсткий зв'язок між сторонами крана і гарантує однакову швидкість обертання коліс, що практично усуває перекіс. Перевагою такого підходу є надійність і простота, однак недоліками є значна маса, складність конструкції та обмеження по довжині мосту.

Другий підхід базується на динамічному моделюванні системи крана, зокрема використанні багатомасових моделей, що враховують пружність конструкції та коливальні процеси. Такий підхід дозволяє глибоко проаналізувати причини перекосу та оцінити його величину, однак не дає безпосереднього інженерного рішення і характеризується складністю реалізації [1].

Третій підхід базується на конструктивному аналізі та оптимізації мостових кранів із урахуванням міцності, жорсткості та стійкості їх елементів. Зокрема, використання розрахункових схем і комп'ютерного моделювання дозволяє визначити напруження, деформації та критичні навантаження в конструкції крана. Такий підхід забезпечує підвищення надійності та безпеки роботи обладнання, однак потребує значних обчислювальних ресурсів і не завжди враховує динамічні ефекти, пов'язані з рухом механізмів [2].

Четвертий підхід полягає у застосуванні систем синхронного керування приводами, зокрема за принципом Master–Slave, при якому один двигун задає режим роботи, а інший повторює його. Це дозволяє забезпечити узгоджений рух механізмів, рівномірний розподіл навантаження та зменшення перекосу кран-балки. Водночас такий підхід характеризується залежністю від точності налаштування та якості зворотного зв'язку, а також може супроводжуватися виникненням коливальних процесів у системі. В такому підході кожен привід оснащений частотним перетворювачем, що забезпечує регулювання швидкості електродвигунів, а також сенсорами, які вимірюють їх фактичні швидкості. Сигнали з сенсорів надходять до системи керування, де здійснюється порівняння параметрів руху та формування коригуючого впливу для узгодження роботи приводів [3].

П'ятий підхід базується на впровадженні системи «електричного вала», що забезпечує синхронізацію швидкостей приводів переміщення крана шляхом створення прямого електричного зв'язку між їхніми роторними колами. Зокрема, використання асинхронних двигунів із фазним ротором, підключених до спільного блоку пуско-регулювальних резисторів, дозволяє автоматично коригувати швидкість обох бортів мосту при виникненні кутового розсогласування за рахунок дії синхронізуючого моменту. Такий підхід забезпечує стабільність ходу та запобігає небезпечним перекосам металоконструкції, проте він характеризується низькою енергоефективністю через значні теплові втрати в резисторах та потребує регулярного технічного обслуговування щітково-контактних вузлів [4].

Для досягнення найкращого результату пропонується комбінований підхід: модернізація п'ятого підходу «електричного вала» на базі резисторів інтегрувавши четвертий підхід з системою цифрового керування ПЛК, частотними перетворювачами та сенсорами. Таке рішення дозволяє зберегти надійність синхронного моменту двигунів, але при цьому додати точне регулювання швидкості через частотні перетворювачі та контроль параметрів у реальному часі через контролер.

Висновки

Проведений аналіз показав, що перекіс кінцевих балок є наслідком комплексної взаємодії механічних і електромеханічних факторів, а найбільш ефективним напрямком його зменшення є застосування систем керування двопривідними механізмами. Використання сучасних засобів автоматизації, зокрема ПЛК, частотних перетворювачів і сенсорів зворотного зв'язку, дозволяє забезпечити синхронізацію руху в реальному часі та знизити динамічні навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руднев Є. С., Романченко Ю. А., Ліневич А. О. Дослідження динаміки механізму переміщення мостового крану як складної електромеханічної системи [Електронний ресурс] // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2022. – № 5 (275). – С. 35–39. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2022-275-5-35-39> (дата звернення: 21.03.2026).
2. Korendiy V., Kachur O., Lanets O. Design and analysis of the overhead crane with six vertical columns // Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. – 2024. – Vol. 10, No. 1. – Режим доступу: <https://doi.org/10.23939/ujmems2024.01.001> (дата звернення: 21.03.2026).
3. Master–Slave control for overhead crane long travel drives // Google Books [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://books.google.com.ua/books?id=gdCPDwAAQBAJ&pg=PA131> (дата звернення: 21.03.2026).

- Mitrovic N., Petronijevic M., Kostic V., Jefenic B. Electrical Drives for Crane Application // Mechanical Engineering / ed. by M. Gokcek. – Rijeka: InTech, 2012. – P. 131–156. – Режим доступу: <http://www.intechopen.com/books/mechanical-engineering/electrical-drives-for-crane-application> (дата звернення: 23.03.2026).

Медончак Денис Олегович – студент групи ЕМСА-22б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ел. пошта: denismedonchak@gmail.com

Науковий керівник: **Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри, в.о. завідувача кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Medonchak Denis Olehovych – student of the EMSA-22b group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: denismedonchak@gmail.com

Research supervisor: **Moshnoriz Mykola Mykolayovych** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department, Acting Head of the Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.