

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
«Інтелектуальні системи управління та робототехнічні комплекси в
гірничо-металургійному виробництві»
за спеціальністю 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка

**на тему «Модернізація АСУ лінією приготування маси для пресу
з виробництва вогнетривів в умовах цеху магнезійних
виробів заводу з виробництва вогнетривких виробів»**

Здобувач

Віктор ДОЦЕНКО

Кам'янське 2025

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

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

Керівник:

Разживін Олексій Валерійович,
к.т.н., доцент кафедри
автоматизації, електро- та
робототехнічних систем

Захист відбудеться 20 січня 2025 р. о 14:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YWU2ZTZjMzUtNTAyZi00ZGRiLTk3NzEtY2ViNDc2MTMyNGE2%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» 12 лютого 2025 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. У сучасному промисловому виробництві автоматизація відіграє ключову роль у забезпеченні продуктивності, якості продукції та зниженні витрат. Наявна система управління технологічною лінією приготування маси пресу має суттєві недоліки, що знижують ефективність роботи та якість продукції. Модернізація системи автоматизації є необхідною для підвищення точності дозування, стабільності виробничого процесу та зниження експлуатаційних витрат.

Постановка проблематики. Поточна система управління лінією приготування маси характеризується низьким рівнем автоматизації, відсутністю контролю більшості виконавчих механізмів, що призводить до значних затримок і можливих аварійних ситуацій. Недостатня гнучкість у налаштуванні параметрів та застаріле обладнання не дозволяють оптимізувати процеси виробництва.

Мета дослідження. Модернізація автоматизованої системи управління технологічним процесом приготування маси для пресу вогнетривів, що підвищить точність дозування, стабільність роботи обладнання та ефективність виробництва.

Задачі дослідження:

- аналіз існуючого технологічного процесу та систему управління лінії приготування маси для пресу вогнетривів;
- аналітичний огляд прикладів подібних рішень в промисловості визначеної проблематики;
- постановка основних задач керування, обґрунтування актуальності рішень та концепція роботи модернізованої АСКТП;
- розробка функціональної схеми автоматизованої системи управління лінії приготування маси для пресу вогнетривів;
- дослідження математичної моделі, на основі можливої варіації основних технологічних параметрів;
- обґрунтування та вибір технічних засобів автоматизації;
- розробка програмного забезпечення для керування процесом дозування та змішування;
- оцінка економічної ефективності при впровадженні модернізованої системи управління на основі аналізу виробничих показників.

Об'єкт дослідження – технологічна лінія приготування маси для пресу з виробництва вогнетривів.

Предмет дослідження – методи та засоби автоматизації процесу дозування, змішування та транспортування сировини.

Результати та обґрунтування інноваційності. Запропонована система автоматизації дозволяє значно підвищити якість продукції за рахунок використання сучасних апаратних рішень та алгоритмів регулювання. Використання системи візуалізації на базі сенсорної

панелі забезпечує зручність керування та моніторингу процесу. Проект модернізації дозволяє зменшити витрати електроенергії та людських ресурсів, підвищити стабільність роботи обладнання та знизити ризики аварійних ситуацій.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 3 додатків. Загальний обсяг роботи становить 66 сторінок, робота містить 28 рисунків, 13 таблиць. Список використаних джерел складається з 24 найменувань.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Проаналізовано існуючі системи автоматизації процесу дозування та змішування сировини, виявлено їхні недоліки, що негативно впливають на якість продукції.

Проведений аналіз функціонування технологічного об'єкту автоматизації показав, що основними вхідними параметрами лінії є маса сировини у дозаторах, об'єм рідини, що в'яже, завдання для набору компонентів, положення засувки та стан ланцюгів безпеки. Вихідними ж параметрами є швидкості набору шнеками, віброживильниками, швидкість набору барди, завдання керування шиберами, сигнали деблокування пристроїв безпеки, та час закінчення набору компонентів. При цьому на технологічний процес діють такі дії, що обурюють, як грудкування сировини, зміна вологості сировини, неоднорідність сировини, засмічення трубопроводів, електромагнітні перешкоди, фізичні впливи на ваги та інше.

На основі аналізу проведено обґрунтування вибору сучасних технічних засобів, таких як тензометричні датчики, частотні перетворювачі та програмований логічний контролер, що дозволяють забезпечити високу точність дозування і стабільність роботи обладнання.

При розробці автоматизованої системи управління для процесу дозування порошкоподібних компонентів запропоновано три основні підсистеми: підсистема нижнього рівня, яка здійснює збір інформації з датчиків та реалізує впливи, що керують, інформаційну підсистему, та підсистему управління. Головним завданням функціонування АСУ є забезпечення точності дозування, що потребує постійного контролю параметрів та їх коригування.

Розроблена структура системи управління складається з:

- підсистеми нижнього рівня, яка реалізована на базі ПЛК, покладені основні функції керування технологічним об'єктом такі як опитування датчиків, фільтрація сигналів та їх масштабування, контроль технологічних параметрів та їх регулювання, дотримання алгоритми керування технологічним об'єктом, формування впливів,

що керують, а також відстеження помилок в роботі лінії та сигналізація про них оператору;

- підсистеми управління, що реалізована на базі панелі оператора, основною своєю функцією має задання технологічних параметрів, параметрів рецептів, та контроль за технологічним процесом з боку оператора;

- інформаційної підсистеми, яка реалізована за допомогою панелі оператора, реалізовує функції візуалізації технологічного процесу, відображення технологічних параметрів та сигналів аварій, а також функції зв'язку з рівнем контролера, ведення журналів роботи лінії, збирання статистичних даних та передачі цих даних до бази даних системи верхнього рівня.

Взаємодія підсистем АСУ реалізується алгоритмом керування, який враховує технологічні особливості процесу, забезпечують автоматичний контроль параметрів, мінімізують втручання оператора та підвищують безпеку експлуатації. Запропонована система управління дозволяє автоматизувати контроль витрат сировини, та аналіз виробничих даних. Розробка програмного забезпечення охоплює створення алгоритмів для дозування, змішування та транспортування сировини. Логіка керування реалізується через ПЛК, а візуалізації процесів та налаштування параметрів відбувається через сенсорну панель. Передбачено функцію збору та аналізу статистичних даних, що дозволяє оцінювати ефективність роботи системи та вчасно виявляти можливі відхилення.

Вибір та інтеграція технічних засобів для контролю технологічних параметрів реалізована відповідним датчиками, а для реалізації керування – виконавчим механізми. Додатково впроваджуються засоби безпеки, які мінімізують ризики аварійних ситуацій.

Виконано моделювання роботи запропонованої системи, яке показало зниження відхилень при дозуванні, скорочення часу підготовки суміші та підвищення ефективності роботи виробничої лінії. За результатами математичного моделювання роботи проведено аналіз перехідних характеристик по витраті та продуктивності лінії приготування маси для пресу з виробництва вогнетривів. Аналіз графіків перехідного процесу показав підвищення точності дозування на 5%, а також швидкості подачі компонентів. Покращення даних технологічних показників дозволяє пришвидшити налаштування параметрів рецептури, що безпосередньо впливає на якість виготовленого виробу.

Проведена оцінка економічної ефективності впровадження нової системи автоматичного управління лінії приготування маси для пресу вогнетривів з метою виявлення економічної доцільності впровадження, в порівнянні з існуючими рішеннями дає змогу визначити переваги нової системи. Проведений аналіз показав

підвищення ефективності виробництва, зменшення витрати сировини на 7%, скорочення простою обладнання на 3% та покращення якості кінцевого продукту на 12%.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було розглянуто лінію приготування маси для пресу з виробництва вогнетривів. Проаналізовано функціонування існуючої система автоматизації, виявлені її основні недоліки та запропоновані шляхи їх виправлення, проаналізовані представлені в літературі підходи з проектування подібних систем.

При модернізації системи управління проведена розробка функціональної схеми модернізованої АСУ. Проведено вибір сучасних технічних засобі автоматизації: датчиків, виконавчих механізмів та електрообладнання для роботи лінії.

Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення окремих задач системи. На основі експериментальних даних було досліджено роботу системи дозування, зняті криві розгону на обладнанні, аналогічному до системи дозування, що проектується. На основі цих даних була побудована модель системи, розраховані параметри регуляторів та проведена симуляція процесу дозування в пакеті Simulink. В пакеті TIA portal розроблено проект системи автоматизації відповідно алгоритму роботи лінії, налаштовані ПІД регулятори. Проведена розробка основних елементів людино-машинного інтерфейсу, що дозволяють оператору зручно керувати лінією та отримувати всю необхідну інформацію про стан механізмів та технологічний процес.

Проаналізована вартість модернізації лінії приготування маси, розрахована вартість комплектуючих та робіт необхідних для запровадження системи. Проведена оцінка економічної ефективності впровадження нової системи автоматичного управління лінії приготування маси для пресу вогнетривів з метою виявлення економічної доцільності впровадження, в порівнянні з існуючими рішеннями дає змогу визначити переваги нової системи. Результат оцінки показав підвищення ефективності виробництва, зменшення витрати сировини, скорочення простої обладнання та покращення якості кінцевого продукту.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Доценко В.В. Огляд модернізації лінії приготування маси для пресу вогнетривких виробів. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення,

перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2024. – с. 48-49. – [Укр. мова.] URL: <https://conference.ikto.net/public/archive/2024.html>

АНОТАЦІЯ

Доценко Віктор Володимирович. Модернізація АСУ лінією приготування маси для пресу з виробництва вогнетривів в умовах цеху магнезійних виробів заводу з виробництва вогнетривких виробів. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». ОПП «Інтелектуальні системи управління та робототехнічні комплекси в гірничо-металургійному виробництві» - ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кам'янське, 2025.

Об'єктом дослідження є система автоматичного управління лінією приготування маси для пресу з виробництва вогнетривів.

Предметом дослідження є автоматизація лінії до рівня, що вимагається сучасними умовами виробництва.

В першому розділі проаналізована предметна область автоматичної системи приготування маси. Надана загальна характеристика технологічного процесу та наявної системи автоматизації. Виявлені основні недоліки наявної системи автоматизації, проведено огляд літературних джерел з обраної тематики. Як результат – визначена необхідність модернізації наявної системи, та сформована основна частина задач, які планується вирішити в рамках кваліфікаційної роботи.

В другому розділі була розглянута лінія приготування маси як об'єкт управління, була розроблена структурна схема АСУ ТП, підбрані засоби контролю за технологічними параметрами та виконавчі механізми регулювання.

В третьому розділі була розроблена структура системи автоматизації, обрані та обґрунтовані технічні засоби, спроектована лінія приготування маси для пресу, розроблене математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення.

В четвертому розділі були розглянуті економічні питання модернізації лінії, розрахована вартість впровадження системи, вартість експлуатації системи в поточному стані, вартість виконання задач, що покладаються на лінію приготування маси на інші лінії приготування маси, що розташовані в цеху та оцінений очікуваний економічний ефект впровадження модернізації.

Ключові слова: автоматизація, дозування, змішування, PID-регулятор, вогнетриви, модернізація

ABSTRACT

Dotsenko Viktor. Automation of the mass preparation process for a refractory brick press. - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for the degree of master in specialty 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics". Educational Programme «Intelligent control systems and robotics in the metals and mining sector» - LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNIC", Kamianske, 2025.

Modernization of the ACS for the mass preparation line for the refractory brick press in the conditions of the Magnesial Products Shop of a refractory products manufacturing plant.

The study investigates the automatic control system of the mass preparation line for a refractory brick press.

The subject of the research is the automation of the line to the level required by modern production conditions.

The first chapter analyzes the subject area of the automatic mass preparation system. A general description of the technological process and the existing automation system is provided. The main shortcomings of the current automation system are identified, and a review of literary sources on the chosen topic is conducted. As a result, the necessity of modernizing the existing system was determined, and the main tasks planned for the qualification work were formulated.

The second chapter examines the mass preparation line as a control object, develops the structural scheme of the system, and selects means for monitoring technological parameters and executive mechanisms for regulation.

In the third chapter, the automation system structure is developed, technical means are selected and justified, the mass preparation line for the press is designed, and mathematical, algorithmic, and software solutions are developed.

The fourth chapter considers the economic aspects of modernizing the line, calculates the cost of implementing the system, the cost of its operation in the current state, the cost of performing tasks assigned to the mass preparation line on other similar lines in the shop, and evaluates the expected economic effect of modernization.

Keywords: automation, dosing, mixing, PID-regulator, refractories, modernization