

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 «Розробка системи керування обладнанням
технологічного процесу зневоднення концентрату РЗФ»**

Здобувач

Костянтин ЯРОВИЙ

Кривий Ріг 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

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

Керівник:

Налобіна Олена Олександрівна,
професор, доктор техн. наук

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» 29 листопада 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи.

Процес зневоднення залізорудного концентрату виконується найчастіше на дискових вакуум-фільтрах, а їхня продуктивність розраховується одночасно на групу фільтрів. Така методика розрахунку продуктивності призводить до того, що практично не можливо об'єктивно оцінити продуктивність окремо взятого фільтра і перевірити його налаштування. Для оператора, який керує процесом зневоднення концентрату в режимі реального часу, виникають труднощі у виконанні даного процесу.

Враховуючи вище зазначене, розробка системи керування обладнанням технологічного процесу зневоднення концентрату є актуальною задачею.

Постановка проблеми. Заключні операції в схемах переробки корисних копалин призначені, як правило, для зниження їхньої вологості до кондиційної, а також для регенерації оборотних вод збагачувальної фабрики. Основні технологічні процеси – згущення пульпи, зневоднення і сушка продуктів збагачення.

Вибір методу зневоднення залежить від характеристики матеріалу, що зневоднюється (початкової вологості, ґранулометричного і мінералогічного складів) та вимог до кінцевої вологості. Процес зневоднення залізорудного концентрату характеризується високими витратами енергоресурсів, а також низькою продуктивністю.

Мета дослідження. Проведення системного дослідження, спрямованого на обґрунтування доцільності використання системи керуванням обладнанням у технологічному процесі зневоднення концентрату шляхом розробки мехатронної системи для автоматизації процесу.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз чинних наукових досліджень за темою кваліфікаційної роботи;
- проаналізувати сучасні методи та можливості зневоднення концентрату;
- провести теоретичні дослідження з метою встановлення можливостей використання систем керування;
- змодельовати процес управління обладнанням;
- виконати економічне обґрунтування проєкту.

Об'єкт дослідження – процес зневоднення концентрату.

Предмет дослідження – конструкції вакуум-фільтрів та їх характеристики.

Результати та обґрунтування їх інноваційності:

- обґрунтовано модель управління системи керування вакуум-фільтром;

- запропоновано використання ПІД-регулятора для системи керування вакуум-фільтром;
- на основі системного аналізу сформовано перелік основних вимог до системи керування вакуум-фільтром;
- виконано дослідження напрямків систем керування і вибір оптимальної моделі.

Це дозволить скоротити ручну працю, зменшити час простоїв, підвищити виробничі показники.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 53 сторінки, робота містить 18 рисунків, 10 таблиць. Список використаних джерел складається з 31 джерела.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Проаналізовано чинні дослідження процесу зневоднення, технологічні та якісні параметри даного процесу та обладнання, яке при цьому використовується.

Проаналізовано конструкцію вакуум-фільтру ДОО 160-3,2. Виявлено недоліки конструкції:

- керування вакуум-фільтром вимагає постійного втручання двох працівників: один керує приводом з пульту керування, інший який знаходиться безпосередньо на пульпо розподілювачі та виконує відкриття та закриття засувок;
- визначення та налаштування обсягів подачі пульпи у ванну виконується вручну та переважно ґрунтуються на основі досвіду;
- неможливо виконувати керування процесом більше одного вакуум-фільтру не збільшуючи чисельність персоналу.

Запропоновано концептуальну модель системи керування процесом зневоднення на вакуум-фільтрі, з використанням мехатронного комплексу що складається з:

- виконавчого механізму, який встановлений на пульпопроводі та буде регулювати обсяг пульпи, що подається;
- датчика рівня пульпи у ванні, який буде передавати сигнал;
- керуючою програми, що забезпечить взаємодію приводів та контроль процесу зневоднення;
- керуючого пристрою, що забезпечить керування приводами, відповідно до керуючої програми.

Досліджено процес зневоднення на вакуум-фільтрі та розроблено автоматизовану систему керування.

Автоматизована система керування (АСК) процесом зневоднення з індивідуальним регулюванням технологічних параметрів кожного дискового вакуум-фільтра складається з трьох рівнів: верхнього (операторський), середнього (рівня управління), нижнього (польового рівня).

Нижній рівень АСК представлений датчиками і виконавчими механізмами (ВМ).

На середньому рівні знаходиться програмований логічний контролер (ПЛК).

Верхній рівень АСК містить у собі автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора.

На середньому рівні АСК виконуються такі функції:

- збір даних від датчиків;
- формування керуючих впливів;
- обмін даними з верхнім рівнем АСК;
- реалізація багатопараметричного екстремального регулятора;
- видача обчислених керувальних впливів на виконавчі механізми.

На верхньому рівні АСК виконуються такі функції:

- обмін даними із середнім рівнем АСК;
- візуалізація технологічного процесу зневоднення залізородного концентрату;
- дистанційне керування обладнанням (пуск і зупинка);
- введення завдань для локальних контурів регулювання;
- архівування даних про роботу обладнання та про протікання процесу зневоднення в цілому;
- зберігання та відображення архівних даних;
- виведення на екран поточних значень параметрів технологічного процесу;
- видачу аварійних повідомлень;
- виведення історії зміни технологічних параметрів у вигляді трендів;
- перемикання між ручним і автоматичним режимом роботи системи управління;
- розрахунок у МКІ поточних значень вологості осаду і продуктивності дискового вакуум-фільтра;
- розрахунок у ГБУЕР керуючих параметрів для екстремального регулятора.

АРМ оператора, що знаходиться на верхньому рівні АСУ, включає в себе: SCADA-систему, а також модуль непрямого вимірювання і гібридний інтелектуальний блок управління екстремального регулятора, реалізовані мовою програмування C++.

Використання розробленої системи керування процесом зневоднення залізородного концентрату з індивідуальним регулюванням технологічних параметрів кожного дискового вакуум-фільтра дає змогу підвищити продуктивність виконання процесу, зменшити питомі витрати ресурсів, необхідних для його протікання, таких як електроенергія, стиснене повітря, технічна вода, а також

зменшення часу вимірювання вологості вихідного продукту; зменшити навантаження на оператора.

Виконано економічне обґрунтування наукової розробки з метою встановлення доцільності запровадження автоматизованої системи керування технологічним процесом зневоднення концентрату. Встановлено, що економічна ефективність запровадження проєкту становить 33%. Строк окупності 3,03 роки.

ВИСНОВКИ

В даній роботі була розглянута теоретична можливість розробки автоматизованої системи керування обладнанням технологічного процесу зневоднення концентрату збагачувальних фабрик, проаналізована література, видання, статті схожі по тематиці.

Хотілось би відмітити що переважна кількість робіт знаходяться на стадії теоретичного дослідження та майже не мають фактичного (практичного) застосування.

Основні результати, отримані в роботі:

1. Обґрунтовано модель управління процесом зневоднення із прийнятим основним критерієм - регулювання густини пульпи в ванні фільтра і положення засувки на трубопроводі подачі розрідження в зону набору осаду.

2. Запропоновано використання ПІ-регулятора для системи управління;

3. На основі системного аналізу сформовано перелік основних вимог до автоматизованої системи керування;

4. Виконано дослідження та запропоновано для зменшення кількості перемикачів завдань густини пульпи і положення засувки, що знаходиться на трубопроводі подачі розрідження в зону набору осаду з метою збільшення ресурсу роботи засувок та їхніх приводів пропонується використовувати гібридний інтелектуальний блок управління екстремальним регулятором (ГБУЕР), який відключатиме його на певні періоди часу.

5. Виконано розрахунки вартості науково-дослідної роботи (НДР), спрямованої на доведення доцільності використання дронів на кар'єрах і наступного запровадження обраної конструкції та встановлено економічну ефективність проєкту - 33%, термін його окупності - 3,03 роки.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Яровий К.В. , «Концепція процесу керування зневодженням залізородного концентрату» Мат. Міжнародної науково-технічної

конференції «MININGMETALTECH 2024 – Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти». м. Запоріжжя, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». 28-29 листопада 2024р.

АНОТАЦІЯ

Яровий Костянтин Віталійович. Розробка системи керування обладнанням технологічного процесу зневоднення концентрату РЗФ. – 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 зневоднення концентрату.

Предметом дослідження є конструкції вакуум-фільтрів та їх характеристики.

У першому розділі проаналізована предметна область процесу зневоднення концентрату. 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 робототехнічного комплексу, виконано проектний розрахунок запропонованої системи, виконано потрібні розрахунки та побудовано моделі та алгоритми, які включено до складу робото технічного комплексу, розраховано продуктивність виконання робіт та обґрунтовано математичну модель оцінки енерговитрат.

У третьому розділі наведено методику виробничих випробувань, наведено опис використаних приладів і апаратури.

У четвертому розділі відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої зміни в організації процесу виготовлення деталей.

Ключові слова: вакуум-фільтр, зневоднення, залізородний концентрат, мехатронна система, автоматизація.

ABSTRACT

Yarovyi Konstantin Vitalievich. Development of the control system for the equipment of the technological process of dewatering of the REM concentrate.- Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in speciality 133 'Industrial Engineering'. Specialised subject 'Computer-aided design of mechatronic systems' - METINVEST POLYTECHNICA TECHNICAL UNIVERSITY LLC, Kryvyi Rih, 2024.

The object of study is the process of concentrate dehydration.

The subject of the study is the design of vacuum filters and their characteristics.

The first section analyzes the subject area of the concentrate dewatering process. A general description of the technological process and the existing automation system is given. An analysis of solutions at similar facilities is presented. As a result, the need to modernize the existing system is identified and the unresolved part of the problem is formulated, which is planned to be investigated and solved within the framework of the qualification work.

The second section analyzes the technological process as an object of automation, justifies the choice of all technical components of the robotic system, performs a design calculation of the proposed system, performs the necessary calculations and builds models and algorithms that are included in the robotic system, calculates the performance of work and justifies a mathematical model for estimating energy consumption.

The third section describes the methodology of production tests and the description of the instruments and equipment used.

In the fourth section, the economic feasibility of implementing the proposed change in the organization of the manufacturing process of parts is confirmed by appropriate calculations.

Keywords: vacuum filter, dehydration, iron ore concentrate, mechatronic system, automation.