

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОСТОВОГО КРАНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто питання модернізації існуючої системи автоматизованого електропривода механізму переміщення мостового крана шляхом переходу на сучасну елементну базу, яка характеризується кращими енергетичними показниками. У загальній частині роботи надано загальну характеристику механізмів переміщення мостових кранів та проведено аналіз їхніх режимів роботи. У розрахунково-конструкторській частині виконано розрахунки електропривода механізму переміщення, вибрано приводний двигун, перевірено його за нагрівом, перевантажувальною здатністю та умовами пуску, досліджено характеристики в статичному та динамічному режимах, а також розроблено необхідні схеми. Коректність прийнятих рішень перевірено моделюванням у середовищі Matlab.

Ключові слова: електропривод, мостовий кран, перетворювач частоти.

Abstract

The thesis addresses the modernization of the existing control system of the automated electric drive of the bridge crane movement mechanism by transitioning to a modern component base with improved energy efficiency. The general part of the work provides a description of the bridge crane movement mechanisms and an analysis of their operating modes. In the design and calculation section, the electric drive of the movement mechanism is calculated, a drive motor is selected and verified in terms of heating, overload capacity, and starting conditions; its characteristics are examined in both static and dynamic modes, and the necessary circuit diagrams are developed. The correctness of the adopted solutions is validated through modeling in the Matlab environment.

Keywords: electric drive, bridge crane, frequency converter.

Вступ

Сучасний розвиток промисловості та технологій вимагає постійного підвищення ефективності, надійності та безпеки виробничих процесів. У цьому контексті вантажопідйомні механізми, зокрема мостові крани, є невід'ємною частиною логістичних та виробничих циклів на більшості підприємств [2]. Функціональність та продуктивність цих машин значною мірою визначаються технічним рівнем їхніх електроприводів, які забезпечують виконання рухових операцій та динамічних характеристик.

Актуальність дослідження модернізації електроприводів робочих машин обумовлена прагненням до оптимізації їхніх експлуатаційних показників, включаючи енергоефективність, точність позиціонування та стійкість до зовнішніх впливів [1]. Особливий інтерес становлять системи керування електроприводами підйомних механізмів, які характеризуються складними динамічними процесами, що вимагає впровадження високоточних та адаптивних рішень [5].

Існуючі системи керування електроприводами, що базуються на застарілих принципах, часто не дозволяють повною мірою реалізувати потенціал сучасного електромеханічного обладнання. У цьому зв'язку, розвиток силової електроніки та мікропроцесорних систем відкриває нові можливості для інтеграції регульованих електроприводів з частотними перетворювачами та асинхронними двигунами. Теоретичні засади функціонування електроприводів [4] та методологія проектування систем автоматизованого керування типовими виробничими механізмами виробничих механізмів [3] є основоположними для розробки та впровадження таких модернізацій.

Результати дослідження

Дане дослідження зосереджується на проблематиці оптимізації функціонування механізму переміщення мостового крана, що є критично важливим для підвищення ефективності та безпеки вантажно-розвантажувальних операцій. Було розроблено та обґрунтовано концепцію модернізації

системи керування, що базується на інтеграції сучасного частотного перетворювача та асинхронного двигуна. Цей підхід дозволив відійти від традиційних, менш гнучких методів керування.

Одним з центральних результатів є математичне моделювання електричної частини електропривода, що включає асинхронний двигун, керований частотним перетворювачем. Модель опрацьовано з урахуванням динаміки процесів, що дозволяє прогнозувати та оптимізувати перехідні процеси в системі. Врахування параметрів навантаження та інерції механізму в моделі дає можливість точно імітувати реальні умови експлуатації, що є важливим для подальшого проектування та налагодження системи керування.

На основі розробленої математичної моделі, побудовано структурні схеми системи керування. Ці схеми відображають принципи взаємодії елементів, забезпечуючи оптимальне регулювання швидкості та положення механізму. Особлива увага приділена питанням забезпечення стабільності та якості динамічних процесів системи, що досягається за рахунок застосування зворотних зв'язків та відповідних регуляторів.

Реалізація запропонованих рішень передбачає покращення енергоефективності електропривода за рахунок оптимізації споживання електроенергії асинхронним двигуном в різних режимах роботи, що є значною економічною та екологічною перевагою. Крім того, застосування частотного регулювання забезпечує плавність пуску та гальмування, що мінімізує механічні навантаження на елементи крана, збільшує термін їхньої служби та підвищує точність позиціонування вантажу. Також відзначається підвищення надійності функціонування системи завдяки зменшенню комутаційних процесів та кращому захисту електродвигуна.

Висновки

У ході дослідження було отримано ряд наукових та практичних результатів, що стосуються модернізації системи керування електроприводом механізму переміщення мостового крана. Серед ключових наукових здобутків слід виділити удосконалення математичної моделі керування механізмом переміщення мостового крана, яка адаптована для функціонування у системі з частотним перетворювачем та асинхронним двигуном. Розроблена модель відрізняється гнучкістю налаштування, що дозволяє її застосовувати у широкому діапазоні експлуатаційних умов, тим самим розширюючи сферу її застосування у контексті сучасних систем керування.

Структурні схеми створені на основі удосконаленої математичної моделі та інтегрують сучасну промислову елементну базу, зокрема частотні перетворювачі та асинхронні двигуни. Впровадження запропонованих пристроїв сприяє суттєвому підвищенню ефективності, надійності та якості керування зазначеним механізмом. Додатковою перевагою реалізованих рішень є покращення безпеки експлуатації мостових кранів, що досягається за рахунок більш досконалого контролю та стабілізації роботи всієї системи.

Зазначені теоретичні положення та їх практична реалізація підтверджують достовірність отриманих результатів, що є важливою складовою наукової цінності даного дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васи́лега П. О. Електропривод робочих машин. – Суми: Сумський державний університет, 2022. – 290 с.
2. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини: Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХПІ", 2005. – 304 с.
3. Грабко В. В., Бабій С. М., Мошноріз М. М. Автоматизований електропривод типових виробничих механізмів. Курсове та дипломне проектування. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 119 с.
4. Кучерук В. Ю., Грабко В. В. Основи теорії електроприводів. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 168 с.
5. Семенов І. В. Системи керування електроприводами підйомних механізмів. – Одеса: ОНТУ, 2021. – 175 с.

Оріховський Максим Іванович – студент групи ЕМСА-21б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: aleksejdubanov94@gmail.com.

Грабко Валентин Володимирович – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: grabko@vntu.edu.ua.

Orikhovskiy Maksym I. – student of group EMSA-21b, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: aleksejdubanov94@gmail.com.

Grabko Valentyn V.– PhD, Associate Professor, Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: grabko@vntu.edu.ua.