

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 «Автоматизований облік та контроль геометричних
параметрів спікальних візків випалювальної машини
LURGI 552A (B)»**

Здобувач

Андрій ЧЕРВЯКОВ

Кривий Ріг 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

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

Керівник:

Бундза Олег Зіновійович
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації,
електро- та робототехнічних систем

Захист відбудеться 06 грудня 2024 р. о 18:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YzU0OTg1ZDctODhINS00MjUwLTk2NjYtZDZiZmlxZjBiYTk5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2277c2500a-6967-4dab-bab5-8e8029a27710%22%7d)

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 06 грудня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Актуальність даної кваліфікаційної роботи полягає у необхідності автоматизованого моніторингу стану спікальних візків з метою запобігання аварійних зупинок випалювальної машини та економії коштів під час проведення ремонтів візків.

Постановка проблеми. Ідея розробки та впровадження системи моніторингу стану спікальних візків.

Мета дослідження. Розробка автоматизованої системи обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків випалювальної машини LURGI 552.

Задачі дослідження:

- розглянути причини та фактори, що впливають на прогин випалювального візка, та які наслідки спостерігаються під час експлуатації з надмірним прогином;
- провести детальний аналіз сучасних методів моніторингу технічного стану випалювальних візків;
- провести теоретичні дослідження з метою встановлення можливостей застосування системи автоматичного моніторингу прогину візків в умовах виробництва;
- виконати економічне обґрунтування проекту.

Об'єкт дослідження – фактори, що впливають на роботу випалювальних візків під час виробництва обкотишів.

Предмет дослідження – закономірності впливу системи автоматизованого обліку та контролю геометричних параметрів на довговічність випалювальних візків.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. У кваліфікаційній магістерській роботі:

- проаналізовано сучасні технології виробництва залізородних обкотишів, виявлена ланка потребуюча вдосконалення;
- досліджено сучасні технології в сфері моніторингу стану спікальних візків на гірничо переробних підприємствах;
- проведено експеримент для підтвердження правильності вибору шляху для вирішення проблеми;
- обрано найбільш оптимальні компоненти автоматизованої системи обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків;
- запропоновано впровадження системи моніторингу для зменшення витрат на проведення ремонтів візків випалювальної машини.

Автоматизована система контролю прогину спікальних візків забезпечує високу точність вимірювань, можливість прогнозування та автоматичної корекції, що робить її незамінним інструментом для сучасного металургійного виробництва.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, 6 додатків. Загальний обсяг роботи становить 50 сторінок, робота містить 19 рисунків, 1 таблицю. Список використаних джерел складається з 10 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У магістерській роботі досліджено проблему прогину спікальних візків випалювальної машини. Вивчено способи і можливість своєчасного діагностування прогину та запобігання його критичних значень, яке впливає на стабільну роботу випалювальної машини, її продуктивність та якість обкотишів.

Неоднорідність сирих обкотишів по крупності викликає погіршення газопроникності шару, неоднакове їх сушіння, прогрів та випал, що призводить до зниження якості. Крупні обкотиші не встигають висохнути в зоні сушки та руйнуються в наступних зонах, а дрібні обкотиші «закупорюють» шар, тобто зменшують його газопроникність.

Під час дослідження було розглянуто сучасні методи моніторингу технічного стану спікальних візків на зарубіжних та вітчизняних металургійних підприємствах. Розглянуто можливість інтеграції подібної системи на випалювальній машині LURGI 552.

Система автоматизованого контролю стану візків має включати в своєму складі кілька підсистем: підсистема ідентифікації візків, підсистема контролю прогину, підсистема логування даних, підсистема індикації поточного стану, підсистема обміну даними.

Спираючись на отримані дані, було розроблено концепцію системи автоматичного вимірювання прогину спікальних візків.

Ідея була перевірена із застосуванням навчальної платформи Arduino Uno, на базі мікроконтролера AtMega328P та набору ультразвукових датчиків. Для роботи схеми був написаний скетч в середовищі Arduino IDE. Працездатність схеми і скетчу перевірена шляхом її реалізації на макетній платі, чим підтверджено правильність вибору шляху для вирішення проблеми.

Для впровадження системи у виробництво було обрано основні елементи (датчики для вимірювання відстані, датчики для ідентифікації спікальних візків).

Розроблено систему автоматизованого обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків випалювальної машини LURGI 552, алгоритм роботи системи, який здатний забезпечити ефективний моніторинг стану обпалювальних візків.

Запропонована система складається з датчиків, які вимірюють відстань між нерухомою горизонтальною балкою, на якій вони

закріплені, та середньою частиною візка, який рухається по рейковій колії холостої гілки випалювальної машини.

Для ідентифікації візка застосовується датчик на основі машинного зору, який зчитує інформацію з таблички, закріпленої на боковій частині візка.

Сигнали, отримані від датчиків передаються до електронно-обчислювальної машини, яка виконує ідентифікацію візка, обчислює значення прогину, порівнює його з допустимим та зберігає отриману інформацію.

Якщо прогин наближається до критичного значення або досяг його, оператор отримує сповіщення про необхідність заміни візка.

З метою перевірки працездатності, ідея була перевірена із застосуванням навчальної платформи Arduino Uno, на базі мікроконтролера AtMega328P та набору ультразвукових та інших датчиків.

Система включає в себе два великі вузли: модуль керування та індикації, що встановлюється у зручному для оператора місці та модуль вимірювання, що встановлюється поблизу контрольної точки обладнання (наприклад, в районі радіусу) так, щоб його ультразвукові датчики висоти були направлені до контрольованого візка під прямим кутом.

Модуль керування та індикації включає в себе також і TFT-дисплей, клавіатуру та зумер.

Модуль вимірювання сприймає сигнали від ультразвукових датчиків висоти, наприклад, марки HC-SR04, і на основі його показів видає сигнал оператору про необхідність заміни візка.

Одночасно сигнали від камери штучного зору обробляються контролером машинного зору, який ідентифікує візок. Після чого результати вимірів зберігаються за конкретним візком в пам'яті ЕОМ.

Зв'язок між модулями керування та індикації і модулем вимірювання реалізовано за допомогою модулів інтерфейсу RS-485 по шині RS-485, яка є загальноприйнятим каналом обміну даними в промислових автоматизованих системах.

Програмування контролера здійснюється за допомогою середовища Arduino IDE v.2.3.3 через інтерфейс USB та мікросхему інтерфейсу UART на чіпі CH-341.

Для підтвердження ефективності системи, проведено економічні розрахунки та обґрунтування доцільності її впровадження на виробництві, які показали, що розрахунковий індекс прибутковості (IP) проекту складає 1,58, а період окупності становить 1,89 років.

Впровадження запропонованої системи прогнозуємо дозволить зменшити витрати на ТО і заміну підшипників ходових коліс на 20 %.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розглянуто актуальну проблему автоматизації обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків випалювальної машини LURGI 552.

Проведено детальний аналіз предметної галузі, визначено основні фактори, що впливають на прогин рами випалювальних візків, та оцінено сучасні підходи до моніторингу їх стану.

Розроблено та впроваджено концепцію автоматизованої системи моніторингу, яка включає: використання ультразвукових датчиків для точного вимірювання прогину, систему машинного зору для ідентифікації візків, алгоритми обробки та аналізу отриманих даних для попередження аварійних зупинок.

Проведено експериментальні дослідження, які підтвердили ефективність запропонованої системи в умовах виробництва, її здатність зменшити витрати на технічне обслуговування та підвищити рентабельність.

Обґрунтовано економічну доцільність впровадження системи, що сприяє зниженню собівартості продукції та забезпеченню стабільності виробничих процесів.

Запропоновані технічні рішення дозволяють значно підвищити ефективність експлуатації випалювальної машини, зменшити аварійні зупинки і забезпечити високу якість продукції – обкотишів.

Результати дослідження мають практичне значення для підприємств металургійної галузі, що прагнуть підвищити рівень автоматизації, зменшити операційні витрати та покращити якість своєї продукції.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Червяков А.М., Бундза О.З., Голотюк М.В. Автоматизація обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків випалювальної машини LURGI 552. *Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти: тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції MININGMETALTECH 2024*, м. Запоріжжя, 28–29 листопада 2024 року

АНОТАЦІЯ

Червяков Андрій Миколайович. Автоматизація обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків випалювальної машини LURGI 552. - 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.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- провести детальний аналіз предметної галузі;
- визначити основні фактори, що впливають на прогин рами випалювальних візків;
- оцінити сучасні підходи до моніторингу стану випалювальних візків;
- провести експериментальні дослідження, для підтвердження ефективності запропонованої системи в умовах виробництва;
- обґрунтувати економічну доцільність впровадження системи.

Об'єкт дослідження – фактори, що впливають на роботу випалювальних візків під час виробництва обкотишів.

Предмет дослідження – закономірності впливу системи автоматизованого обліку та контролю геометричних параметрів на довговічність випалювальних візків.

У процесі виконання дослідження було використано наступні методи: системний аналіз, експеримент із застосуванням навчальної платформи Arduino Uno, на базі мікроконтролера AtMega328P.

У першому розділі проаналізована предметна область - технологія виробництва обкотишів. Надана загальна характеристика технологічного процесу. Зроблено огляд ключових технологічних ділянок, їх призначення та наведено перелік їх обладнання. Вказано взаємозв'язок між ділянками. Досліджено вплив різних факторів на роботу випалювальної машини.

У другому розділі розглянуто конструктив випалювального візка, як основного компонента випалювальної машини, для забезпечення необхідної якості обкотишів. Розглянуто причини та фактори, що впливають на прогин випалювального візка, та які наслідки спостерігаються під час експлуатації з надмірним прогином. Розглянуто сучасні методи моніторингу, та доведено необхідність розробки та впровадження системи автоматичного обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків.

У третьому розділі запропонована концепція системи автоматичного моніторингу випалювальних візків. Проведено експеримент, для підтвердження працездатності запропонованої системи. Виконано огляд існуючих датчиків та підібрані необхідні компоненти для роботи системи.

У четвертому розділі відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої системи

автоматичного обліку та контролю геометричних параметрів спікальних візків.

Ключові слова: випалювальна машина, обпалювальний візок, залізорудні обкотиші, прогин візка, система автоматизованого моніторингу.

ABSTRACT

Chervyakov Andriy. Automation of accounting and control of geometric parameters of sintering carts of the LURGI 552 firing machine. - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 133 "Industrial Engineering". Specialization "Computer design of mechatronic systems" - LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICA", Kryvyi Rih, 2024.

To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks:

- to conduct a detailed analysis of the subject industry;
- identify the main factors affecting the deflection of the firing trolley frame;
- evaluate current approaches to monitoring the condition of firing trolleys;
- to conduct experimental studies to confirm the effectiveness of the proposed system in production conditions;
- to substantiate the economic feasibility of the system implementation.

Object of study - factors affecting the operation of firing trolleys during the production of pellets.

The subject of the study is the regularities of the influence of the system of automated accounting and control of geometric parameters on the durability of firing trolleys.

The following methods were used in the course of the study: system analysis, an experiment using the Arduino Uno training platform based on the AtMega328P microcontroller.

The first section analyzes the subject area of pelletizing technology. A general description of the technological process is given. An overview of the key technological sections, their purpose and a list of their equipment is given. The relationship between the sections is indicated. The influence of various factors on the operation of the firing machine is investigated.

The second section discusses the design of the roasting trolley as the main component of the roasting machine to ensure the required quality of the pellets. The reasons and factors affecting the deflection of the firing trolley are considered, and the consequences observed during operation with excessive deflection. Modern monitoring methods are considered, and the necessity of developing and implementing a system for automatic

accounting and control of the geometric parameters of sintering trolleys is proved.

The third section proposes the concept of an automatic monitoring system for firing trolleys. An experiment was conducted to confirm the performance of the proposed system. The existing sensors were reviewed and the necessary components for the system were selected.

In the fourth section, the economic feasibility of implementing the proposed system for automatic accounting and control of the geometric parameters of sintering trolleys is confirmed by appropriate calculations.

Key words: roasting machine, roasting cart, iron ore pellets, cart deflection, automated monitoring system.