

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 «Модернізація процесу огрудкування сирих обкотишів у
технологічній лінії випалювальної машини Lurgi-552 з метою
покращення їх якості»**

Здобувач

Артем НІКІТІН

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 6 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 дипломної роботи полягає в необхідності вдосконалення технологічних процесів у гірничо-збагачувальній промисловості з метою економії енергоресурсів та підвищення якості продукції.

Постановка проблеми. Ідея впровадження автоматизованої системи керування параметрами роботи чашових огрудковувачів, таких як швидкість обертання та кут нахилу чаші.

Мета дослідження. Удосконалення технологічного процесу огрудкування сирих обкотишів у технологічній лінії випалювальної машини Lurgi-552 з метою покращення їх якості.

Задачі дослідження:

1) аналіз існуючої технології виготовлення залізо-рудних обкотишів в умовах ГЗК;

2) аналіз показників якості залізородних обкотишів та чинників які на них впливають;

3) дослідження та аналіз новітнього міжнародного досвіду регулювання гранулометричного складу сирих залізородних обкотишів;

4) аналіз поточних можливостей основного технологічного обладнання для огрудкування впливати на якість продукції;

5) пропозиція модернізації основного технологічного обладнання з метою впровадження можливості оперативно впливати на якість сирих обкотишів в умовах, коли на ділянку огрудкування поступає сировина з нестабільними властивостями (вологість, якість домішок і самого концентрату);

6) розробка методики підбору параметрів роботи чашових огрудковувачів в залежності від фізичних властивостей шихти, яка надходить на ділянку огрудкування;

7) розрахунок економічних показників для обґрунтування доцільності та терміну окупності запропонованої модернізації.

Об'єкт дослідження – процес огрудкування сирих обкотишів з залізородної сировини в умовах ГЗК.

Предмет дослідження – закономірності впливу таких параметрів роботи чашового огрудковувача як швидкість обертання та кут нахилу чаші на гранулометричний склад сирих залізородних обкотишів.

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

– виявлено основні чинники, що впливають на гранулометричний склад сирих обкотишів;

– досліджений та проаналізований міжнародний досвід регулювання гранулометричного складу сирих залізородних обкотишів;

– проведений аналіз можливостей поточної технології виробництва сирих обкотишів в умовах ГЗК оперативно впливати на гранулометричний склад обкотишів, коли на ділянку огрудкування поступає сировина з нестабільними властивостями;

– обґрунтована необхідність модернізації основного технологічного обладнання ділянки огрудкування, розроблена концепція такої модернізації та підібране обладнання для виконання модернізації чашових огрудковувачів;

– підібрана методика експериментальних досліджень для підбору оптимальні параметрів роботи чашового огрудковувача в залежності від вологості шихти;

– проведено економічне обґрунтування модернізації, що включає аналіз капітальних витрат, потенційного зниження витрат на енергоресурси, та розрахунок основних економічних показників проекту.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 53 сторінок, робота містить 24 рисунки, 5 таблиць. Список використаних джерел складається з 14 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У дипломній роботі було вирішено зосередитися на аналізі сучасних технологій виробництва залізородних обкотишів.

Як відомо, якість обпалених обкотишів визначається насамперед якістю шару сирих обкотишів на випалювальній машині. Час перебігу фізико-хімічних процесів при термічній обробці обкотишів (а значить і механічні властивості) залежить від їх розміру. Шар, сформований з однорідних по гранулометричному складу обкотишів, має досить високу порізність, що забезпечує ефективну термічну обробку обкотишів і отримання високих показників якості готового продукту. Тобто, з погляду подальшої обробки сирих обкотишів, надзвичайно важливим є їх гранулометричний склад.

Під час дослідження було виявлено, що одним із напрямків регулювання гранулометричного складу сирих обкотишів є вдосконалення управління процесом огрудкування, що полягає в оперативному формуванні раціональних режимів функціонування чашового огрудковувача. Серед основних режимів роботи чашового огрудковувача, що впливають на гранулометричний склад отриманих сирих обкотишів було виділено швидкість обертання чаші та кут нахилу чаші.

В результаті аналізу існуючої технології було виявлено, що сьогодні на ГЗК немає можливості оперативно впливати на якість сирих обкотишів в умовах, коли на ділянку огрудкування поступає

сировина з нестабільними властивостями (вологість, якість домішок і самого концентрату).

Для вирішення цієї проблеми в кваліфікаційній роботі запропоновано виконати модернізацію чашового огрудковувача з встановленням автоматизованих систем зміни кута нахилу та регулювання частоти обертання чаші. Розроблено алгоритм регулювання параметрів роботи чашових огрудковувачів для впровадження запропонованих систем керування.

Запропонована система має можливість в on-line режимі змінювати швидкість обертання чашового огрудковувача в залежності від наявного кута нахилу огрудковувача та вологості шихти, яка поступає в кожен на огрудковувач. Якщо зміни швидкості обертання для отримання заданого гранулометричного складу обкотишів недостатньо – система керування дає команду на зміну кута нахилу чаші огрудковувача в ту чи іншу сторону в залежності від поточного гранулометричного складу, який вимірюється постійно за допомогою системи вимірювання на основі машинного зору.

Також, для контролю вологості шихти, яка поступає на ділянку огрудкування (від цього параметру залежать режими роботи чашового огрудковувача), запропоновано встановити вимірювачі вологи на вагодозаторах перед завантаженням огрудковувачів.

Для підвищення якості контролю сирих обкотишів запропоновано автоматизовану систему контролю гранулометричного складу сирих обкотишів на основі машинного зору.

В результаті виконання роботи було обрано методику експериментальних досліджень для підбору оптимальні параметрів роботи чашового огрудковувача в залежності від вологості шихти. Обґрунтовано, що найбільш доцільно обрати статистичний метод дослідження. Також відмічено, що для забезпечення ефективності процесу огрудкування важливо проводити індивідуальні дослідження властивостей конкретної залізо-рудної сировини.

Для обробки результатів дослідження було використано метод нечіткої логіки (Fuzzy Logic). Це математичний підхід до моделювання та обробки інформації, що базується на принципах нечітких множин. Він дозволяє працювати з неповною, неточною або невизначеною інформацією, що особливо корисно для складних і нелінійних систем, де традиційні методи аналізу можуть бути малоефективними.

Обробку результатів експерименту проведено за допомогою програмного продукту MATLAB. Операції з нечіткою логікою у пакеті MATLAB дозволяє виконувати модуль Fuzzy Logic Toolbox. Він дозволяє створювати системи нечіткого логічного виведення і нечіткої класифікації в рамках середовища MATLAB.

За допомогою модуля Simulink було побудовано графічне зображення побудованої математичної моделі системи управління

параметрами роботи чашового огрудковувача. З цієї побудови видно, що система керування має два вхідних параметри (вологість шихти та кут нахилу чаші огрудковувача) та один вихідний параметр (швидкість обертання чаші). Контролер використовує управляючі правила, які були сформовані методами нечіткої логіки (Fuzzy Logic) за допомогою програмного продукту MATLAB.

Для підтвердження економічної ефективності впровадження запропонованої модернізації процесу огрудкування сирих обкотишів в рамках виконання кваліфікаційної роботи проведено економічне обґрунтування модернізації, що включає аналіз капітальних витрат, потенційного зниження витрат на енергоресурси, та розрахунок основних економічних показників проекту, який показав, що індекс прибутковості (IP) проекту складає 1,51, а розрахунковий період окупності складає 1,98 роки.

ВИСНОВКИ

Загальним висновком є те, що було проведено всебічний аналіз та розглянуто ключові аспекти, що стосуються вдосконалення обладнання для огрудкування залізо-рудної сировини. Детальний огляд сучасних технологій виявив важливість стабільності гранулометричного складу залізо-рудних обкотишів для ефективності металургійного виробництва.

Розроблений алгоритм регулювання параметрів роботи чашового огрудковувача та проведене експериментальне дослідження з обробкою результатів цього дослідження дозволили отримати методику підбору оптимальних параметрів налаштування чашового огрудковувача для отримання в умовах, коли на ділянку огрудкування поступає сировина з нестабільними фізичними властивостями.

Результати статистичного аналізу підтвердили ефективність використання методів нечіткої логіки для оптимізації процесів формування обкотишів.

Важливим аспектом роботи стало також економічне обґрунтування модернізації, яке демонструє потенційний економічний ефект у розмірі 17213,6 тис. грн. на рік, що вказує на важливість таких інвестицій для довгострокового успіху та сталого розвитку.

Результати роботи сприяють підвищенню якості залізородних обкотишів за рахунок оптимізації параметрів огрудкування та впровадження автоматизованих систем керування. Запропоновані заходи забезпечують збільшення економічної ефективності виробництва та зниження собівартості продукції.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Нікітін А.А., Бундза О.З., Голотюк М.В. Модернізація процесу огрудкування сирих обкотишів у технологічній лінії випалювальної машини LURGI-552 з метою покращення їх якості. *Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти* : тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції MININGMETALTECH 2024, м. Запоріжжя, 28–29 листопада 2024 року.

АНОТАЦІЯ

Нікітін Артем Анатолійович. Модернізація процесу огрудкування сирих обкотишів у технологічній лінії випалювальної машини Lurgi-552 з метою покращення їх якості. - 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 дослідження є процес огрудкування сирих обкотишів з залізорудної сировини в умовах ГЗК.

Предметом дослідження є закономірності впливу таких параметрів роботи чашового огрудковувача як швидкість обертання та кут нахилу чаші на гранулометричний склад сирих залізорудних обкотишів.

Основною метою дослідження є впровадження автоматизованих систем керування параметрами чашового огрудковувача, що дозволяє забезпечити стабільний гранулометричний склад сирих окатишів, підвищуючи їх механічну міцність та відповідність металургійним стандартам.

У першому розділі проведено детальний аналіз предметної області, зокрема розглянуто технологічні аспекти виробництва окатишів в умовах ГЗК.

У другому розділі визначені чинники, які впливають на якість і однорідність гранулометричного складу, а також сучасні методи контролю та регулювання технологічних параметрів огрудковувачів. Значну увагу приділено міжнародному досвіду та інноваційним технологіям у сфері автоматизованого управління процесом огрудкування, включаючи застосування датчиків вологості, механізмів регулювання нахилу та швидкості обертання чашових огрудковувачів.

У третьому розділі наведено методику експериментальних досліджень, наведено опис засобів та принципів обробки результатів експерименту.

У четвертому розділі відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої модернізації чашових огрудковувачів.

Ключові слова: чашовий огрудковувач, обкотиш, гранулометричний склад, шихта, волога, швидкість обертання, кут нахилу

ABSTRACTS

Artem Nikitin. Modernization of the process of pelletizing raw pellets in the technological line of the Lurgi-552 roasting machine in order to improve their quality. - Qualification work on the rights of the manuscript.

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

The object of research is the process of pelletizing raw pellets from iron ore raw materials in the conditions of the Mining and Processing Plant.

The subject of the study is the regularities of the influence of such parameters of the bowl pelletizer as the rotation speed and the angle of inclination of the bowl on the particle size distribution of raw iron ore pellets.

The main goal of the study is to introduce automated control systems for the parameters of the pelletizing bowl, which allows for a stable particle size distribution of raw pellets, increasing their mechanical strength and compliance with metallurgical standards.

The first section provides a detailed analysis of the subject area, including the technological aspects of pellet production at the Mining and Processing Plant.

The second section identifies the factors that affect the quality and uniformity of the particle size distribution, as well as modern methods of controlling and regulating the technological parameters of pelletizing machines. Considerable attention is paid to international experience and innovative technologies in the field of automated control of the pelletizing process, including the use of moisture sensors, mechanisms for adjusting the inclination and rotation speed of bowl pelletizers.

The third section describes the methodology of experimental research, the means and principles of processing the results of the experiment.

Section 4 confirms the economic feasibility of implementing the proposed modernization of the bowl pellet mill by means of relevant calculations.

Keywords: bowl pelletizer, pelletizing, granulometric composition, charge, moisture, rotation speed, angle of inclination