

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

**на тему «Оптимізація параметрів грейферного крану з метою
підвищення його продуктивність»**

Здобувач



Іван ХАРЧЕНКО

Кривий Ріг 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі автоматизації, електро- та робототехнічних систем.

Керівник:



Голотюк Микола Віталійович,
канд. техн. наук, доцент,
доцент

Захист відбудеться 24 січня 2024 р. о 10:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_OTI1Y2M4ODktYjUyNi00ZGZkLWE0YWEtMWQxZDc4Njc4ZDdk%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 20 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Вдосконалення елементів і технічних параметрів грейферного крана. Мінімізація аварійних простоїв з причини ненадійності електроприводів механізму підйому та замикання грейфера.

Постановка проблеми. Динамічні та енергетичні процеси у механізмі підняття вантажу досі не були достатньо нереалізовані у виробничому процесі машин. Таким чином, аналізуючи вплив налаштувань сучасних перетворювальних пристроїв на характер перехідних процесів у механізмі, існують недостатньо розроблені можливості для забезпечення оптимальних режимів руху механізму. Крім того, не визначені раціональні підходи до підвищення якості впровадження оптимального керування.

Мета дослідження. Є модернізація застарілого електрообладнання грейферного крана ГЗК для підвищення його продуктивності. Процес охоплює підвищення надійності роботи завдяки впровадженню мехатронні системи з використанням безконтактних засобів керування.

Задачі дослідження:

- опис обладнання та технологічного процесу;
- особливості використання грейферного крана;
- визначення оптимальної системи електроприводу;
- обґрунтування і вибір мехатронної системи;
- проведено розрахунок параметрів механізму та аналіз системи керування;
- виконати економічне обґрунтування модернізації.

Об'єкт дослідження – електропривод механізму підйому та замикання грейферного крана вантажністю 16 тонн.

Предмет дослідження є системи мехатронного обладнання, які керують процесом перетворення енергії в електроприводі та забезпечують надійність в експлуатації машини.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності.

У кваліфікаційній магістерській роботі:

- визначені параметри режимів для критерію електропривода механізму грейферного крана;
- запропоновано використання автоматизовану для системи керуванням електроприводом;
- на основі системного аналізу сформовано головні вимоги для механізму грейфера;
- виконано розрахунки вартості науково-дослідної роботи, спрямованої на доведення доцільності запропонованої модернізації механізму грейферного крана.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 4

розділів, висновків, списку використаних джерел, 3 додатків. Загальний обсяг роботи становить 86 сторінки, робота містить 25 рисунків, 15 таблиць, 3 додатки. Список використаних джерел складається з 33 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Шляхи оптимізації параметрів конструювання грейферного крана є: заміна елементів механізмів підйома та замикання грейфера, що сприятиме на збільшення потужності та швидкості, забезпечить більш точним та надійним керуванням. Нові електродвигуни будуть сумісними з мехатронними системами, а саме частотним керування приводом, що сприятиме автоматизації машини та удосконаленню загальної ефективності механізму. Сучасні мехатронні системи повинні бути обладнані приводами, які відповідають високим і водночас суперечливим вимогам.

Проведено аналіз області використання грейферних кранів на підприємстві ГЗК. Надано загальний огляд технологічного процесу та наявної системи автоматизації. Здійснено огляд рішень, застосованих на подібних об'єктах. У результаті виявлена потреба у модернізації чинної системи, і сформульовано невирішену частину проблеми, яку планується розглядати та вирішувати в рамках даної кваліфікаційної роботи. Основними напрямками у розвитку підіймально-транспортного обладнання є вдосконалення приводів машин та механізмів з упередженням до розширення діапазону регулювання швидкостей, підвищення їх коефіцієнта корисної дії та надійності.

Виконано аналіз технологічного процесу, розглядаючи його як об'єкт автоматизації. Процес містить в себе ретельне вивчення всіх етапів виробництва, врахування технічних аспектів та можливостей впровадження робототехнічних рішень. Обґрунтовано вибір усіх технічних компонентів робототехнічного комплексу, проведено теоретичні дослідження, аналіз процесу відновлення та розроблено його удосконалену версію. Визначення параметрів об'єкта дослідження враховувалися вимоги до швидкості реакції системи, точності виконання завдань та енергоефективності. Також було проведено роботу над розробкою та обґрунтуванням мехатронної системи, яка інтегрує в себе механічні, електричні та програмні компоненти для оптимальної взаємодії та досягнення поставлених цілей.

Представлено методологію визначення характеристик динамічних блоків, проведено моделювання їх динамічних режимів. Крім того, розроблено математичну модель з прямим управлінням моментом і виконано моделювання режимів перехідних процесів. Математична модель з прямим управлінням моментом стала ключовим етапом у вдосконаленні системи керування. Цей підхід дозволяє прямо

впливати на момент у реальному часі, що є важливим аспектом для оптимізації роботи динамічних блоків у різних умовах. У результаті цього дослідження стало можливим досягнення оптимального балансу між точністю реакції системи, швидкістю переходу між режимами та мінімізацією споживаної енергії.

Представлені відповідні розрахунки, які підтверджують економічну доцільність впровадження запропонованої зміни в організації виробничого процесу машини.

ВИСНОВКИ

В даній роботі була розглянута теоретична можливість використання частотного керування, проаналізована література, видання, статті схожі по тематиці.

- розрахунки використання системи керуванням електроприводом;
- характеристика та обґрунтування пропонованих технічних змін;
- дослідження динамічної поведінки системи в різних типових режимах роботи;
- проаналізували графіки перехідних процесів впливає, що розроблена система відповідає всім вимогам для електроприводу механізму;
- використання частотного керування, виявлено що гарантує "м'який" запуск двигуна без значних електричних та механічних ударів.
- виконано розрахунки вартості науково-дослідної роботи, спрямованої на доведення доцільності запропонованої модернізації механізму грейферного крана.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Kharchenko I.V., Holotyiuk M.V. Study of gripper productivity and safety bridge cranes. International scientific conference «MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education» conference proceedings, Riga, the Republic of Latvia, November 29–30, 2023. «Baltija Publishing», Riga, Latvia, 2023. V.2. С. 74–76.

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-104>

2. Харченко І., Мазан Б. Підвищення продуктивності та безпеки грейферних мостових кранів шляхом мехатронних та автоматизованих систем / Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Синергія освіти, науки, виробництва в умовах глобальних викликів

сьогодення», 29 березня 2023, Луцьк. – Луцький національний технічний університет, 2023. – 148-150 с.

АНОТАЦІЯ

Харченко Іван Олександрович. Оптимізація параметрів грейферного крану з метою підвищення його продуктивності. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». ОПП «Комп'ютерне конструювання мехатронних систем» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Об'єктом є дослідження електропривода механізму підйому та замикання грейферного крана вантажністю 16 тонн.

Предмет дослідження є системи мехатронного обладнання, які керують процесом перетворення енергії в електроприводі та забезпечують надійність в експлуатації машини.

У першому розділі проаналізована предметна область використання грейферних кранів на ГЗК. Надана загальна характеристика технологічного процесу та наявної системи автоматизації. Приведено аналіз рішень на аналогічних об'єктах. В результаті визначена необхідність модернізації наявної системи та сформульована невирішена частина проблеми, яку планується досліджувати та вирішувати в рамках кваліфікаційної роботи.

У другому розділі проведено аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматизації, обґрунтовано вибір всіх технічних складових робото-технічного комплексу, виконання теоретичних досліджень, аналіз поточного процесу відновлення та розробка його покращеної версії, визначення параметрів об'єкта дослідження, а також розробка та обґрунтування мехатронної системи.

У третьому розділі наведено методику визначення характеристики динамічних блоків, виконане моделювання їхніх динамічних режимів. Крім того, розроблено математичну модель із прямим управлінням моментом і проведено моделювання режимів перехідних процесів.

У четвертому розділі наведено відповідні розрахунки, що підтверджують економічну обґрунтованість впровадження запропонованої зміни в організації виробничого процесу машини.

Кваліфікаційна робота має 86 сторінки, 25 ілюстрацій, 15 таблиць, 3 додатки та 33 джерел у переліку посилань.

Ключові слова: грейферний кран, асинхронний двигун, електропривод, автоматизація, система керування моментом, частотний перетворювач

ABSTRACT

Kharchenko Ivan. Optimization of the parameters of the grab crane in order to increase its productivity. - Qualifying work on the rights of the manuscript.

Theses for a Master's degree in Mechanical trades, the specialty 133 "Mechanical trades", Educational Program "Computer-Aided Design of Mechatronic Systems", TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Kryvyi Rih, 2024.

The object is the study of the electric drive of the lifting and closing mechanism of a grab crane with a capacity of 16 tons.

The subject of research is mechatronic equipment systems that control the process of energy conversion in an electric drive and ensure reliability in the operation of the machine.

In the first chapter, the subject area of use of grab cranes at ore enrichment works is analyzed. A general description of the technological process and the existing automation system is provided. The analysis of decisions on similar objects is given. As a result, the need to modernize the existing system was determined and the unresolved part of the problem was formulated, which is planned to be investigated and solved as part of the qualification work.

In the second chapter, an analysis of the technological process as an object of automation was carried out, the selection of all technical components of the robotic complex was substantiated, theoretical research was carried out, the analysis of the current restoration process and the development of its improved version, the determination of the parameters of the research object, as well as the development and justification of the mechatronic systems.

In the third section, the method of determining the characteristics of dynamic blocks, the simulation of their dynamic modes is performed. In addition, a mathematical model with direct torque control was developed and simulations of the modes of transient processes were carried out.

The fourth chapter provides relevant calculations that confirm the economic feasibility of implementing the proposed change in the organization of the production process of the machine.

The thesis has 86 pages, 25 illustrations, 15 tables, 3 appendices and 33 sources in the list of references.

Keywords: grab crane, asynchronous motor, electric drive, automation, torque control system, frequency converter.