

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
в гірничо-металургійному виробництві»
за спеціальністю 151 Автоматизація
і комп'ютерно-інтегровані технології

**на тему «Автоматизована система управління та сигналізації
технологічних параметрів деаераторів ТЕЦ»**

Здобувач



Марко ВІНКОВСЬКИЙ

Кам'янське 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

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

Керівник:



Койфман Олексій Олександрович,
к.т.н., доцент, завідувач кафедри

Захист відбудеться 23 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії

(https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_ZDliOWZhMzUtMzE0My00NzVkLTkyOWltNmE3OTM4ZmQwNWNm%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» 19 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Автоматичне підтримання рівня рідини у резервуарах є ключовою технологічною операцією в різних промислових галузях, зокрема, для забезпечення потреб у підготовці підживлювальної води, що використовується в теплових електростанціях металургійних комбінатів. Точне і надійне регулювання рівня є критично важливим для забезпечення безперервного виробництва та уникнення небезпечних ситуацій, таких як перелив рідини або недостатній рівень для живлення котлів – парогенераторів.

Постановка проблеми. Вдосконалення системи управління та моніторингу деаераторів має велике значення для ефективності енергетичних процесів. В процесі проведення детального аналізу наявної системи, ідентифіковані її поточні недоліки. Існуюча система складається з морально застарілого обладнання, яке не відповідає загальним сучасним вимогам в цілому, та вимогам стандарту АСУТП Метінвесту, зокрема, а також відсутня можливість передачі інформації в мережу підприємства.

Мета дослідження. Основною метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка автоматизованої системи управління та сигналізації технологічних параметрів деаераторів теплової електростанції, яка входить до складу ПАТ «Запоріжсталь» у місті Запоріжжя.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз предметної області згідно з темою кваліфікаційної роботи;
- зробити постановку задачі автоматизації;
- обґрунтувати розроблену структуру системи;
- зробити опис засобів вимірювання рівня;
- дослідити регулятори рівня;
- розробити схему автоматизації, а також схему сигналізації;
- виконати економічне обґрунтування проєкту.

Об'єкт дослідження – система деаерації підживлювальної води в теплоелектроцентралі.

Предмет дослідження – автоматизована система управління та сигналізації технологічних параметрів деаераторів.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності.

В кваліфікаційній магістерській роботі було проведено аналіз різних методів вимірювання рівня і зроблено вибір поплавкового датчика з можливістю передачі даних за допомогою універсального струмового сигналу 4..20 мА. Також були виконані досліди різних методів регулювання рівня в ємності з подальшим вибором ПІ

регулятора. На основі цього було обрано обладнання, на базі якого і була спроектована система.

Використання сучасного обладнання дозволяє забезпечити надійність, стійкість до аварій, високу точність та можливість подальшого вдосконалення системи та програмного забезпечення. Крім того, передбачено можливість інтеграції з обчислювальним комплексом для розробки верхнього рівня системи управління. Реалізація запропонованого проєкту дасть можливість досягнення економічного ефекту через ефективне використання технологічної пари для виробництва підживлювальної води, однак, головним напрямом проєкту є забезпечення надійності системи керування деаераторами.

Управління деаераторною установкою здійснюється з посту управління, розташованого з урахуванням розширеної зони видимості. Система автоматизації має один рівень, на якому виконуються основні функції формування, регулювання та індикації технологічних параметрів, ручних втручань оператора, зберігання оптимальних налаштувань і забезпечення зручності у керуванні та обслуговуванні системи. В режимах роботи, таких як наладка, тестування і автоматична робота, система дозволяє здійснювати різні дії.

У наявному варіанті системи переваги, зазначені вище, відсутні. Організація роботи в ТЕЦ із встановленими деаераторними установками концептуалізується як комплекс заходів для впровадження нових робочих умов.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 74 сторінок, робота містить 53 рисунків, 7 таблиць. Список використаних джерел складається з 25 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

На початку роботи було розглянуто декілька статей і книг, які пов'язані із обраною темою. Важливо відзначити, що кількість відповідних наукових публікацій є обмеженою, що вказує на потребу проведення додаткових досліджень у визначеній області та розширення знань. Отримані в ході цього огляду знання дозволили проводити більш глибокий аналіз отриманих даних у подальших дослідженнях.

Далі було проведено аналіз об'єкту дослідження - деаератора, а також вивчення структури цеху, в якому знаходиться агрегат - теплоелектроцентральної (ТЕЦ) ПАТ «Запоріжсталь».

Технологічний процес ТЕЦ включає в себе перетворення енергії палива, яке піддається згорянню у котлах, в енергію пари, а потім конвертацію її в інші форми енергії, такі як електрична, теплова та стиснене повітря. Газоподібне паливо та мазут подаються до топок котлоагрегатів котельного цеху. Вироблене тепло використовується для випаровування конденсату та хімічно очищеної води, яка готується хімічним цехом для отримання пари із визначеними параметрами (тиск і температура).

Термічна деаерація води, а саме процес десорбції газу, при якому відбувається перехід розчиненого газу з рідини в пару, що знаходиться з нею в контакт, на ТЕЦ проводиться у відкритих деаераторах типу ДСА (деаератор змішувальний, атмосферний).

Визначено, що вдосконалення системи управління та моніторингу деаераторів має велике значення для ефективності енергетичних процесів. Наявна система складається з морально застарілого обладнання, яке не відповідає загальним сучасним вимогам в цілому, та вимогам стандарту АСУТП Метінвесту, зокрема. Були проведені детальні аналізи функціональності системи, ідентифіковані її поточні переваги та недоліки.

Після аналізу сучасних методів автоматизації деаераційних агрегатів та вивчення існуючої системи було визначено завдання для модернізації автоматизованої системи управління та усунення недоліків:

1. Покращення якісних показників технологічного процесу деаерації шляхом точнішого вимірювання та регулювання витрати води в прямому і оборотному циклах на вході та виході з технологічних об'єктів.

2. Зниження собівартості процесу деаерації через зменшення енерговитрат у системі подачі води за рахунок автоматизованого контролю та підтримки витрат води.

3. Підвищення безвідмовності апаратної частини системи управління шляхом заміни її розподіленою системою автоматичного управління технологічним процесом деаерації, базованою на сучасних технологіях.

4. Інтеграція модернізованої системи управління деаераційною установкою в інформаційну систему обліку параметрів технологічного процесу.

Метою створення функціональної схеми управління є поліпшення ефективності керування системою деаерації. Досягнення цієї мети передбачає своєчасне надання повної та достовірної інформації управлінському персоналу через автоматизовану систему управління для прийняття рішень. Впровадження АСУ зазвичай призводить до вдосконалення організаційних структур і методів управління, гнучкої регламентації документообігу та процедур

управління, створення нормативів і покращення організації виробництва. АСУ відрізняються за функціями і можливостями інформаційного сервісу. На основі досліджень була розроблена схема автоматизація, яка базується на використанні сучасного обладнання (рис.1).



Рисунок 1. Структурна схема запропонованої системи автоматизації

Далі було виконано кілька досліджень, які присвячені різноманітним методам налаштування та використання регуляторів рівня води. Для аналізу класичних регуляторів був використаний цифровий об'єкт, на основі якого були проведені необхідні експерименти. В результаті досліджень виявлено, що релейний регулятор забезпечує швидке досягнення уставки, але при цьому характеризується невеликою точністю. Простота цього регулятора є його перевагою, і його можна реалізувати без використання мікропроцесорної техніки.

ПІД-регулятор, налаштований за допомогою вбудованого автотюнінгу в TIA Portal, забезпечує точне регулювання, але часто змінює положення виконавчого клапану, що може викликати небажані

часті коливання. ПІ регулятор з параметрами $K_p=1$ і $t_i=12$ с має характеристику, схожу з релейним регулятором, але вона більш "м'яка" і точна. Інший ПІ регулятор, з параметрами $K_p=0,6$ і $t_i=1200$ с, забезпечує максимально стабільне підтримання заданого параметра, але має динамічну похибку в межах 1,2%.

В подальшому були проведені дослідження щодо використання нейронної мережі прямого поширення для ідентифікації об'єкта. Під час моделювання з ручним налаштуванням регуляторів у середовищі Simulink отримані результати виявились задовільними; однак, при спробі використання автоматичного налаштування коефіцієнти виявились некоректними, що свідчить про непридатність використання такого інструменту ідентифікації об'єкта.

Також було проведено дослідження використання регулятора з нечіткою логікою. Порівняно з класичним регулятором перехідний процес в системі з цим регулятором не має перерегулювання, але має більший час досягання сталого режиму. Цей тип регулятора є перспективним, але йому потрібно додаткове обладнання, що у вирішенні поставленого завдання у кваліфікаційній роботі не є доцільним.

Можна зробити висновок, що найкращим типом регулятора для вирішення даної проблематики за визначеними параметрами є ПІ регулятор з коефіцієнтами 0,6 і 1200 с відповідно. Він забезпечує точне регулювання і майже статичну поведінку системи при досягненні заданого значення рівня.

Крім того, була розглянута реалізація попереджувальної сигналізації.

Схеми технологічної сигналізації інформують обслуговуючий персонал про порушення нормального ходу технологічного процесу. Сигналізація відтворюється рівним світлом і супроводжується звуковим сигналом.

Термін окупності запропонованої системи, визначений зменшенням витрати пари на виробництво підживлювальної води, є досить значним. Однак, розрахунок економічної вигоди впровадження автоматичної системи управління (АСУ) представляє собою складне завдання через те, що визначення його ускладнене та, в певній мірі, неоднозначне, внаслідок впливу різноманітних факторів на економічну ефективність АСУ, які важко виразити у конкретних числових показниках. Ці фактори включають психологічні і соціальні аспекти роботи АСУ, що обумовлені підвищенням рівня культури виробництва та поліпшенням умов праці. Загалом система, яку запропоновано, спрямована переважно на покращення надійності та якості виробництва.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було:

1. Здійснено аналіз існуючої системи автоматизації деаераторної установки ТЕЦ металургійного комбінату. В ході якого результаті було виявлено, що існуюча система не відповідає сучасним вимогам.

2. Проведено аналіз різних методів вимірювання рівня. Основним вибором став поплавковий датчик з можливістю передачі даних за допомогою універсального струмового сигналу 4..20 мА.

3. Виконані досліди різних методів регулювання рівня в ємності, і найбільш ефективним виявився ПІ регулятор. На основі цього було обрано обладнання, на базі якого і була спроектована система.

4. Зроблено вибір сучасного обладнання дозволяє забезпечити надійність, стійкість до аварій, високу точність та можливість подальшого вдосконалення системи. Крім того, передбачено можливість інтеграції з обчислювальним комплексом для розробки верхнього рівня системи управління.

5. Розроблена схема автоматизації і технологічної сигналізації с використанням раніше обраного обладнання.

6. Виконано розрахунок економічного ефекту через ефективне використання технологічної пари на виробництво підживлювальної води, однак, головне направлення проекту спрямовано на досяганні надійності системи керування деаераторами.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Vinkovskyi M.S., Koyfman O.O. Research of Automatic Water Level Control in a Tank. 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. 20–24. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-87>

2. Koyfman O.O., Miroshnychenko V.I., Vinkovskyi M.S., Isaiev A.B. Comparison of the Methods for Determining the Parameters of Controlled Process. 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. V2. С. 31–34. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-90>

3. Вінковський, М., Койфман, О. Використання IoT в забезпеченні безпеки роботи котла КВГМ-100. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали VII Всеукр. науково-практ. конф., м. Краматорськ, 20–22 квіт. 2023 р. / ред. О. Ф. Тарасов. Краматорськ, 2023. С. 69–71.

4. Вінковський, М., Койфман, О. Використання цифрових датчиків для побудови малої системи автоматизації. Технічна творчість : Збірник наукових праць. Хмельницький: ХНУ. 2022, №5, С. 44-46.

АНОТАЦІЯ

Вінковський Марко Сергійович. Автоматизована система управління та сигналізації технологічних параметрів деаераторів ТЕЦ. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». ОПП «Інтелектуальні системи управління у гірничо-металургійному виробництві» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кам'янське, 2024.

Об'єктом дослідження є система деаерації підживлювальної води в теплоелектроцентралі.

Предметом дослідження є автоматизована система управління та сигналізації технологічних параметрів деаераторів.

У першому розділі проаналізована предметна область автоматизації деаераторних установок. 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, визначено параметри об'єкту автоматизації, визначені задачі управління атмосферним деаератором, задачі автоматичного контролю та регулювання відповідних технологічних параметрів, обґрунтована запропонована структура системи автоматизації, визначено розподіл основних задач, які вирішуються на рівнях автоматизації.

У третьому розділі проведено аналіз засобів вимірювання рівня, для проведення дослідження рівня реалізовано цифрового близнюка об'єкта (ємності), проаналізовані методи розрахування регулювання рівня; спроектовано САР.

У четвертому розділі відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої системи автоматизації.

Ключові слова: ДЕАЕРАТОР, ТЕЦ, РЕГУЛЯТОР, РІВЕНЬ, ЦИФРОВИЙ БЛИЗНЮК, КЕРУВАННЯ.

ABSTRACT

Vinokovskyi Marko. Automated control and signaling system for technological parameters of CHP deaerators. - Qualifying work on the rights of the manuscript.

Theses for a Master's degree in Automation and Computer-Integrated Technologies, the specialty 151 "Automation and Computer-Integrated Technologies", Educational Program "Intelligent Control Systems in the Metals and Mining Sector", TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Kamyanske, 2024.

The research object is the deaeration system of feed water in a thermal power plant.

The research subject is an automated control and signaling system for technological parameters of deaerators.

In the first chapter, the subject area of deaerator automation installations is analyzed. A general overview of the technological process and the existing automation system is provided. An analysis of solutions on similar objects is presented. As a result, the need for modernization of the existing system is identified, and an unresolved part of the problem is formulated, which is planned to be investigated and resolved within the framework of the qualification work.

In the second chapter, an analysis of the technological process as an object of automation is conducted. The parameters of the automation object are determined, the tasks of controlling the atmospheric deaerator, tasks of automatic control and regulation of corresponding technological parameters are defined, and the proposed structure of the automation system is justified. The distribution of the main tasks solved at the automation levels is determined.

In the third chapter, an analysis of level measurement tools is carried out. To conduct level research, a digital twin of the capacity is implemented, methods of level regulation calculation are analyzed, and a control and signaling system is designed.

In the fourth chapter, the economic feasibility of implementing the proposed automation system is confirmed by relevant calculations.

Key words: DEAERATOR, TPP, REGULATOR, LEVEL, DIGITAL TWIN, CONTROL.