

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

ННІ/факультет Навчально-науковий технологічний інститут
Кафедра Електричної інженерії та автоматизації
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
Спеціальність робототехніка
Форма навчання Денна

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

Степанюк Аліни Леонідівни

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему: Автоматизована система управління температурної підготовки і подачі
злитків в умовах Блумінгу № 2

за матеріалами

науковий керівник доцент, к.т.н. Батарєєв В.В.
(наук. ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від _____

Завідувач кафедри

(підпис)

доцент, к.п.н.

Наук. ступінь, вчене звання

Є.О. Модло

Ініціали, прізвище

Кривий Ріг – 2026

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Електричної інженерії та автоматизації

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 2026 року

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТКИ

Степанюк Аліни Леонідівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема випускної кваліфікаційної роботи Автоматизована система управління температурної підготовки і подачі злитків в умовах Блюмінгу №2

керівник випускної роботи Батарєєв Віктор Володимирович, доцент, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « _____ » 2026 року

2. Строк подання студентом випускної кваліфікаційної роботи 01.06.2026
3. Вихідні дані до випускної кваліфікаційної роботи: нагрівальні колодязі блюмінгу №2 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»; система подачі злитків із застосуванням злитковозів; температурний режим нагрівання злитків 1280–1320 °C; використання програмованого логічного контролера TSX Micro; з аналоговими та дискретними модулями введення-виведення; система диспетчерського контролю та управління SCADA Vijeo Look; передача даних через OPC-сервер; контроль температури, тиску та витрати газу і повітря сигналами 4–20 мА; фотоелектричні датчики Osiris для контролю положення злитковозів; керування регулюючими клапанами газу та повітря; автоматизований контроль і візуалізація технологічного процесу; заходи з охорони праці та пожежної безпеки.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина: дослідити технологічний процес температурної підготовки та подачі злитків на блюмінгу №2; проаналізувати існуючу систему керування; визначити недоліки та шляхи її вдосконалення.

2 Основна частина: розробити структуру автоматизованої системи управління; обґрунтувати вибір технічних засобів автоматизації; розробити структурну, функціональну та принципову схеми; розробити алгоритм роботи системи; розглянути заходи з охорони праці та пожежної безпеки; сформулювати висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

ВРБ.174.239-ст.17.Е2.1 - Схема електрична функціональна; ВРБ.174.239-ст.17.Е2.2

- Схема електрична функціональна; ВРБ.174.239-ст.17 - Блок-схема алгоритму

роботи; ВРБ.174.239-ст.17.Т1 - Технологічна схема подачі та транспортування.

6. Консультанти розділів випускної кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Батарєєв В.В.	06.04.2026	06.04.2026
Основна частина	Батарєєв В.В.	06.04.2026	06.04.2026

7. Дата видачі завдання 06.04.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів випускної роботи	Примітка
1.	Аналітична частина	20.04.2026	
2.	Основна частина	20.05.2026	
3.	Оформлення пояснювальної записки	29.05.2026	
4.	Виконання графічної частини	02.06.2026	
5.	Подання роботи до кафедри	01.06.2026	
6.	Захист роботи в ЕК	20.06.2026	

Студент

(підпис)

Степанюк А.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник випускної кваліфікаційної роботи

(підпис)

Батарєєв В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 72 с., 14 рис., 10 табл., 30 джерел використаної літератури.

Об'єкт розробки – автоматизована система управління температурною підготовкою та подачею злитків в умовах блюмінгу №2 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Мета роботи – підвищення ефективності процесу нагрівання та подачі злитків до прокатного стану шляхом автоматизації контролю температурних режимів нагрівальних колодязів, оптимізації витрат палива та кисню, а також забезпечення своєчасної подачі злитків до технологічного обладнання.

Методи дослідження та апаратура – аналіз технологічного процесу температурної підготовки злитків на блюмінгу №2; дослідження параметрів нагріву металу та роботи нагрівальних колодязів; розробка алгоритмів контролю і керування на основі сигналів термопар, датчиків витрати та фотоелектричних датчиків; вибір технічних засобів автоматизації на базі програмованого логічного контролера Schneider Electric TSX Micro, модулів вводу-виводу та SCADA-системи Vijeo Look.

Результати дослідження: розроблено структуру автоматизованої системи керування температурною підготовкою та подачею злитків, функціональну схему контролю температури нагрівальних колодязів, алгоритм роботи системи та систему диспетчерського контролю. Запропоноване рішення забезпечує безперервний контроль технологічних параметрів, підвищує точність підтримання температурних режимів, знижує вплив людського фактору на процес керування та сприяє підвищенню продуктивності блюмінгу №2.

Ключові слова: автоматизація, нагрівальні колодязі, блюмінг №2, температурна підготовка злитків, програмований логічний контролер, SCADA-система, термопара, датчики, система керування.

Зміст

Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Загальна характеристика об'єкта.....	9
1.1.1 Коротко про блюмінг №2.....	9
1.1.2 Технологічний процес.....	11
1.1.3 Нагрівальні колодязі.....	14
1.1.4 Подача злитків	15
1.2 Аналіз існуючої системи	16
1.2.1 Недоліки існуючої системи.....	16
1.2.2 Недоліки подачі злитків.....	19
1.3 Обґрунтування модернізації.....	20
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Вимоги до системи.....	23
2.2 Структура системи керування.....	28
2.2.1 Контроль параметрів.....	29
2.2.2 Контроль положення злитків.....	31
2.2.3 Рівні системи АСК (ПЛК, SCADA).....	31
2.3 Вибір обладнання.....	35
2.3.1 Вибір технологічної бази.....	35
2.3.2 Датчики, виконавчі пристрої та вибір місця їх розташування.....	36
2.3.3 Вибір датчиків (елементів першого рівня).....	38
2.3.4 Логічний контролер, що програмується.....	44
2.3.5 .Вибір контролеру ПЛК TSX Micro 3722001.....	45
2.3.6 Підключення обладнання та організація обміну сигналами.....	50
2.4 Алгоритм роботи системи.....	53
2.4.1 Алгоритм роботи системи контролю та керування.....	53

2.5 Програмне забезпечення.....	56
2.5.1 Загальна структура.....	56
2.5.2 Обмін даними (OPC).....	60
2.5.3 SCADA і візуалізація.....	64
2.6 Заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.....	67
2.6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів.....	67
2.6.2 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.....	68
2.6.3 Засоби індивідуального захисту.....	69
2.6.4 Пожежна безпека.....	69
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71

Вступ

Нинішній етап розвитку автоматизації виробництва характеризується появою та широким впровадженням принципово нових технічних засобів, а також створенням мереж на основі мікроелектроніки. Впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ) набуває все більшого значення в умовах зростаючих вимог до обчислювальної потужності, обробки даних та передачі інформації.

Для підвищення ефективності управління нагрівальними печами та подачею блоків виливків у Блюмінгу № 2 підприємства «ArcelorMittal Кривий Ріг» необхідно застосовувати сучасні методи управління та новітні технічні засоби для створення інформаційних систем. Насамперед необхідна ґрунтовна модернізація технічної та інформаційної інфраструктури на основі впровадження новітніх інформаційних технологій, що передбачають використання комп'ютерного обладнання та розподіленої обробки даних, а також інтеграцію автоматизованих систем управління з автоматизованими робочими місцями персоналу цеху.

Вибір технічних засобів для управління установками та агрегатами відбувся з урахуванням сучасного стану розвитку техніки автоматизації. Наразі це мікроконтролери, які характеризуються високою продуктивністю, надійністю та гнучкістю роботи.

Програмне забезпечення систем SCADA складається з базових пакетів для розробки програм моніторингу та управління, а також з додаткових модулів, що розширюють їхню функціональність, зокрема для статистичного контролю процесів або підключення до баз даних. Завдяки системам SCADA фахівці можуть автоматично обробляти текстову інформацію, обмінюватися повідомленнями, вести електронні архіви документів, виконувати розрахунки та отримувати результати у вигляді таблиць або графіків.

Завдяки використанню систем SCADA можна оцінювати поточний стан технологічних процесів, а також створювати прогнози та моделювати управлінські рішення. Автоматичні вимірювання для управління нагріванням та подачею злитків

сприяють оптимізації формування даних для розрахунків, зменшенню трудомісткості їх обробки та підвищенню операційної ефективності доступу до даних.

Візуалізація процесів нагрівання та подачі злитків дозволяє швидко реагувати на виробничі ситуації та уникати аварійних режимів роботи. З цією метою в рамках дипломної роботи була розроблена автоматизована система управління термічною обробкою та подачею злитків в умовах блюмінгу № 2 на «ArcelorMittal Кривий Ріг».

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика об'єкта

1.1.1 Коротко про блюмінг №2

Обтискний стан призначений для виробництва великих квадратних чи плоских заготовок. Блюми (квадратні заготовки) і сляби (плоскі заготовки) використовуються для подальшого переділу в придатну (товарну) продукцію на різних сортових і інших -спеціальних прокатних станах.

Більшість блюмінгів мають у своєму складі безупинні заготовочні стани (БЗС), що використовуються для подальшого зменшення перетину заготовок. Безупинні заготовочні стани встановлюють у безпосередній близькості і на одній осі прокатки з блюмінгами, що дозволяє одержувати заготовки мінімального перетину з одного нагрівання (у даному випадку гріються тільки злитки) і зберегти безперервність процесу між станами.

Блюмінги з валками діаметром 1300 мм перед-: призначені для прокатки блюмів перетином 200X200 - 370X370 і слябів шириною до. 1000.і товщиною 100-250 мм. Вихідним матеріалом для цих блюмів служать злитки масою 8-13 т. Робоча, лінія блюмінга 1300 складається з власне кліті з валками діаметром 1300 мм, шпиндельного пристрою і приводних електродвигунів. Привод валків індивідуальний. Зрівноважування верхнього валка і верхнього шпинделя вантажне. Натискний пристрій складається з двох вертикально встановлених електродвигунів і редуктора, за допомогою якого здійснюється обертання і вертикальне переміщення натискних гвинтів.

З передньої і задньої сторін кліті 1300 установлені по двох станинних ролика, а також робітники і розкатні рольганги. Перед кліттю блюмінга розташована група приймальних підвідних рольгангів, кільцева злиткоподача та зіштовхувач злитків. За кліттю встановлені відвідні й транспортні рольганги, ножиці із зусиллям різання 12,5 МН (1250 тс), прибиральні пристрої та інші механізми.

Кліть блюмінга 1300 і все допоміжне устаткування розташовуються в одному прольоті цеху, так називаному становому прольоті. Інша частина устаткування

(приймальні рольганги, робоча гілка кільцевої злиткоподачі) розташована в головному прольоті нагрівальних колодязів, що примикає перпендикулярно до станового прольоту. До станового прольоту також примикають з однієї сторони скрапний проліт, з іншого боку - машинний зал. У скрапному прольоті розміщаються механізми для збирання скрапу, окалини, обрізі, а також інше устаткування. У машинному залі розміщуються приводні електродвигуни, освітлювальні агрегати, панелі керування та інше електроустаткування.

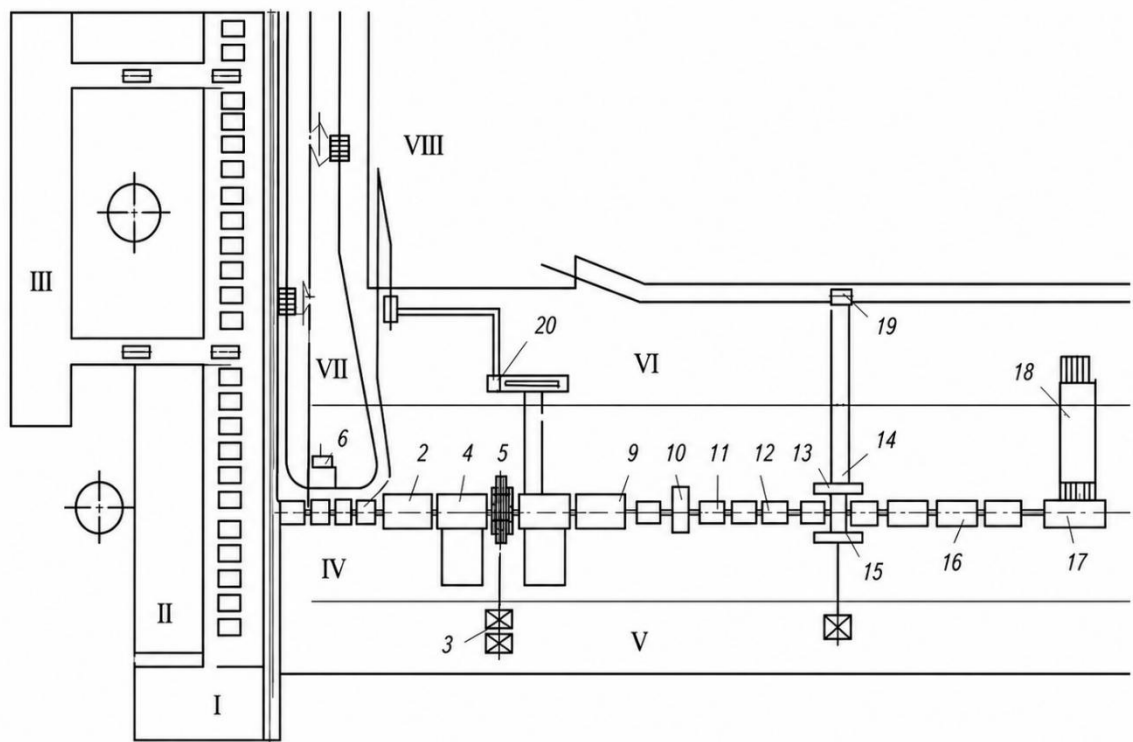


Рис. 1.1. Схема подачі та температурної підготовки злитків на блюмінгу №2

- I – нагрівальний колодязь;
- II – колодязний конвеєр;
- III – розподільний рольганг;
- IV – колодязна ділянка;
- V – штовхальна ділянка;
- VI – рольгангова ділянка;

VII – ділянка кінцевих вимикачів;

VIII – злитковози.

1 – нагрівальний злитковоз;

2, 4, 9–13, 16 – злитковози рольгангів;

3, 15 – штовхальні злитковози;

5 – злитковоз, обладнаний штовхачем;

6 – гідроударник;

7 - датчик переміщення злитковоза;

8 - двигун приводу злитковоза (М)

14 – штовхач рольганга;

17 – рольганг-позиціонер;

18 – позиціонер стопора злитків;

19 – гідропідіймач стопора злитків;

20 – гідропідіймач проміжного стопора.

До головного прольоту нагрівальних колодязів примикає проліт злиткоподачі з неробочою гілкою кільцевого шляху. До ділянки нагрівальних колодязів також належать допоміжний проліт із тепловими щитами, приміщення для вогнетривів і заправних матеріалів, а також електротурбоповітродувка.

1.1.2 Технологічний процес

Технологічний процес виробництва блюмів і слябів на блюмінгу 1300 починається з нагрівання злитків у нагрівальних колодязях. На колодязі злитки надходять у гарячому стані зі сталеплавильних цехів чи у холодному зі складу злитків. Для забезпечення високої продуктивності блюмінга температура гарячих злитків перед посадкою їх у колодязі і для додаткового нагрівання до температури прокатки повинна бути якнайвище. У розглянутому випадку в залежності від марок стали, температура гарячих злитків забезпечується в межах 875-770° С.

Час нагрівання гарячих злитків із зазначеною температурою майже в два рази менше, ніж нагрів холодних злитків, у той же час витрата палива зменшується в три рази. У головний проліт нагрівальних колодязів злитки надходять у виливницях чи без них (роздягненими). З виливниць надходять злитки зі спокійної сталі. На стриперній дільниці злитки попередньо відокремлюються від виливниць за допомогою спеціальних стриперних кранів, після чого у відділенні нагрівальних колодязів вони остаточно виймаються з виливниць кліщовими кранами та подаються на нагрівання. Злитки з киплячих і напівспокійних сталей звільняються від виливниць у стриперному відділенні. Маса, форма і розміри злитків приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Маса, форма і розміри злитків

Маса злитка	Вид сталі	Форма злитка	Основні розміри, мм		
			верхній перетин	нижній перетин	висота
8,0	Кипляча напівспокійна	Розширений донизу	675X755	735X815	2200
8,5	Спокійна	Розширений догори	825X720	681X576	2175 (2400)*
12,5	Кипляча напівспокійна	Розширений донизу	760X895	825X960	2400
12,5	Спокійна	Розширений догори	800X900	670X770	2435 (2700)*

Посадка злитків у нагрівальні колодязі здійснюється кліщовими кранами вантажопідйомністю 20/50 т. Температура видачі злитків у прокатку складає 1270-1240°C.

З перших двох груп нагрівальних колодязів нагріті злитки укладаються кліщовими кранами безпосередньо на першу секцію приймального рольганга, а з інших груп підвозяться злитковозами до третьої секції приймального рольганга. На поле рольганга зі злитковоза злитки зіштовхуються зіштовхувачем злитків.

Злитковози переміщуються по замкненому кільцевому шляху (кільцева злиткоподача). У роботі постійно знаходяться чотири злитковози. На один злитковоз укладаються у горизонтальному положенні по два злитки масою по 12,5 т.

Злитковози переміщуються за заданою програмою на визначеній відстані один від одного. Під час повного кругового циклу кожний зі злитковозів один раз зупиняється у відповідному осередку для завантаження злитками, а другий раз — біля третьої секції приймального рольганга для подачі злитків у прокатку.

Злитки з киплячих і напівспокійних марок сталей подаються на стан головною частиною вперед (стороною з меншим поперечним перерізом), злитки спокійної сталі - донною частиною вперед (також стороною з меншим поперечним перерізом). Такий порядок подачі злитків у прокатку забезпечується при укладанні злитків на платформи злитковозів візків кліщовими кранами. До прокатки допускаються злитки, досить і рівномірно нагріті по всьому обсязі. На стані застосовується двох зливкова (спарена) прокатка для злитків масою 12,5 т.

Після прокатки в кліті стану 1300 частина злитків проходить зачищення на машині вогневого зачищення (МОЗ). Зачищенню на МОЗ підлягають злитки:

- з конструкційної сталі при прокатці на заготовку перетином 80X80 мм;
- прокочуються на плоску заготівлю;
- призначені для виготовлення продукції на експорт;

зі сталей усіх марок, на поверхні яких при прокатці виявлені великі дефекти.

На зачищення подаються блюми з температурою не нижче 1100°C.

Потім блюми рольгангами подаються до ножиців із зусиллям різання 12,5 МН (1250 тс) для обрізки передньої і задньої дефектних частин. Температура розкату, що розрізається, повинна бути не нижче 1000 °C. Технологічна (головна і донна) обрізь від блюмових заготовок конвеєром для збирання обрізі убирається в гарячому стані в скрапної проліт безпосередньо в залізничні візки зі спеціальними коробами. При необхідності на цих же ножицях блюми розрізають на задані довжини. Блюми, що не надходять на НЗС 900/700/500 для подальшої прокатки, клеймуються в торець

підйомним клеймувачем і прибираються передатними пристроями в скрапної проліт. На кожному товарному блюмі (слябі) ставлять номер плавки і марку сталі.

У скрапної проліт передаються блюми і сляби довжиною від 1,3 до 6 м. Весь процес нагрівання і прокатки злитків регламентується і ведеться по спеціально розроблених технологічних інструкціях.

Технологічний процес прокатки неминуче супроводжується втратами металу у виді відходів виробництва, до яких відносяться: окалина, великий скрап, обрізь і ін. Якщо ці відходи виробництва постійно не видаляти з технологічної лінії, то це приведе до затримок на окремих ділянках цеху і навіть до його повної зупинки. У зв'язку з цим, крім машин і агрегатів, що безпосередньо обслуговують основний технологічний процес прокатки, майже по всій лінії прокатки встановлюють допоміжні машини і пристрої, єдине призначення яких - видалення відходів з технологічної лінії.

Відділення нагрівальних колодязів складається з 2 паралельно розташованих прольотів, у яких розташовано по 14 груп рекуперативних нагрівальних колодязів, призначених для нагрівання злитків перед прокаткою до температури 1280-1320°C. Опалення виробляється сумішшю коксового і доменного газів калорійністю 1750-1800 ккал/м³.

1.1.3 Нагрівальні колодязі

Нагрівальні колодязі є важливою складовою технологічного процесу блюмінга №2,, оскільки саме в них відбувається підготовка заготовок до прокатки шляхом нагрівання. Основним призначенням колодязів є рівномірне нагрівання металу до необхідної температури для забезпечення потрібних пластичних властивостей сталі.

Група нагрівальних колодязів складається з двох камер, що працюють автономно, які оснащені металевими та керамічними рекуператорами для нагрівання газу та повітря. Температура попередньо нагрітого повітря досягає 1280–1320 °С, що сприяє поліпшенню процесу горіння та зниженню витрати

палива. Розміри однієї камери становлять 4800×5400×3100 мм, її місткість — від 80 до 110 тонн.

Нагрівання заготовок здійснюється шляхом спалювання природного газу з використанням попередньо нагрітого повітря. Передача тепла до металу відбувається переважно за рахунок теплового випромінювання, а частково — за рахунок конвекції, завдяки чому перед прокаткою досягається необхідна температура.

Завантаження та вивантаження злитків виконуються кліщовими кранами вантажопідйомністю 20/50 і 30/50 т. Подальше транспортування нагрітих злитків здійснюється візками кільцевої злиткоподачі, які забезпечують безперервну подачу металу до наступних виробничих ділянок.

Однією з головних вимог до експлуатації нагрівальних камер є рівномірний нагрів прутків по всьому їхньому об'єму. Порушення температурного режиму може призвести до виникнення внутрішніх напружень, тріщин та інших поверхневих дефектів, що погіршує якість кінцевої продукції. Саме тому регулювання температури є одним з головних завдань автоматизованої системи управління.

У сучасних умовах важливу роль відіграє автоматизація процесу нагрівання. Застосування датчиків температури, а також систем регулювання подачі газу та повітря дозволяє підтримувати стабільні температурні умови, підвищити енергоефективність обладнання, а також зменшити вплив людського фактору на технологічний процес.

Таким чином, ефективна робота нагрівальних колодязів безпосередньо впливає на якість металевих виробів, енергоспоживання та загальну продуктивність виробництва.

1.1.4 Подача злитків

Завантаження обтискних станів злитками є одним із ключових факторів, що визначає їхню продуктивність. Недостатньо організована подача металу може стати вузьким місцем технологічного процесу та обмежувати ефективність роботи стану.

Для забезпечення стабільної роботи злитки повинні подаватися у необхідній кількості, відповідного розміру та згідно з технологічним графіком.

Важливим аспектом є мінімізація втрат температури нагрітих злитків під час їх транспортування та очікування на рольгангах перед прокаткою. Чим менший цей час, тим вища якість металу та ефективність процесу. У зв'язку з цим при проектуванні та модернізації обтискних станів особлива увага приділяється вибору обладнання, механізмів і типу системи злиткоподачі.

З метою підвищення ефективності завантаження станів на багатьох підприємствах проводиться реконструкція ділянок злиткоподачі з впровадженням більш сучасних технічних рішень. Для обтискних станів із річною продуктивністю від 3 до 6 млн т доцільним є застосування кільцевої злиткоподачі, яка забезпечує безперервність і ритмічність процесу.

Практика показує, що оптимальні результати досягаються при одночасній роботі чотирьох злитковозів у межах одного кільця. Така схема дозволяє ефективно організувати подачу металу незалежно від розташування нагрівальних колодязів відносно осі прокатки.

Ділянка злиткоподачі включає в себе злитковози з візками струмознімачів, штовхачі злитків, транспортні шляхи та систему збору окалини. Злагоджена робота цих елементів є необхідною умовою для забезпечення безперервності технологічного процесу та підвищення загальної продуктивності виробництва.

1.2 Аналіз існуючої системи

1.2.1 Недоліки існуючої системи

Якість продукції і продуктивність стану багато в чому визначають роботою нагрівальних колодязів, причому в більшості випадків помилки, що виникають при нагріванні металу, уже не можуть бути виправлені. І, виявляючись на наступних переділах, ці помилки приводять до зниження виходу придатної продукції.

В умовах нагрівання заготовок з перемінними геометричними і теплотехнічними параметрами, а також при перемінному темпі видачі заготовок, одержання необхідної якості нагрівання заготовок можливо лише при автоматичному керуванні роботою ділянки нагрівальних колодязів і злиткоподачі в цілому. Системи керування, що існували раніше, забезпечували лише стабілізацію декількох окремих параметрів теплового режиму роботи, таких як температура в зонах нагрівання, співвідношення витрат палива і повітря і тиску в робочому просторі. У цих системах завдання локальним регуляторам зазначених параметрів установлювалися вручну оператором, виходячи з його досвіду, що під годину в умовах напруженої роботи стану приводило до суб'єктивних помилок. При цьому виникали недогрів заготовок, перевитрата палива, значне окалиноутворення.

Будучи початковою ланкою технологічної лінії прокатного виробництва, нагрівальні колодязі у своїй роботі тісно зв'язані з ритмом роботи прокатного устаткування. Підвищення вимог до якості прокатної продукції поставило задачу створення систем керування, у яких автоматично змінювався б режим роботи нагрівальних колодязів при зміні режиму роботи прокатного стану.

Основна задача прокатного виробництва складається в забезпеченні необхідної якості прокату, тобто в забезпеченні відповідності геометричних розмірів, форми, фізико-механічних властивостей і стану поверхні прокату заданим вимогам.

При нагріванні металу в нагрівальних колодязях його поверхня піддається впливу розпечених газів, у результаті чого відбуваються окиснення та знеуглецювання поверхні металу.

При окислюванні металу на поверхні виробу утвориться шар окалини, що погіршує якість поверхневого шару металу і зменшує лінійні розміри цього виробу. Тому розміри заготовок, що піддаються нагріванню, повинні мати припуск, що враховує втрату металу у виді чи окалини у виді стружки при наступній механічній обробці.

Кількість металу, що втрачається у виді окалини, значно: при нагріванні під кування 2 – 5 % при нагріванні для термообробки 0.5 – 2 %, а в загальному циклі гарячої обробки 7 – 8 %.

Збитки від утрат металу у виді окалини можуть скласти значну величину. Наявність окалини на поверхні виробів знижує стійкість, як при гарячої, так і при холодної обробки металу.

Процес нагрівання до необхідної температури повинен здійснюватися таким чином, щоб поверхня заготовок зберігалася без окиснення та знеуглецювання, а самі заготовки не мали перегріву, рваних і тріщин.

Нагрівання металу в значній мірі визначає техніко-економічні показники прокатки, тому всі основні питання керування нагріванням повинні зважуватися на основі системного аналізу роботи комплексу.

При керуванні температурним режимом, температуру заготовок на виході Q_k вибирають з урахуванням її впливу на умови нагрівання металу, на прокатку і якість прокату: чим вище температура Q_k , тим як правило, більше пластичність металу, менше зусилля і витрата електроенергії, затрачувані на його деформацію при прокатці, менше знос і ризик ушкодження прокатного устаткування, тобто з ростом температури Q_k умови прокатки стають більш сприятливими. І тільки при дуже високій температурі Q_k пластичність і міцність металу знижуються (“перегрів”). Метал може навіть стати тендітним, і при його прокатці утворюються розриви (“перегрів”). Для кожної марки сталі мається максимально припустиме значення температури Q_k , що виключає перегрів.

Q_k — температура заготовки на виході з нагрівального колодязя.

При перегріві металу вище верхньої критичної точки A_{c3} , починається ріст зерен. Збільшення їх розмірів буде тим довше, чим вище температура і тривалість нагрівання. За певних умов зерна настільки укрупнюються, що зв'язок між ними послабляється і механічні властивості погіршуються. Таке явище називається перегрів.

При підвищенні температури до точки плавлення вуглецевих складових сталей, усередину виробу проникає кисень, що розподіляється по межах уже збільшених зерен, окисляє і часто розплавляє їх. У результаті зв'язок між зернами порушується настільки, що заготовля розвалюється при ударах на дрібні частини. Таке явище називається перевитратою металу.

Перепалений метал не може бути виправлений шляхом термообробки і звичайно направляється на переплавляння.

Температура перегріву визначається вмістом вуглецю та легувальних елементів у сталі.

Таблиця 1.2

Температури перегріву та перепалу металу

Сталь вуглецева с вмістом вуглецю	Максималь на температура нагрівання	Температура перевитрати	Температура кінця кування
1,5	1050	1140	760-770
1,1	1080	1180	760-770
0,9	1120	1220	760-800
0,7	1180	1280	760-820
0,5	1250	1350	790-850
0,2	1320	1470	850-910
0,1	1350	1490	890-950

1.2.2 Недоліки подачі злитків

Завантаження обтискних станів злитками є одним із факторів, що мірою залежить від роботи обслуговуючого персоналу та координації роботи безпосередньо впливає на продуктивність роботи блюмінга. Для забезпечення стабільної роботи стану злитки повинні подаватися у необхідній кількості та відповідно до технологічного графіка. При цьому важливим є забезпечення мінімального часу транспортування та очікування злитків перед прокаткою, оскільки під час переміщення відбуваються втрати температури металу.

Існуюча система злиткоподачі має ряд недоліків, пов'язаних із недостатньою узгодженістю роботи окремих елементів транспортної ділянки. Подача злитків значною злитковозів. Це може призводити до затримок транспортування та порушення ритмічності подачі металу до прокатного стану.

Важливим недоліком є також втрати температури нагрітих злитків під час їх транспортування та очікування на рольгангах перед прокаткою. Нерівномірність подачі та збільшення часу очікування негативно впливають на температурний режим металу, що може призводити до погіршення якості готової продукції та зниження ефективності процесу прокатки.

Для обтискних станів з річною продуктивністю від 3 до 6 млн т застосовується кільцева злиткоподача. Практикою встановлено, що ефективна робота досягається при одночасній роботі чотирьох злитковозів на одному кільці. Проте навіть при такій схемі необхідною умовою є забезпечення чіткої координації роботи транспортних механізмів та оперативного контролю подачі злитків.

Таким чином, існуюча система подачі злитків потребує вдосконалення шляхом підвищення рівня автоматизації, що дозволить зменшити вплив людського фактору, скоротити втрати температури та забезпечити більш стабільну роботу прокатного стану.

1.3 Обґрунтування модернізації

Особливістю сучасного етапу розвитку автоматизації виробництва є поява і масове застосування якісно нових технічних засобів, виготовлених на базі мікроелектроніки. Впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами набуває особливого значення у зв'язку зі зростанням вимог до швидкості обчислення, переробки та видачі інформації. Для вдосконалення управління нагрівальними колодязями і злиткоподачею на блюмінгу №2 необхідно використовувати сучасні методи управління і технічні засоби побудови інформаційних систем.

Нагрівальні колодязі та злиткоподача є важливими елементами технологічного процесу блюмінга, від роботи яких залежить стабільність прокатного виробництва та якість готової продукції. Основною задачею температурної підготовки є забезпечення рівномірного нагріву злитків до необхідної температури перед прокаткою. При порушенні температурного режиму можливе виникнення дефектів металу, погіршення якості прокату та зниження продуктивності стану.

Завантаження обтискних станів злитками є одним із вузьких місць, що безпосередньо впливає на продуктивність роботи стану. Злитки повинні подаватися у необхідній кількості та відповідно до технологічного графіка. Для зменшення втрат температури нагрітих злитків час їх транспортування та очікування на рольгангах перед прокаткою повинен бути мінімальним. У зв'язку з цим при проектуванні та модернізації обтискних станів вибір системи злиткоподачі та засобів керування є одним із найважливіших завдань.

Для обтискних станів з річною продуктивністю від 3 до 6 млн т рекомендується використання кільцевої злиткоподачі. Практикою встановлено, що ефективні результати роботи досягаються при одночасній роботі чотирьох злитковозів на одному кільці. Злиткоподача містить у собі злитковози з візками струмознімачів, зіштовхувачі злитків, шляхи злиткоподачі та систему збирання окалини. Від узгодженості роботи цих механізмів залежить ритмічність подачі металу до прокатного стану.

Існуюча система керування температурною підготовкою та подачею злитків не забезпечує необхідної ефективності роботи обладнання в умовах сучасного виробництва. Значний вплив на технологічний процес має людський фактор, а також недостатня координація роботи окремих елементів системи. Під час транспортування та очікування злитків відбуваються втрати температури, що негативно впливає на якість металу та ефективність подальшої прокатки.

Автоматизація процесу дозволяє забезпечити стабільність температурного режиму, підвищити точність контролю параметрів та покращити координацію роботи обладнання. Керування температурною обробкою і подачею злитків повинно здійснюватися за допомогою SCADA-системи, яка через OPC-сервер

забезпечує взаємодію з контролером та виконує керування процесами у нагрівальних колодязях і злитковозами. Керування тиском і температурою повинно здійснюватися за допомогою виконавчих механізмів, встановлених на трубопроводах подачі газу та повітря. Для визначення місця знаходження злитковозів використовуються оптичні датчики.

Впровадження автоматизованої системи керування температурною підготовкою та подачею злитків дозволить підвищити продуктивність обладнання, знизити втрати температури металу, покращити якість готової продукції та зменшити вплив людського фактору на процес керування.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вимоги до системи

Математичне забезпечення повинне визначати відповідність на всіх етапах розробки й експлуатації АСК, методи й алгоритми обробки інформації для цільових задач керування.

Алгоритми оперативного контролю і керування повинні мати високу оперативність виконання (мінімальна кількість розгалужень, умовних переходів переривань) при розумній їхній довжині.

Розроблені алгоритми керування прикладними процесами повинні мати високу надійність і стійкість. Не допускається наявність тупикових ситуацій. Для забезпечення необхідної стійкості керування необхідно використовувати мажоритарну логіку і резервування.

Крім цього, математичне забезпечення повинне включати програми, що здійснюють сервісні функції при обробці інформації (сортування, фільтрація, виконання арифметичних операцій над масивами даних і ін.).

Математичне забезпечення керуючих функцій необхідно будувати по блочно-модульному принципі. Алгоритми керування і регулювання описуються технологічною мовою і здійснюють компонування і настроювання типових модулів на рішення конкретних задач, а також формують їхню вхідну і вихідну інформацію.

Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи повинне бути достатнім для виконання всіх автоматизованих функцій АСУ ТП. Інформаційне забезпечення системи формується за допомогою збору, обробки, контролю і нагромадження інформації з метою забезпечення функціонування програмного комплексу.

Інформаційне забезпечення системи повинне включати сукупність даних, що включають вхідну інформацію, вихідну інформацію і нормативно-довідкову. До вхідної інформації відносяться обмірювані і формовані вручну оператором-технологом значення технологічних параметрів і показники стану технологічного устаткування, значення керуючих впливів.

Вихідна інформація повинна включати повідомлення про хід технологічного процесу, повідомлення аварійних станів і дій з можливістю виводу їх на екран монітора.

Нормативно-довідкова інформація являє собою дані про діапазон вимірюваних величин, їх максимальному, мініимальному і номінальному значенні, тексти повідомлень, кодові таблиці й ін.

Інформаційний обмін між компонентами системи повинний здійснюватися з використанням стандартних протоколів обміну і стандартних вхідних і вихідних сигналів.

ІЗ системи повинно бути сумісним з ІЗ систем, взаємодіючих з ним, по змісту, системі кодування, форматам даних і формі представлення інформації.

У випадку аварії і збоїв в електроживленні системи повинні передбачатися заходи для захисту даних від руйнування: збереження інформації в енергонезалежній пам'яті контролерів; періодичне резервне копіювання і збереження даних на резервних "твердих" носіях і відновлення даних збоїв.

Застосовувані у вихідних документах терміни і скорочення повинні бути загальноприйнятими в даній предметній області. Форми документів, створюваних АСК, повинні відповідати вимогам до нормативно-технічних документів.

Лінгвістичне забезпечення. Лінгвістичне забезпечення повинне бути розраховане на користувача, фахівця у своїй предметній області, що не обов'язково володіє універсальними мовами програмування чи опису алгоритмів (технологічний підхід до мов).

Лінгвістичне забезпечення оператора зводиться до системи відеокадрів і текстових повідомлень, постачених необхідними меню, "підказками" і "допомогою" при організації діалогу персоналу з технічними засобами. Уся текстова інформація виконується російською або українською мовою.

Проблемно-орієнтована діалогова система повинна мати максимальну простоту мови спілкування з високою реактивністю на запит.

Мова спілкування повинна забезпечувати ієрархічну структуру пошуку, мінімальне число натискань клавіш для виклику інформації і, по можливості, образне представлення інформації і виконуваних функцій.

Необхідно передбачити вивід на екран робочої станції поля для відображення нових аварійних сигналів, переключень, що попереджають повідомленнями у текстовій формі.

Лінгвістичне забезпечення розроблювачів, наладчиків і обслуговуючого персоналу повинний містити: пакет програм генерації структури комплексу технічних засобів і програмного забезпечення; засоби заповнення баз даних; мови опису характерних задач первинної обробки інформації, автоматичного регулювання, логічного керування дії захистів, дистанційного керування; засобу формування відеокادрів, звітів (протоколів) і архівів.

Мова технологічного програмування повинна мати засоби документування, що дозволяють сполучати власне програмування контролерів з одержанням документації в зручних для служб експлуатації і налагодження форматах.

Програмне забезпечення (ПЗ) повинне бути достатнім для реалізації усіх функцій АСК температурної обробки та подачі злитків , а також мати засоби для організації всіх необхідних процесів обробки даних, що дозволяють виконувати в реальному масштабі часу всі автоматизовані функції у всіх регламентованих режимах функціонування.

Програмне забезпечення повинне являти собою сукупність програмних засобів, що забезпечують разом з технічними засобами контроль, керування, регулювання, метрологічний контроль каналів виміру, а також взаємодія з оперативним і експлуатаційним персоналом обчислювальних комплексів.

ПЗ повинно відповідати наступним принципам: модульність побудови всіх складових; ієрархічність власне ПЗ і даних;

- "скритність" і "прозорість" даних для програм різних рівнів і пріоритетів;
- ефективність (мінімальні витрати ресурсів);
- відкритість (можливість розширення і модифікації);
- гнучкість (можливість внесення змін і переналаштування);

- надійність (відповідність заданому алгоритму, відсутність помилкових дій);
- захист від руйнування і несанкціонованого доступу, як програм, так і даних; живучість (виконання покладених функцій у повному чи частковому обсязі через збої і відмови, відновлення після збоїв);
- уніфікація рішень.

Усі типові задачі АСК температурної обробки та подачі злитків, пов'язані зі збором, обробкою, передачею, збереженням і представленням інформації, а також пов'язані з видачою керуючих впливів і інформації на виконавчі й інші зовнішні пристрої, програмуються шляхом налаштування, конфігурування технологічною мовою чи за допомогою інших програмних засобів, що не вимагають від обслуговуючого персоналу знань в області застосування універсальних мов програмування.

Вид представлення програмного забезпечення визначається на стадії проектування.

З огляду на вищевказані вимоги до програмного забезпечення доцільне застосування програмного пакета, що має наступні характеристики:

- наявність єдиної технологічної бази даних параметрів процесу, з великою кількістю атрибутів, що характеризують перемінні (одиниці виміру, нижній і верхня межа шкали, коефіцієнт фільтрації, межі попереджувальної й аварійної сигналізації і т.д.);
- можливість зміни атрибутів перемінні бази даних по ходу технологічного процесу (налаштування регуляторів, границь сигналізації і т.д.);
- наявність засобів організації санкціонування доступу визначених груп користувачів до функцій системи;
- ведення журналу оперативних порушень, що фіксує всі повідомлення системи і дії операторів;
- застосування як операційну систему комп'ютерів станцій операторів WINDOWS 9X ,NT,2000,XP, операційної системи контролерів;
- можливість супроводу системи в процесі експлуатації (наявність станції інжиніринга з функціями перезапуску, зміни бази даних, діагностики

системи);

- можливість модернізації і доповнень системи;
- об'єднання всіх технічних засобів АСК (контролерів, станцій операторів, і т.д.) у єдину локальну мережу на базі ETHERNET;
- забезпечення гарантованої швидкодії системи (період відновлення оперативної інформації на моніторі не більш 1,5сек, затримка в передачі керуючого впливу від оператора не більше 250 мс, затримка спрацювання протиаварійних захистів і час спрацювання блокування не перевищує 100 мс);
- можливість обміну інформацією із системами верхнього рівня за допомогою файл-серверної технології.

Технічне забезпечення. Технічні засоби системи повинні вибиратися виходячи з критеріїв повноти виконання функцій АСК температурної обробки та подачі злитків, надійності, метрологічній атестації, ремонтпридатності та іншого.

У системі повинні використовуватися технічні засоби з терміном служби не менш 10 років.

Комплекс технічних засобів повинний розроблятися виходячи з умов можливого розширення функцій АСК.

АСК температурної обробки та подачі злитків повинна включати засоби для забезпечення метрологічної перевірки вимірювальних каналів, ремонту елементів системи.

Середній час відновлення технічних пристроїв не повинний перевищувати однієї години.

Метрологічне забезпечення. Система за типом функціонування класифікується як інформаційно-вимірювальна (ІВС) і її вимірювальні канали повинні пройти метрологічну атестацію відповідно до діючих стандартів.

2.2 Структура системи керування

Автоматизована система керування температурною підготовкою та подачею злитків призначена для забезпечення стабільної роботи нагрівальних колодязів і системи злиткоподачі блюмінга №2. Основною задачею системи є контроль та керування технологічними параметрами процесу нагрівання і транспортування злитків з метою забезпечення необхідного температурного режиму та ритмічної подачі металу до прокатного стану.

Структура системи керування побудована за багаторівневим принципом та включає в себе технічні засоби контролю, програмований логічний контролер, операторську станцію та виконавчі механізми. Взаємодія між елементами системи забезпечує безперервний контроль технологічного процесу та оперативне реагування на зміну параметрів роботи обладнання.

Нижній рівень системи складається з датчиків, виконавчих пристроїв та засобів збору інформації. На цьому рівні здійснюється отримання сигналів про стан технологічного процесу, а також передача керуючих впливів на виконавчі механізми. Для контролю роботи системи використовуються датчики температури, тиску та положення механізмів.

Центральним елементом системи є програмований логічний контролер, який виконує обробку вхідної інформації, аналіз параметрів процесу та формування керуючих сигналів. Контролер забезпечує координацію роботи нагрівальних колодязів і злиткоподачі відповідно до заданого алгоритму роботи системи.

Операторський рівень реалізований на базі SCADA-системи, за допомогою якої здійснюється візуалізація технологічного процесу, контроль параметрів та керування роботою обладнання. Оператор має можливість контролювати стан нагрівальних колодязів, положення злитковозів, а також отримувати інформацію про аварійні ситуації та відхилення параметрів від заданих значень.

Передача даних між елементами системи здійснюється через канали зв'язку та OPC-сервер, який забезпечує обмін інформацією між контролером і операторською

станцією. Це дозволяє забезпечити безперервність процесу керування та своєчасне оновлення інформації про стан обладнання.

Таким чином, структура автоматизованої системи керування забезпечує взаємодію всіх елементів технологічного процесу, підвищує ефективність роботи обладнання та дозволяє зменшити вплив людського фактору на процес температурної підготовки і подачі злитків.

2.2.1 Контроль параметрів

Керування процесом температурної підготовки та подачі злитків здійснюється за допомогою SCADA-системи VijeoLook, яка через OPC-сервер взаємодіє з програмованим логічним контролером. Контролер забезпечує керування технологічними процесами у нагрівальних колодязях та системі злиткоподачі.

Контроль температурного режиму та тиску виконується за допомогою засувов, встановлених на трубопроводах подачі газу та повітря. Регулювання кута відкриття засувов здійснюється відповідно до необхідної температури нагріву для конкретної марки сталі, що дозволяє підтримувати заданий режим роботи нагрівальних колодязів.

Керування злитковозами виконується шляхом подачі керуючих сигналів на приводи двигунів. Для визначення місця знаходження злитковозів у системі використовуються оптичні датчики. Формування команд на рух або зупинку злитковозів залежить від завершення процесу нагрівання злитків у відповідному прольоті нагрівальних колодязів.

Таким чином, автоматизована система керування одночасно забезпечує контроль температурної обробки злитків та координацію роботи системи злиткоподачі, що дозволяє підтримувати безперервність технологічного процесу та підвищувати ефективність роботи обладнання.

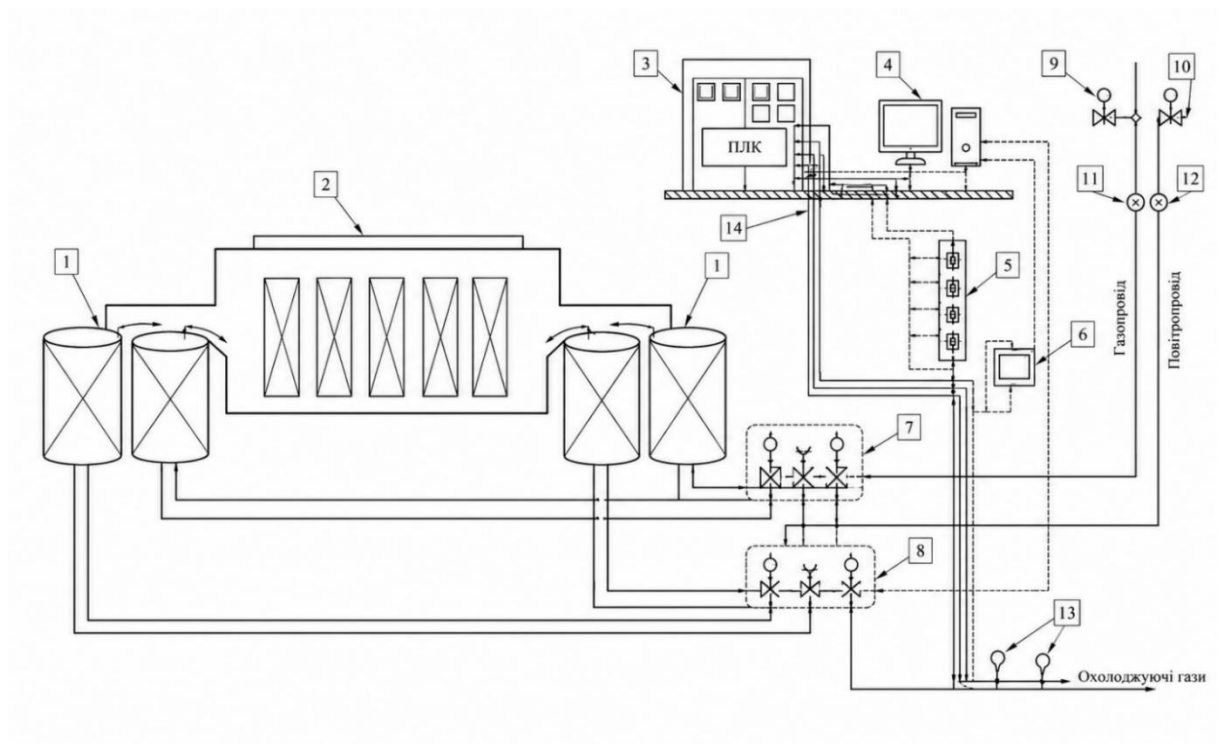


Рис. 2.1. Функціональна схема автоматизованої системи керування нагрівальними колодязями

- 1 – рекуператори;
- 2 – нагрівальні колодязі (піч);
- 3 – шафа керування з програмованим логічним контролером (ПЛК);
- 4 – автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора;
- 5 – модулі введення/виведення сигналів;
- 6 – панель оператора (локальний пульт керування);
- 7 – газові клапани;
- 8 – повітряні клапани;
- 9 – регулюючий клапан газопроводу;
- 10 – регулюючий клапан повітропроводу;
- 11 – датчик витрати або тиску газу;
- 12 – датчик витрати або тиску повітря;
- 13 – датчики температури відхідних газів;
- 14 – лінії зв'язку та передачі сигналів.

2.2.2 Контроль положення злитків

Подача злитків до прокатного стану здійснюється за допомогою системи злиткоподачі, до складу якої входять злитковози, транспортні шляхи та механізми керування рухом. Для забезпечення безперервності технологічного процесу необхідно контролювати положення злитків та координувати роботу злитковозів під час транспортування металу від нагрівальних колодязів до стану.

Керування рухом злитковозів здійснюється за допомогою керуючих сигналів, які подаються на приводи двигунів. Робота системи залежить від узгодженості процесів нагрівання та подачі злитків, оскільки подача металу повинна виконуватися відповідно до технологічного графіка та завершення процесу нагрівання у відповідному прольоті нагрівальних колодязів.

Для визначення місця знаходження злитковозів використовуються оптичні датчики, сигнали з яких передаються до системи керування. На основі отриманої інформації контролер виконує аналіз положення злитковозів та формує команди на рух або зупинку механізмів. Це дозволяє забезпечити необхідну послідовність подачі злитків та зменшити затримки під час транспортування.

Використання системи контролю положення злитків дозволяє покращити координацію роботи обладнання, забезпечити ритмічність подачі металу та знизити втрати температури під час переміщення злитків до прокатного стану.

2.2.3 Рівні системи АСК (ПЛК, SCADA)

Архітектура систем збору даних та управління побудована за трирівневою моделлю:

1. Рівень контролерів – нижній рівень;
2. Рівень операторських станцій – середній рівень;
3. Адміністративний рівень – верхній рівень;

Нижче на малюнку схематично показана розбивка розподіленої системи керування по рівнях.

Розподіл на рівні іноді може бути дуже умовним. У малих системах функції всіх рівнів часто реалізуються на одній операторській станції. У великих же на кожному рівні може бути виділена своя ієрархія. Проте, у більшості випадків такий розподіл є правомірним.

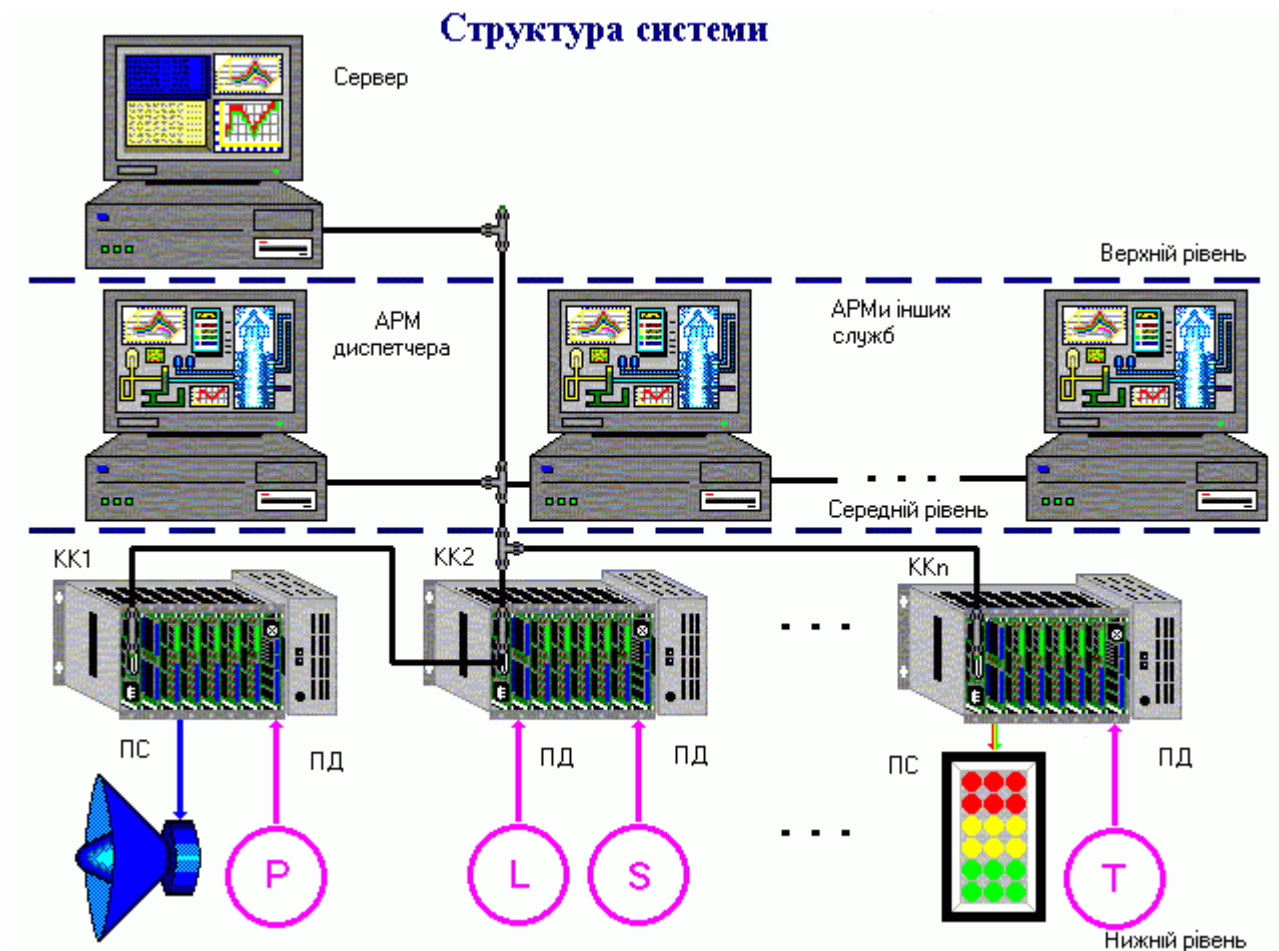


Рис. 2.2. Структурна схема АСК

На нижньому рівні системи автоматизації розташовані первинні засоби контролю технологічних параметрів. Літерні позначення відповідають контролюваним величинам:

- Р – тиск;
- Л – рівень;
- С – стан або положення механізмів;
- Т – температура.

В даному випадку систему можна поділити на декілька окремих локальних САК, кожна з яких виконує окремі функції:

1. система регулюючих і керуючих пристроїв температурної обробки;
2. система регулюючих пристроїв по колодязях (контролю надходження і витрат газу та кисню);
3. система керування злитковозами.

Нижній рівень забезпечує збір і первинну обробку поточних значень контрольованих параметрів із пристроїв детектування , контроль відхилень параметрів від встановлених значень, формування керуючих сигналів на пристрої сигналізації , автоматичну діагностику, а також обмін інформацією з верхнім і середнім рівнями.

Нижній рівень складається з керуючих контролерів , оснащених пристроями детектування і пристроями сигналізації , розподілених по контрольованому об'єкту. Керуючі контролери виконують функції по збору, первинній обробці і збереженню інформації незалежно від працездатності технічних засобів верхнього рівня. При обміні інформацією з верхнім і середнім рівнями керуючі контролери передають значення контрольованих параметрів і приймають задані граничні значення.

Середній рівень забезпечує відображення мнемосхеми контрольованого об'єкта, відображення поточних значень контрольованих параметрів, формування повідомлень і рекомендацій оператору, ведення архівів і обмін інформацією з нижнім і верхнім рівнями.

На екрані відеомонітора АРМ операторів злиткоподачі та нагрівальних колодязів відображаються:

- збільшений план контрольованого об'єкта з колірною індикацією обстановки технологічного процесу;
- докладна інформація про обстановку на контрольованому об'єкті (інформаційні таблиці поточних значень контрольованих параметрів, графіки і гістограми, що відбивають значення контрольованих параметрів і їхню зміна за даний проміжок часу);

- докладні плани виділених ділянок об'єкта з поточними значеннями контрольованих параметрів і місцями розташування контрольних точок;

- текстова довідкова і рекомендаційна інформація з конкретних подій і контрольованого об'єкта;

- узагальнена і докладна інформація про працездатність пристроїв системи, а у випадку виникнення несправності - текстові повідомлення;

- інша інформація, необхідна для оперативної роботи чергового персоналу.

Зміна обстановки на контрольованому об'єкті, зміна стану контрольованих пристроїв, виникнення несправностей супроводжуються автоматичною зміною кольору або миготінням, а також формуванням текстових і звукових (мовних) повідомлень.

Для збереження інформації про результати вимірів значень контрольованих параметрів у системі створюються рівневий архів і архів тривоги. Рівневий архів передбачає періодичний запис на твердий диск центрального пульта керування поточних значень контрольованих параметрів з реєстрацією часу і номера контрольної точки. Архів тривоги припускає створення на твердому диску центрального пульта керування журналу подій для реєстрації відхилень контрольованих параметрів за задані уставки, змін нормального робочого стану технічних засобів і діагностичних повідомлень з реєстрацією часу виникнення відхилень і номера контрольної точки чи пристрою.

Верхній рівень, на додаток до функцій відображення середнього рівня, забезпечує можливість завдання граничних значень контрольованих параметрів, роботу з архівом, протоколювання інформації, автоматичну діагностику й обмін інформацією з нижнім і середнім рівнями. Одною з основних задач даного рівня є контроль поточного стану виробничого процесу та аналіз функціонування виробництва по архівним даним.

На верхньому рівні для пошуку, обробки і реєстрації необхідної інформації в рівневому архіві й архіві тривоги виконуються наступні задачі:

- пошук в архіві необхідної інформації за заданий проміжок часу і для заданої контрольної точки чи пристрою;

- сортування необхідної інформації з заданих ознак;
- відтворення інформації з архіву на екран монітора чи друкувальний пристрій.

2.3 Вибір обладнання

2.3.1 Вибір технологічної бази

Автоматизована система керування функціонує як єдиний комплекс, з'єднувальним елементом якого є інформація про стан об'єкта керування, що сприймається засобами збору та передається по каналах зв'язку на електронно-обчислювальну машину, яка забезпечує отримання нової інформації, що використовується для створення керуючих впливів. У зв'язку з цим засоби технічного забезпечення АСК доцільно класифікувати за характером перетворюваної ними інформації:

1. збору і первинного перетворення інформації;
2. передачі інформації;
3. обробки інформації;
4. збереження інформації;
5. представлення і відображення інформації
6. оргтехніки й оперативного керівництва.

До засобів збору інформації: відносяться кінцеві вимикачі, датчики й автоматичні пристрої, що дозволяють сприймати і перетворювати у форму, зручну для подальшої обробки, інформацію про стан якого-небудь об'єкта чи процесу; засоби ручного введення інформації - пристрої на сприймаючий елемент яких впливає людина (перемикачі, кнопки, ключі клавіатури і т.д.). Ці ж пристрої, об'єднані у визначеній технічній схемній комбінації, дозволяють формувати більш складні цифрові сигнали, наприклад у виді двійкового чи десяткового кодів (первинне перетворення інформації). До засобів первинного перетворення інформації відносяться також аналого-цифрові, цифро-аналогові перетворювачі, перетворювачі амплітудного сигналу в частотний, підсилювачі, модулятори, демодулятори і т.д.

До засобів передачі інформації відносяться одно- і багатопровідні канали зв'язку, телемеханічні системи контролю і керування об'єктами на гірському підприємстві.

Засоби обробки інформації в АСК являють собою пристрої для перетворення вхідної інформації в результаті рішення поставлених задач з метою одержання нових відомостей і видачі їх у формі, зручній для подальшого використання.

Засобу збереження інформації — пристрої запису на магнітні диски; лазерні диски жорсткі диски ПК.

Засобу представлення і відображення інформації служать сполучною ланкою інформаційного зв'язку між технікою керування виробництвом і людиною, на який покладаються головні функції керування. Сюди відносяться інформаційне табло, мнемосхеми, дисплеї, а також пристрої видачі інформації: лазерні, термічні і мозаїчні принтери, графобудівники і т.д.

До засобів оргтехніки й оперативного керівництва відносяться різні пристрої для розмноження документів: термокопіювальні й електронно-копіювальні апарати, а також системи оперативного диспетчерського керування, телевізійного контролю, оперативного зв'язку й оповіщення.

2.3.2 Датчики, виконавчі пристрої та вибір місця їх розташування.

Для одержання інформації про процеси, що відбуваються в системі, використовуються датчики.

Інформація від датчиків (температура, кількість газу та кисню, положення злитковоза) надходить через пристрої ПЗО на відповідні модулі контролера. Результати обробки інформації (відхилення параметрів, рівень завантаження колодязів, положення злитковоза і т.д.) надходять на монітор робочої станції.

Якщо якийсь датчик має безупинний сигнал то для його перетворення в цифрову форму використовуються ПЗО. Сигнали від ПЗО передаються на контролер.

Для вимірювання температури у колодязі треба використовувати термопару розташовану безпосередньо у ньому (Схема розташування контрольних точок додається.), також потрібен розходу (газу та кисню) який розташований у трубопроводах до входження у колодязь і на останок треба виконавчі механізми які б керували заслінками на трубопроводах.

Визначення положення - одна з функцій автоматизації. У залежності від вимог визначення положення роблять різними способами. Я зупинила свій вибір на продукції компанії Schneider Electric яка пропонує повну гаму датчиків для промислового застосування, у яких використовується нова концепція, що спрощує їхній вибір, зборку, установку й експлуатацію.

Для визначення положення візків застосовані фотоелектричні датчики Osiris компанії Schneider Electric. Контролером передбачена автоматична корекція інформації положення злитковоза, при проходженні контрольних точок, а також ручне занесення і коректування інформації положення візка.

Датчики положення візка є фотоелектричними датчиками при їх використанні значно збільшує можливості контролю за процесом злиткоподачі. Мікропроцесор і убудований оптичний канал дозволяють одному датчику працювати в 5 стандартних типах виявлення: прямого променя, відображення, поляризованого відображення, розсіювання і розсіювання з погашенням тіла. Він має функцією самонавчання і забезпечує високу точність виявлення поза залежністю від зовнішніх перешкод. Усі фотоелектричні датчики Osiris відповідають стандартам IEC, UL і CSA.

Виконавчими пристроями в системі злиткоподачі є маршові електродвигуни візка (уперед та назад). За допомогою двигунів злитковоз переміщається по напрямних рейках.

В автоматичному режимі моментом закінчення завантаження є спрацьовування реле датчика верхнього рівня. Після цього знову включаються маршові двигуни завантажувального візка двигуни шибера, якщо маршрут завантажувального візка ще не пройдений.

2.3.3 Вибір датчиків (елементів першого рівня)

Для першого рівня системи потрібні елементи наступних типів: датчик для виміру витрат, датчик для вимірювання температури та датчик положення, також потрібен керуючий механізм.

Перед тим, як вибрати потрібне обладнання, необхідно встановити вимоги, які будуть ставитися до даного обладнання.

Для датчику витрат потрібне наступне:

- Максимальний об'єм для вимірювання – 50000 м³/год.
- Тиск вимірювального середовища - до 25 кгс/см².
- Діаметр трубопроводу – від 159×4,5 до 1220×10.
- Температура середовища - -30÷+70 °С.
- Виконаний для вимірювання в окисленому середовищі.
- Вихідний сигнал – токовий 4-20 мА.

Для датчиків витрат були вибрані вихровий витратомір за наступними характеристиками:

1. Діапазон вимірювання – 5...200000 м³/год.
2. Клас точності – 0,5; 1.
3. Максимальний тиск вимірювального середовища – до 100 бар.
4. Діапазон температури -- -20...+430°С.
5. З'єднання фланцеве – Ду15...300.
6. Індикація – ЖК-дісплей (поточні витрати+суматор).
7. Виходи – токовий вихід 4...20 мА.
8. Виконання – Ек-виконання.

Другий параметр, якій потрібно вимірювати – тиск. Для датчику тиску також потрібно встановити свої параметри, за яких потрібно його обирати:

- Тиск вимірювального середовища - до 25 кгс/см².
- Діаметр трубопроводу – від 159×4,5 до 1220×10.
- Температура середовища - -30÷+70 °С.

- Вихідний сигнал – токовий 4-20 мА.
- Висока точність.
- Широка межа температурної компенсації.
- Виконаний для вимірювання в окисленому середовищі
- Компактний корпус.
- Висока якість.
- Продукція під контролем системи контролю якості DIN ISO 9001.
- Низькі ціни.

Для датчика тиску був вибраний перетворювач тиску типу А195. Він призначений для вимірювання тиску і вакууму, також абсолютного тиску газу (в тому числі і хімічно агресивних). Тому за цих умов він нас задовольняє. Перетворювач перетворює тиск на мембрану в сигнал електричний 4...20 мА у двопровідній схемі підключення. Перетворювальним елементом є кремнієвий п'єзоелектричний датчик тиску. Помилки перетворення, а також температурні погрішності перетворювача компенсуються цифровим способом з використанням спеціалізованих електронних схем CMOS, які мають велику перевагу порівняно з аналоговим способом компенсації.

Технічні дані датчика А192 наступні:

1. Діапазон вимірювання – від 0...6 кПа до 0...6 МПа.
2. Сигнал виходу – 4...20 мА.
3. Межа корекції сигналу вихідного в межах -- $\pm 10\%$.
4. Напруга живлення – 8...28 В постійного струму.
5. Зона нечутливості – 0.05 %.
6. Межа температури середовища -- $-30^{\circ}\text{C} \dots +130^{\circ}\text{C}$.
7. Межа температури компенсації -- $+20^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$.
8. Межа температури оточуючого середовища -- $-30^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$.

Також потрібно виконувати заміри температури.

Для датчика температури були встановлені наступні параметри:

- Тиск вимірювального середовища – до 25 кгс/см².

- Температура середовища 0 до +1300 °С.
- Виконаний в захищеному корпусі.
- Висока точність.

Для вимірювання температури використовується пряма термопара DIN 43 733 з з'єднувальною головкою.

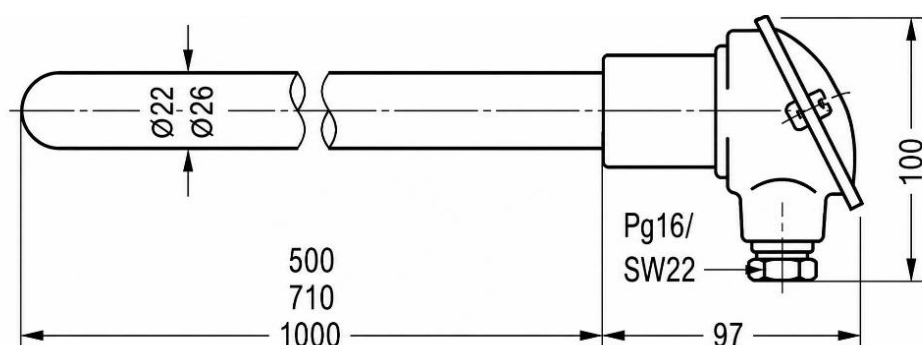


Рис. 2.3. Конструкція термоперетворювача температури

Технічні дані прямої термопари DIN 43 733 з з'єднувальною головкою наступні:

1. Діапазон вимірюваних температур від 0 до 1300°C
2. Сенсор типу К (Ni Cr/Ni) по DIN EN 60 584 (IEC 584)
3. Захисна трубка з високоякісної сталі
4. З'єднувальна головка: форма А по DIN 43 729, кабельний вхід Pg 16,
5. Ступінь захисту IP54

Для визначення положення візків застосовані фотоелектричні датчики Osiris технічні дані;

Таблиця 2.1

Технічні дані

Система	Прямий промінь	З відбиванням	Поляризовані з відбиванням
Тип світла	інфрачервоний	інфрачервоний	червоний

Номінальна дистанція чутливості	15м	8 м з круглим рефлектором (відображувачем) діаметром 80 мм	6 м з круглим рефлектором (відображувачем) діаметром 80 мм
Кабельний вхід	Пластиковий різьбовий (на задній стінці)	Пластиковий різьбовий (на задній стінці)	Пластиковий різьбовий (на задній стінці)

Таблиця 2.2

Характеристики

Сертифікати	CSA,UL
Температура навколишнього повітря	При роботі: от - 25 до + 55 °С
	При зберіганні : от - 40 до +70°С
Вібростійкість	7 gr, амплітуда $\pm 1,5$ мм (частота 10 - 55 Гц), відповідно до МЕК 68-2-6
Ударостійкість	30 gr, тривалість 11 мс відповідно до МЕК 68- 2-27
Ступінь захисту	IP67 в відповідно до МЕК 529 и IP671 в відповідно с NF C 20-010
Приєднання	Клемні зажими під гвинт, 1x1,5 мм ²
Матеріал	Корпус: Ударостійкий пластик, стійкий до несприятливого хімічного впливу
Номінальна напруга живлення	від 24 до 240 В пер. току чи від 24 до 48 В пост. току
Межі напруги	Від 20 до 264 В пер. току чи від 20 до 60 В пост. току

Комутуюча здатність	2000 мА ($\cos \varphi = 1$), 500 мА ($\cos \varphi = 0,4$) при 1 млн комутаційних циклів з частотою 1 цикл у секунду при 250 В
Максимальна напруга контактного блоку	250 В змінного струму
Споживання без навантаження	$\leq 30\text{мА}$
Максимальна частота переключення	20 Гц
Затримка	Первісна: $\leq 60\text{ мс}$; реакцій: $\leq 25\text{ мс}$; повернення: $\leq 25\text{ мс}$

Для контролю положення злитковозів у системі використовуються фотоелектричні датчики Osiris фірми Schneider Electric. Датчики забезпечують формування дискретного сигналу про наявність або відсутність об'єкта у зоні контролю.

Передача сигналів від датчиків до програмованого логічного контролера здійснюється через модулі дискретного вводу TSX DMZ 28DT.

Схему підключення фотоелектричного датчика Osiris до ПЛК TSX Micro наведено на рисунку 2.4.

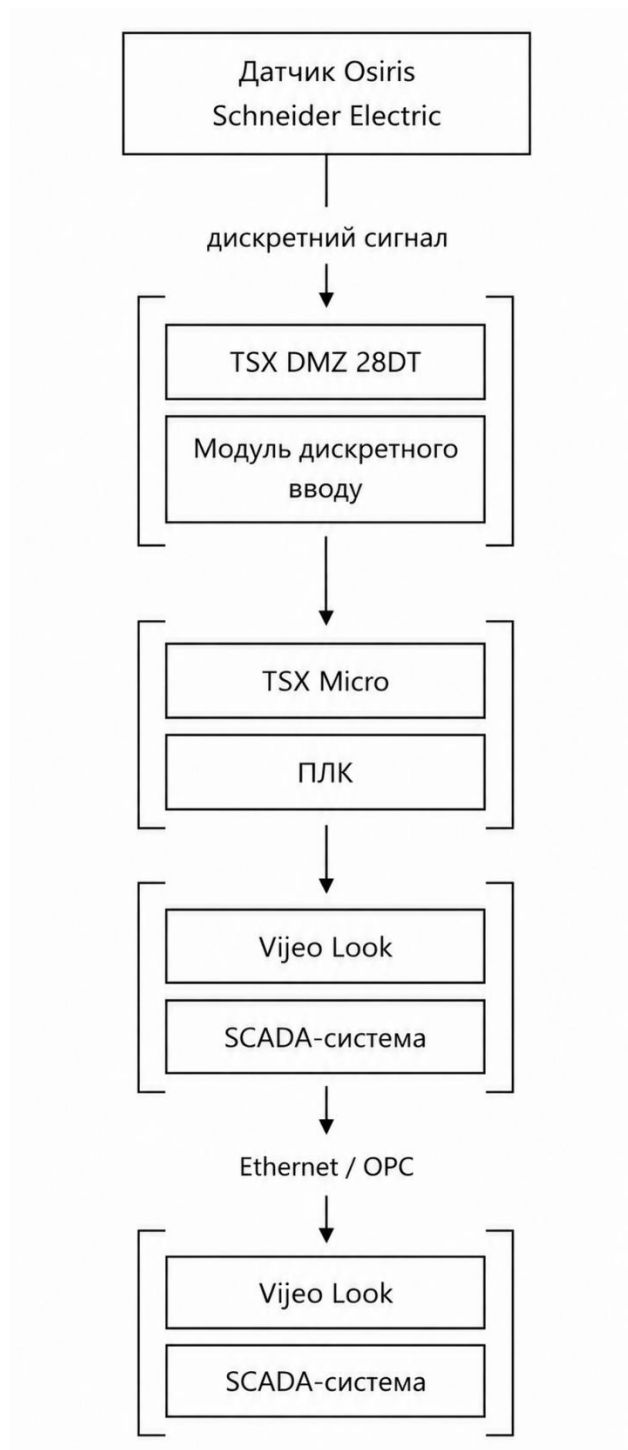


Рис. 2.4. Схема підключення фотоелектричного датчика Osiris до ПЛК TSX Micro

Фотоелектричний датчик Osiris формує дискретний сигнал, який надходить до модуля дискретного вводу TSX DMZ 28DT. Після обробки отриманої інформації

контролером TSX Micro дані передаються через OPC-сервер до SCADA-системи Vijeo Look для подальшої візуалізації та контролю технологічного процесу.

Використання датчиків Schneider Electric дозволяє забезпечити надійний контроль положення злитковозів та підвищити точність роботи автоматизованої системи керування.

Застосування модулів дискретного вводу TSX DMZ 28DT забезпечує швидке підключення датчиків та стабільний обмін сигналами між елементами системи автоматизації.

2.3.4 Логічний контролер, що програмується

Контролер монтується безпосередньо в розподільних приміщеннях поблизу комутаційної апаратури. Він забезпечує первинну обробку інформації, що надходить безпосередньо з об'єктів керування, і відслідковує порушення технологічного процесу, аварійні стани. Контролер не має засобів візуалізації, крім локальних засобів індикації малої інформаційної ємності, і засобів взаємодії з оператором.

Першовідкривачем у створенні, розробці і впровадженні програмувальних логічних контролерів у системах керування технологічними процесами є фірма "SCHNEIDER ELECTRIC". Розвита мережна архітектура контролерів TSX Micro, можливість реалізації розподілених систем керування з могутнім людино-машинним інтерфейсом, зносостійка модульна структура, висока надійність обумовлюють вибір їх для реалізації АСУ.

Контролер формує керуючі сигнали ("СТОП", "Уперед" і регулює температуру.) з наступною передачею їх у схеми керування приводами візків тролеями оперативного керування. Контролер забезпечує контроль і керування візком з видачою інформації про положення візків диспетчерам.

Також контролер керує температурною обробкою злитків за допомогою збільшення чи зменшення концентрації газу та кисню у нагрівальному колодязі, за

визначеним алгоритмом він подає керуючі впливи на виконавчі механізми заслінок трубопроводів подачі газу та кисню.

Після одержання завдання з верхнього рівня контролер нижнього рівня працює цілком автономно з використанням системного таймера. При цьому час реакції контролерів на будь-які зміни цифрових входних сигналів не перевищує 55 мс.

При роботі системи в напівавтоматичному режимі контролер здійснює спостереження за станом технологічного об'єкта і видає пораду оператору.

Контролер забезпечує прийом з робочої станції керуючих сигналів ("звуковий сигнал", "стоп", "уперед", "назад", "шибер відкрити", "шибер закрити", "вимір") і передачу їх у схему керування нагрівальними колодязями та злиткоподачею, троями оперативного керування, а також інформацію про положення візків.

2.3.5 .Вибір контролеру ПЛК TSX Micro 3722001

При виборі контролерів ставилися наступні вимоги до даного типу елемента:

1. Можливість використання в умовах високої окисленості.
2. Обробка до 100 сигналів та зв'язок з великою кількістю вимірювального обладнання.
3. Можливість вибору конкретної кількості необхідних модулів.
4. Використання різних типів сигналів: токових та потенціальних.
5. Регулювання різними типами сигналів.
6. Висока надійність обладнання.
7. Можливість розширення задач при подальшому збільшенні системи.
8. Можливість передачі інформації на більш високий рівень за допомогою підключення різних засобів зв'язку.

Якщо буде використовуватись продукція фірми "Schneider", то з'явиться доступ до технології OPC (OLE for Process Control) – OLE (Object Linking and Embedding) для управління процесом. Технологія OPC – це відображення базової архітектури COM (Component Object Model) фірми Microsoft – стандартний промисловий

інтерфейс для доставки даних від пристроїв і машин розташованих в цеху підприємства, до ділової інформації та систем управління.

Що може запропонувати "Schneider" . Являючись одним з лідерів в OPC – русі і членом OPC – Foundation, SA("Schneider Automation") пропонує повністю сумісний з OPC – стандартом продукт, що носить назву OFS (OPC Factory Server). Він забезпечує прозорий доступ до ПЛК і мережевим протоколам

У якості джерела інформації використовується те обладнання яке вже встановлено.

З великої кількості технічних засобів автоматизації, представлених фірмою "Schneider", вибір зупинився на програмованому логічному контролері ПЛК TSX Micro 3722

ПЛК TSX Micro 3722 утримує шасі з вбудованим джерелом живлення 100-240В змінного струму, процесор, пам'ять, систему резервного копіювання і 3 слоти для модулів. Використання міні-шасі розширення TSX RKZ 02 дає можливість додавати до ПЛК 2 допоміжних слоти і, таким чином, отримати 5 слотів для встанови модулів. В кожний з 5 може бути встановлено або один модуль стандартного формату або два полу форматних модуля (виключаючи перший слот, в який можуть встановлюватися тільки модулі стандартного формату). В нижче. приведені максимальні конфігурації ПЛК TSX 3722 (максимальна кількість модулів вводу/виводу).

Два термінальних порти RS 485 з 8-штирьковими роз'ємами стандарту DIN дозволяють підключати до ПЛК:

- TER: програмний термінал FTX або PC – сумісну ПОЕМ, а також підключати ПЛК до шини UNI-TELWAY через ізолюючий пристрій TSX P ACC01;
- AUX: людино-машинний інтерфейс або принтер;

За умовчанням, для роботи в UNI- TELWAY: обидва порти сконфігуровані в режимі ведучого на швидкості 9600 бод. Вони можуть бути переконфігуровані.

Дисплейний блок відображає всю необхідну інформацію для діагностики і підтримки ПЛК та його модулів.

Два слоти формату РСМСІ представлені для карт розширення пам'яті і комунікаційної карти. ПЛК має також 3 з'єднувача для підключення інтегрованих аналогових вводу/виводу і лічильників.

Таблиця 2.3

Характеристики ПЛК Micro 3722001

Характеристики	Конфігурація		кількість
Дискретні	Максимальна кількість входів \ виходів	базові + розширені + віддалені (TSX 07)	332
		базові + розширені + віддалені (AS-і шина)	472
		в базовому шасі ПЛК	192
		в базовому + міні-шасі розширення	256
		віддалені (4 TSX 07)	96
		віддалені на AS-і шині (124 вх. + 124 вих.)	248
	Максимальна кількість модулів	28 або 32 дискретних входів-виходів	5
		64 дискретних вх.-вих. (висока густина)	3
		для віддалених вх-вих(TSX 07 або AS-і шина)	1
Аналогові	Максим. к-ть модулів аналогових вх-вих		4
	Максим. к-ть аналогових входів в базовому шасі		32
	Максим. к-ть аналогових виходів в базовому шасі		16
	Максим. кількість інтегрованих аналогових входів		8

	Максим. кількість інтегрованих аналогових виходів	1
Облікові	Максим. к-ть 500 Гц облікових каналів на дискр. входах	2
	Максим. к-ть облікових модулів	4
	Максим. к-ть 40 кГц і/або 500 кГц облікових каналів	7
	Максим. к-ть інтегрованих облікових каналів (10 кГц)	2
Комунікації	к-ть комунікаційних карт (виділений слот)	1

Модуль аналогового вводу TSX AEZ 414

Для прийому та обробки аналогових сигналів у системі використовується модуль TSX AEZ 414. Даний модуль має 4 диференціальні канали вводу та призначений для роботи з термопарами, датчиками термоопору та аналоговими сигналами напруги і струму.

Модуль забезпечує збір та обробку сигналів від датчиків температури, виконує аналого-цифрове перетворення вхідних сигналів, контроль допустимих значень параметрів та автоматичну лінеаризацію сигналів. Для термопар передбачена компенсація холодних спаїв і контроль справності підключення датчиків.

Основними характеристиками модуля є наявність 4 каналів вводу, 16-бітне аналого-цифрове перетворення та автоматична лінеаризація вимірювань.

Модуль TSX ACZ 03

Для роботи з аналоговими та дискретними сигналами у системі використовується модуль TSX ACZ 03. Модуль забезпечує підключення та обробку сигналів від різних типів датчиків і виконавчих пристроїв, а також дозволяє виконувати корегування параметрів технологічного процесу.

Модуль підтримує роботу з аналоговими сигналами напруги та струму, а також забезпечує можливість перетворення аналогових входів у дискретні сигнали. Для

корегування параметрів передбачене використання потенціометрів, що дозволяє змінювати уставки та налаштування прикладної програми.

Використання системи TELEFAST спрощує підключення входів і виходів ПЛК та забезпечує зручне з'єднання через гвинтові клеми. Це дозволяє спростити підключення обладнання та підвищити надійність роботи системи.

Модуль також забезпечує перетворення сигналів діапазону 0–20 мА та 4–20 мА, а також можливість використання аналогових входів як дискретних 24 В входів. Це розширює можливості застосування модуля в автоматизованій системі керування температурною підготовкою та подачею злитків.

Блок підключення TELEFAST 2 (ABE-7CPA01)

Для спрощення підключення датчиків та організації з'єднань у системі використовується блок TELEFAST 2 (ABE-7CPA01). Даний блок забезпечує перетворення стандартного роз'єму SUB-D у гвинтову клемну колодку для швидкого та зручного підключення обладнання.

Блок має клеми для підключення датчиків, ліній живлення та заземлення, що дозволяє забезпечити надійне з'єднання елементів системи. Використання TELEFAST спрощує монтаж і підключення датчиків до каналів ПЛК та підвищує зручність обслуговування системи.

Модуль аналогового виводу TSX ASZ 401

Для формування аналогових керуючих сигналів у системі використовується модуль TSX ASZ 401. Модуль має 4 аналогових виходи та призначений для передачі керуючих впливів на виконавчі механізми системи.

Модуль забезпечує прийом цифрових значень від програмованого логічного контролера та їх подальше цифро-аналогове перетворення у вихідні сигнали. Отримані сигнали використовуються для керування роботою виконавчих механізмів та регулювання технологічних параметрів процесу.

У модулі також передбачена обробка аварійних ситуацій та встановлення безпечного режиму роботи виходів при виникненні пошкоджень або порушенні зв'язку з ПЛК.

Модуль дискретного вводу/виводу TSX DMZ 28DT

Для роботи з дискретними сигналами в системі використовується модуль TSX DMZ 28DT, який містить дискретні входи та транзисторні виходи. Вхідні канали призначені для прийому сигналів від датчиків, їх обробки та захисту від перешкод.

Вихідні канали використовуються для передачі керуючих команд виконавчим механізмам системи. Підключення обладнання здійснюється через клемну колодку з гвинтовими з'єднаннями, що спрощує монтаж та обслуговування.

Термін експлуатації системи становить 5 років, при цьому основні елементи системи мають достатній ресурс для подальшої роботи та модернізації.

2.3.6 Підключення обладнання та організація обміну сигналами

В основі побудови автоматизованої системи керування лежить взаємодія датчиків та виконавчих механізмів, які ми інтегруємо через відповідні модулі контролера TSX Micro. Інформацію щодо цього підключення, а також специфікацію сигналів, що використовуються, можна розглянути у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Обладнання	Тип сигналу	Модуль ПЛК
Термопари нагрівальних колодязів	аналоговий	TSX AEZ 414
Датчики тиску газу	4–20 мА	TSX AEZ 414
Датчики витрати газу	4–20 мА	TSX AEZ 414
Датчики витрати повітря	4–20 мА	TSX AEZ 414
Фотоелектричні датчики Osiris	дискретний	TSX DMZ 28DT
Регулюючі клапани газопроводу	аналоговий вихід	TSX ASZ 401
Регулюючі клапани повітропроводу	аналоговий вихід	TSX ASZ 401
Електроприводи злитковозів	дискретний вихід	TSX DMZ 28DT

Первинна інформація про параметри системи (тиск, температура, витрата) формується у вигляді уніфікованих сигналів струму 4–20 мА, які зчитуються аналоговими модулями TSX AEZ 414. Після етапу квантування дані спрямовуються до обчислювального вузла ПЛК TSX Micro. Одночасно з цим блок TSX DMZ 28DT приймає дискретні імпульси від фотодатчиків Osiris, що дозволяє відстежувати точне розташування злитковозів. На основі отриманої сукупності даних контролер розраховує керуючі впливи, що транслуються через вихідні модулі на виконавчі ланки автоматики.

Для передачі аналогових сигналів у системі використовується струмовий сигнал 4–20 мА, який забезпечує високу завадостійкість та стабільність роботи в умовах металургійного виробництва.

Для спрощення монтажу та підключення польових сигналів використовується система TELEFAST 2 (ABE-7CPA01), яка забезпечує швидке та надійне підключення датчиків і виконавчих механізмів до модулів ПЛК через клемні з'єднання.

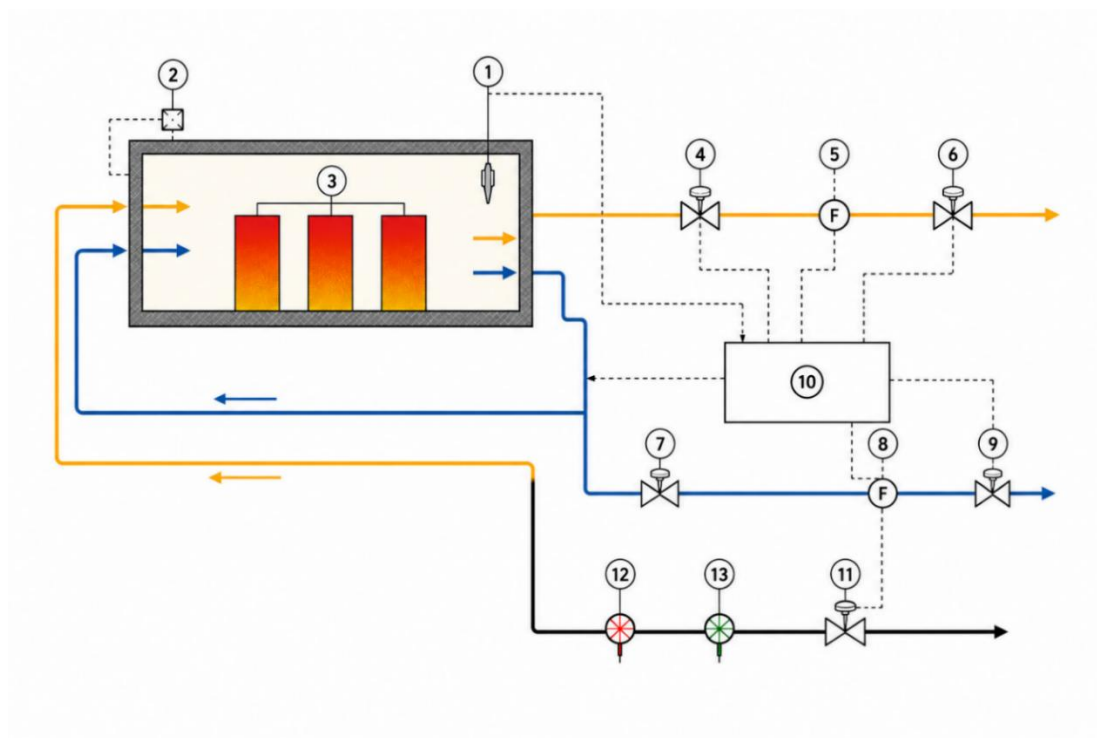


Рис. 2.5. Схема контролю та регулювання температури нагрівального колодязя

- 1 – термопара вимірювання температури у колодязі;
- 2 – фотоелектричний датчик наявності злитків;
- 3 – злитки;
- 4 – регулюючий клапан подачі газу;
- 5 – газопровід;
- 6 – датчик витрати газу;
- 7 – запірний клапан газу;
- 8 – регулюючий клапан подачі кисню;
- 9 – датчик витрати кисню;
- 10 – програмований логічний контролер (ПЛК);
- 11 – регулюючий клапан відхідних газів;
- 12 – термопара температури відхідних газів;
- 13 – датчик тиску відхідних газів.

Для запобігання аварійним ситуаціям у системі реалізовано програмні блокування, що унеможливають запуск взаємовиключних процесів одночасно. Зокрема, алгоритм захисту забороняє активацію газових клапанів, якщо в системі відсутній необхідний тиск кисню. Додатково передбачено екстрену зупинку: у разі збою чи втрати даних від фотоелектричних датчиків, будь-яке переміщення злитковоза миттєво припиняється в автоматичному режимі.

Обмін інформацією між ПЛК TSX Micro та SCADA-системою Vijeo Look здійснюється через OPC Factory Server із використанням Ethernet-з'єднання. Це забезпечує передачу технологічних параметрів, аварійних повідомлень та команд керування між рівнями системи автоматизації.

2.4 Алгоритм роботи системи

2.4.1 Алгоритм роботи системи контролю та керування

Будь яка система не може працювати без розробленого для неї алгоритму. При розробці алгоритму функціонування системи потрібно враховувати можливі варіанти в які може потрапити система.

Перед початком розробки алгоритму роботи АСК температурної обробки та подачі злитків в умовах Блюмінгу №2 АМКР потрібно встановити алгоритм роботи об'єкту.

У головний проліт нагрівальних колодязів злитки надходять у виливницях чи без них (роздягненими). З виливниць надходять злитки зі спокійної сталі. У стриперному відділенні ці злитки попередньо відриваються від виливниць спеціальними стриперними кранами, потім у відділенні нагрівальних колодязів виймаються з виливниць кліщовими кранами. Злитки з киплячих і напівспокійних сталей звільняються від виливниць у стриперному відділенні.

Посадка злитків у нагрівальні колодязі здійснюється кліщовими кранами вантажопідйомністю 20/50 т. Температура видачі злитків у прокатку складає 1270-1240°C.

З перших двох груп нагрівальних колодязів нагріті злитки укладаються кліщовими кранами безпосередньо на першу секцію прийомного рольганга, з інших груп підвозяться злитковозами до третьої секції прийомного рольганга. На полі рольганга зі злитковоза злитки зіштовхуються зіштовхувач злитків. Злитковози переміщаються по замкнутому кільцевому шляху (кільцева злиткоподача). У роботі постійно знаходяться чотири злитковоза. На один злитковоз укладаються в горизонтальному положенні по двох злитка масою по 12,5 т. Злитковози переміщаються по заданій програмі на визначеній відстані один від іншого. При повному круговому циклі кожний зі злитковозів один раз зупиняється у відповідній осередку під завантаження злитками і друг раз - у третьої секції прийомного рольганга для подачі злитків у прокатку.

Даний алгоритм описує технологічний процес температурної обробки та подачі злитків в умовах Блюмінгу №2 АМКР. Він є основний, початковим для створення потрібного алгоритму керування, контролю та інформаційного повідомлення для АСК.

Для даної системи контролю перед початком розроблення алгоритму потрібно визначити рівні через які пройде інформація, що при цьому з нею відбудеться і в якому стані вона буде зберігатися.

По-першу фіксується значення трьох головних параметрів витрат тиску та температури, які потрібні для нагріву злитків. Дані про ці параметри знімаються безпосередньо у колодязі з допомогою термопари датчика витрат та датчика тиску також вимірюється температура відхідних газів. Отримані результати передаються на контролер який зв'язаний з ОРС сервером, де з урахуванням на температуру отримується час знаходження злитків у колодязі, як що виникла якась критична ситуація на лінії прокатки і треба притримати злиток то за допомогою регулювання кількості газу та кисню існує можливість зменшити температуру, якщо ж навпаки треба підігріти злиток швидше то ми збільшуємо кількість кисню і газу.

Оскільки виймання злитка з колодязя та його завантаження на злитковоз є дуже складним і дороговартісним з точки зору автоматизації процесом, ця операція виконується кліщовими кранами вантажопідйомністю 20/50 т.

Кранівникам дає розпорядження оператор злиткоподачі, який завдяки впровадженню АСК температурної обробки керує подачею злитків та має повну інформацію про те, з якого колодязя необхідно виймати злиток. Після виймання злитка з колодязя злитковоз стає на потрібному прольоті нагрівальних колодязів, коли завантаження злитка закінчено, оператор відправляє візок до зіштовхувача злитків.

Останнім кроком є будова звіту, який можна поділити на двоє типів:

1. Щоденний звіт.
2. Тижневий звіт.

Перший є сумарне значення даних, які отримуються щохвилини. Другий є сумарне значення першого типу. Після визначення всіх цих кроків ми отримуємо повну нашу картину про алгоритм.

Функціонування автоматизованого комплексу керування нагрівальними колодязями ґрунтується на безперервному моніторингу ключових параметрів об'єкта та оперативному коригуванні витрат палива й окислювача. Вимірювання температурного режиму здійснюється за допомогою термоелектричних перетворювачів, чийі сигнали обробляються контролером TSX Micro. Виходячи з поточної інформації, ПЛК формує командні імпульси, які координують роботу виконавчих механізмів. Графічне зображення алгоритму функціонування системи представлено на рис. 2.5.

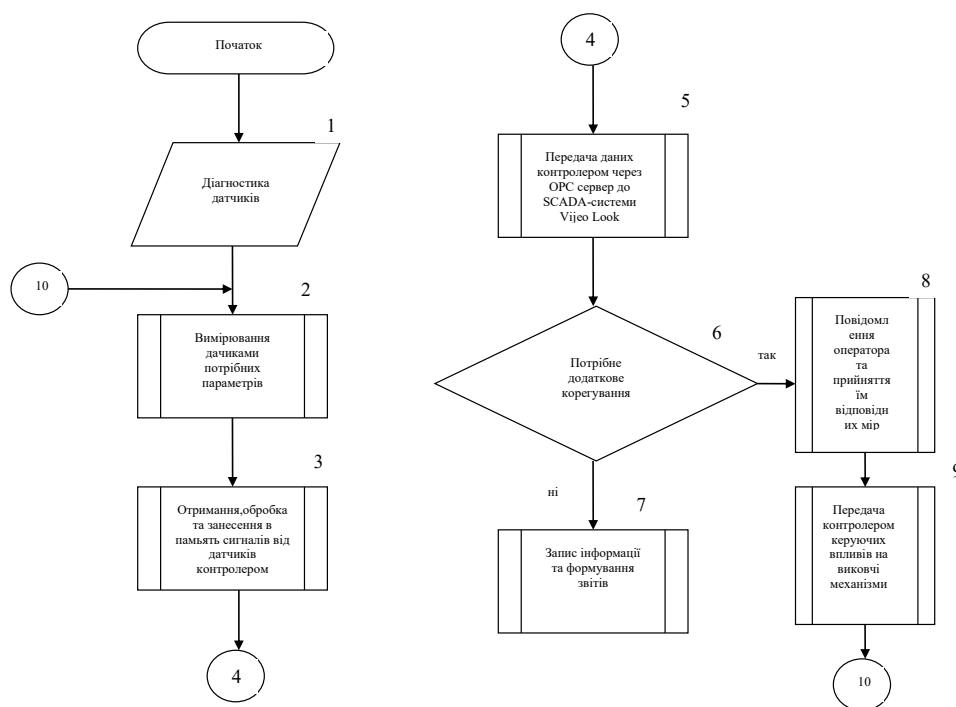


Рис. 2.5. Блок-схема алгоритму роботи автоматизованої системи керування

- 1 – діагностика датчиків;
- 2 – вимірювання датчиками необхідних технологічних параметрів;
- 3 – отримання, обробка та збереження сигналів від датчиків контролером;
- 4 – перехід до наступного етапу алгоритму після завершення обробки даних;
- 5 – передача даних контролером через OPC-сервер до SCADA-системи Vijeo Look;

- 6 – перевірка необхідності додаткового коригування параметрів технологічного процесу;
- 7 – запис інформації до архіву та формування звітів;
- 8 – повідомлення оператора та прийняття ним відповідних дій;
- 9 – передача контролером керуючих впливів на виконавчі механізми;
- 10 – завершення циклу роботи та перехід до нового циклу контролю параметрів.

Функціонування системи розпочинається з обов'язкового етапу самодіагностики сенсорів та верифікації стану апаратних засобів. Після успішної перевірки ПЛК переходить до циклічного опитування параметрів, виконуючи фільтрацію сигналів та їх архівацію у внутрішній пам'яті. Взаємодія між нижнім рівнем автоматизації та диспетчерським рівнем SCADA Vijeo Look реалізована на базі технології OPC-сервера. Таке архітектурне рішення залишає за оператором право втручатися в хід процесу для його точного налаштування. На завершення циклу контролер генерує командні імпульси, що координують роботу виконавчих органів.

2.5 Програмне забезпечення

2.5.1 Загальна структура

Я зупинила свій вибір на програмному забезпеченні компанії Шнейдер Електрик SCADA-системі Vijeo Look

Ця SCADA система призначена для АСУТП із невеликим числом входів/виходів, у якій реалізовані нові принципи організації системи візуалізації.

Система супервізорного керування Monitor Pro відома багатьом користувачам засобів автоматизації Шнейдер Електрик. Ця система краща для АСУТП із великим числом входів/виходів і необмеженим числом тегів, при рішенні складних задач централізованого керування на основі архітектури “клієнт-сервер”. Йдучи назустріч побажанням користувачів, компанія запропонувала нову SCADA-систему Vijeo Look, що призначена для керування виробничими процесами, що автономно

працюють машинами й апаратами с невеликим числом входів/виходів - до 1024 крапок.

Система Vijeo Look працює під керуванням операційних систем сімейства Windows. Мінімальні вимоги до комп'ютера – Celeron 566 МГц і 128 МБ оперативної пам'яті. Систему можна використовувати на промислових комп'ютерах компанії Шнейдер Електрик сімейства Magelis iPC.

Особливістю Vijeo Look є те, що система оптимально сполучить у собі головні якості, необхідні для успішного застосування в системах візуалізації з малою кількістю крапок уведення/висновку: невисоку ціну і можливість інтеграції в загальну систему керування. За ціною Vijeo Look позиціонується на рівні ведучих вітчизняних програмних продуктів того ж класу. Під час установки системи Vijeo Look, крім власне середовища розробки і виконання системи візуалізації, виробляється установка OPC Factory Server (OFS), MSDE, VBA, Java Runtime, комунікаційних драйверів Uni-Telway і засобів супроводу Laplink GOLD, що включаються в постачання продукту. Графічне середовище системи Vijeo Look така ж, як і в підсистемі Client Builder у системі Monitor Pro вір. 7. Можливе використання бібліотек графічних об'єктів Client Builder. При необхідності можна запрограмувати додаткові функції с допомогою Microsoft VBA, що входить у систему Vijeo Look.

Філософія побудови Vijeo Look ґрунтується на найсучасніших стандартах: для зв'язку з ПЛК і додатками використовується OPC, широко використовуються Active, у тому числі Active для рішення стандартних задач SCADA-систем, застосовується також технології Java Beans, MS VBA, ADO для архівації історичних даних, LapLink для пересилання додатків і вилученого обслуговування.

Зв'язок із ПЛК Quantum, Premium, Atrium, Micro, Momentum, Twido, а також контролерами Шнейдер Електрик попередніх поколінь реалізується на основі OPC Factory Server (OFS) компанії. Система на 1024 крапки входів/виходів через відповідний OPC-сервер може зв'язуватися і з пристроями інших виробників. Для архівації даних використовуються Jet Engine (СУБД MS-ACCESS) чи MSDE (СУБД

MS-SQL Server). Користувач може придбати систему розробки (Build Time) разом із системою Run Time чи тільки варіант Run Time.

Основні складові Vijeo Look: підсистема HMI виконує візуалізацію, RTDS – сервер даних PB, HDS – сервер “історичних” даних, OFS – підсистема, через яку здійснюється зв'язок з контролерами. OFS поставляє дані в RTDS, підсистема RTDS, у свою чергу, є джерелом даних для HDS. Найбільш яскравими характеристиками Vijeo Look можна назвати використання стандартів OPC – підсистеми OFS для зв'язку з КОНТРОЛЕРОМ і додатками, а так само графічне середовище для формування користувальницьких екранів.

Vijeo Look володіє гарними графічними засобами, що є інтегрованим середовищем для розробки, налагодження і запуску додатка. Графічне середовище системи включає бібліотеки графічних об'єктів, що користувач може поповнювати і набудовувати; мається великий набір убудованих видів анімації. Стандартними видами анімації є так звані “позиційні” анімації, серед яких можна виділити анімації обертання і переміщення по заданому шляху. Розмір створюваної графічної сторінки не обмежений. Підтримується 24-бітова палітра квітів; можна імпортувати графіку й анімацію різноманітних і широко використовуваних форматів. У створеному додатку підтримується функція зміни масштабу зображення. Vijeo Look забезпечує гнучку конфігурацію рівнів доступу і прав користувачів на основі роботи з 16 шарами. Мається можливість включати контейнери Active і Java Beans, програмувати обробку мовою Бейсик (MS VBA). Графічне середовище забезпечує відображення трендів, перегляд аварійно-попереджувальних сигналів і доступ до збереженого на твердому диску архіву даних.. Будь-яке вікно незалежне від інших можна переключати з режиму розробки в режим виконання і проводити зворотне переключення.

Vijeo Look є сучасним програмним продуктом, що відповідають самим строгим вимогам до SCADA-систем. Системні інтегратори і кінцеві користувачі Шнейдер Електрик можуть скористатися перевагами Vijeo Look для рішення своїх задач. В даний час компанія пропонує користувачам другу версію, що полегшує

користувачам розробку проектів і підсилює функціональні можливості. Хотілося б досконаліше розглянути основні особливості OPC.



Рис. 2.6. OPC

OLE for Process Control (OPC) це нова технологія, розроблена для об'єднання Windows-додатків і устаткування для керування технологічними процесами. Ця технологія являє собою відкритий стандарт, що встановлює єдиний метод доступу до даних пристроїв промислової автоматики. Згаданий метод не залежить від типу і джерела даних. Таким чином, кінцевий користувач вільний у виборі програмного забезпечення й апаратури, що відповідають його основним виробничим потребам, і від нього не потрібно прийняття яких-небудь рішень зв'язаних із застосуванням закритих ліцензійних драйверів.

Звичайно щоразу, коли додаток вимагає доступу до пристрою промислової автоматики, потрібно написання замовленого чи інтерфейсу драйвера. Оскільки OPC визначає загальний єдиний інтерфейс, що відповідає сервер може бути написаний один раз і використовуватися надалі багаторазово в будь-якому проекті, SCADA-системі, людино-машинному чи інтерфейсі спеціальному замовленому програмному пакеті. Крім того, OPC-сервери можуть бути доступні і легко керуватися з боку таких додатків Visual Basic, як макроси Microsoft Excel чи додатків Microsoft Access. Клієнти OPC можуть бути написані в середовищі кожного з існуючих у даний час windows-додатків без використання спеціального програмного чи забезпечення інструментальних пакетів.

З приходом стандарту OPC, кінцеві користувачі одержали можливість вибору з великого набору OPC-серверів, що випускаються, наприклад OPC-сервер від Schneider. Багато постачальників програмного забезпечення для керування виробництвом надають можливість зв'язку своїх продуктів з OPC-серверами. Точно

також багато постачальників розподілених систем керування (DCS) використовують для обміну інформацією технологію OPC.

OPC заснований на технології Microsoft OLE/COM

Автоматизація OLE (Object Linking and Embedding) забезпечує доступ до даних через локальну мережу, вилучені чи вузли Internet.

COM (Component Object Model) дозволяє визначати Об'єкти за допомогою Методів і Властивостей, що представляються як ІНТЕРФЕЙСИ.

(Властивості) Properties = Іменованій Атрибут Об'єкта

(Методи) Methods = Функції, що виконуються даним Об'єктом

OPC забезпечує локальний і вилучений доступ

COM = Local : Клієнт і сервер на одній і тій же машині.

DCOM = Remote : Клієнт і сервер на різних машинах.

2.5.2 Обмін даними (OPC)

OPC: Вилучена / Локальна архітектури.

Клієнт взаємодіє із сервером, користаючись точно визначеним OPC-інтерфейсом. Тому будь-який OPC-клієнт може зв'язуватися з будь-яким OPC-сервером незалежно від типу низового пристрою збору даних, для якого він (сервер) споконвічно розроблений.

OPC побудований на добре відпрацьованій і випробуваній у справі базі Microsoft OLE технології. Крім того, специфікація OPC розроблена на відкритій основі для того, щоб відповідати загальним потребам промисловості, а не специфічним нестаткам окремих виробників програмного чи забезпечення устаткування. Специфікація також розрахована на безперервну еволюцію функціональності в часі таким чином, що компоненти OPC можуть залишатися нагорі знову виникаючих потреб промисловості.

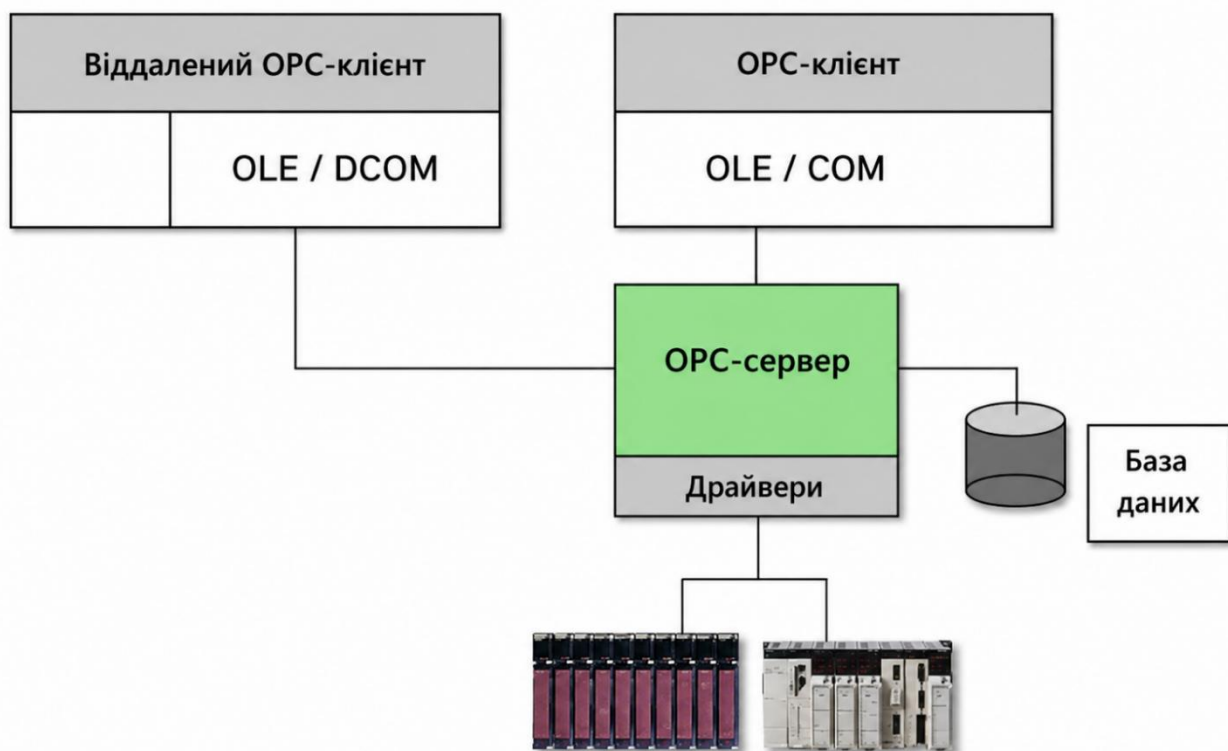


Рис. 2.7. Структурна схема взаємодії OPC-сервера з клієнтами та ПЛК

На верхньому рівні OPC-сервер складається з декількох об'єктів: сервер, група й елемент. OPC-сервер, як об'єкт, містить інформацію про сервер і сервери, що служать контейнерами для об'єктів типу OPC-група.

Об'єкт типу OPC-група містить інформацію про себе і реалізує механізм розміщення, а також локальної організації OPC-елементів.

OPC-групи надають клієнтам метод організації даних. Наприклад, група може представляти елементи на конкретному операторському чи відеокадрі в звіті. Дані можуть зчитуватися і записуватися. Зв'язок «по зміні» також може бути створена між клієнтом і елементами в групі, крім того цей зв'язок може бути активізована чи припинена по необхідності. OPC-клієнт може настроїти OPC-сервер на заданий характер і темп зміни даних, при якому ці зміни повинні передаватися OPC-клієнту.

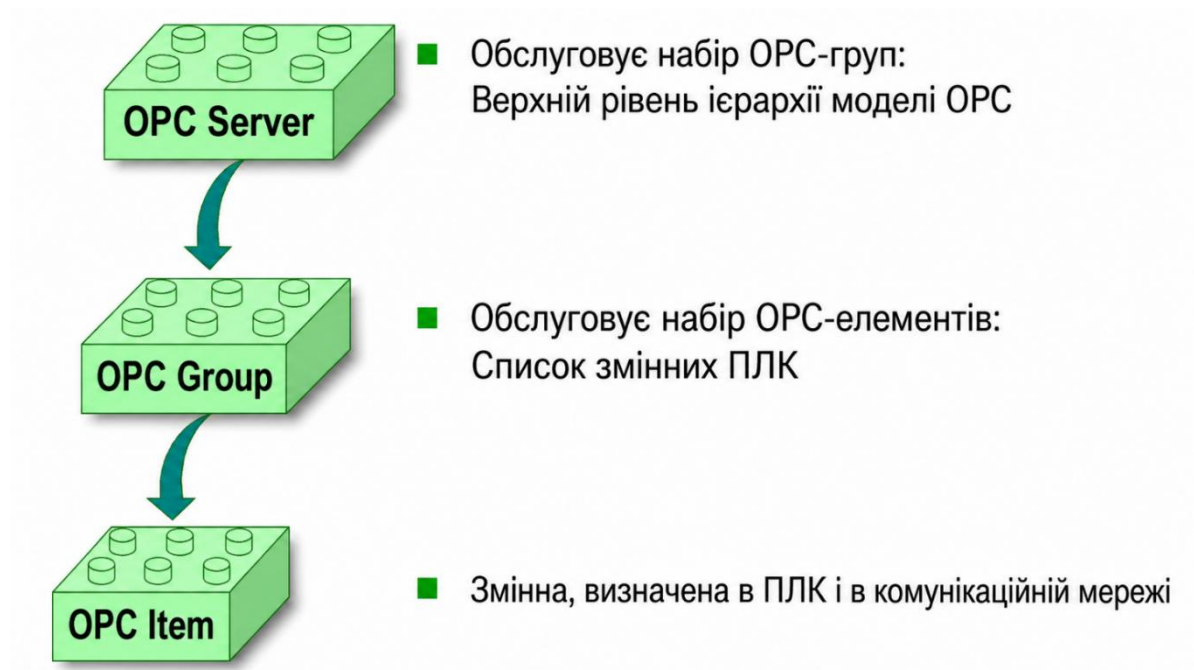


Рис. 2.8. OPC: Ієрархія об'єктів

Усередині кожної групи клієнт може визначити один чи більш OPC-елементів.

OPC-елементи представляють підключення до джерел даних усередині сервера. З погляду користувацького інтерфейсу OPC-елемент недоступно OPC-клієнту, як об'єкт. У такий спосіб для OPC-елемента не існує визначеного зовнішнього інтерфейсу. Весь доступ до елементів OPC здійснюється через об'єкт OPC-група, у якому "міститься" чи визначений OPC-елемент.

Слід зазначити, що елементи є не джерелами даних, а просто зв'язками для доступу до них (джерелам). Наприклад, тег у SCADA-системі існує незалежно від того, чи здійснює OPC-клієнт доступ до нього в даний момент часу. OPC-елемент варто розуміти, як просто специфікацію адреси даних, а не їхнє фізичне джерело.

Vijeo Look як OPC-клієнт. OPC, стандарт інтерфейсу multi-Client/Server, інтегрований у Vijeo Look і дозволяє здійснювати локальний чи вилучений обмін у реальному часі з використанням технології COM/DCOM.

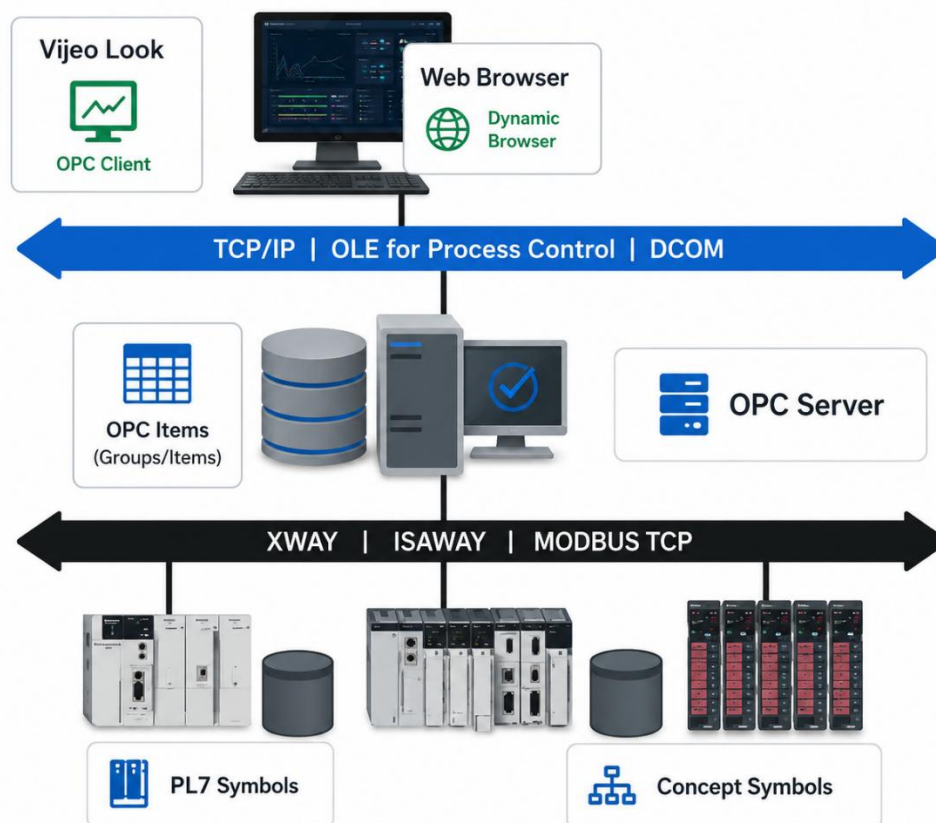


Рис. 2.9. Vijeo Look як OPC-клієнт

Клієнтська частина OPC-функціональності пакета Vijeo Look забезпечує можливість підключення до всіх систем керування які мають в сервері об'єктів OPC. Зокрема це відноситься і до продукту Schneider —OPC Factory Server“, що підтримує доступ до систем керування на базі устаткування Schneider Electric. OPC Factory Server корпорації Schneider забезпечує «прозорий» доступ клієнтських додатків типу Vijeo Look до об'єктів (перемінним чи символьним іменам) всередині контролера.

Перелік підтримуваних драйверів включає:

Modbus + Modbus TCP/IP XWAY ISAWAY Unite-TCP/IP.

Vijeo Look містить додатковий стандартизований засіб забезпечення «відкритості»: сервер об'єктів OPC. Цей сервер дає прямий доступ до бази даних реального часу Vijeo Look. Усі локальні чи вилучені додатки (MES, ERP і т.д.), що

володіють властивостями OPC-клієнта, такому образом мають прямий доступ до об'єктів реального часу всередині Vijeo Look.

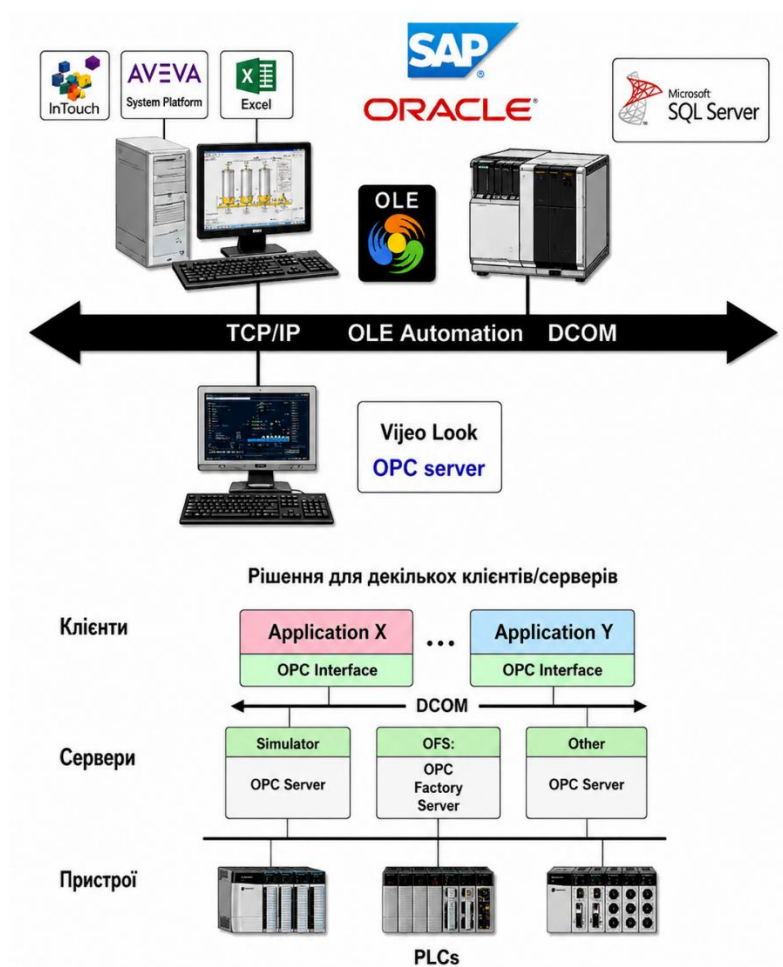


Рис. 2.10. Архітектура взаємодії OPC-клієнтів та OPC-серверів

2.5.3 SCADA і візуалізація

Для візуалізації процесів температурної підготовки та подачі злитків у роботі використовується SCADA-система Vijeo Look. Вона виконує функції людино-машинного інтерфейсу та дає можливість створювати графічні сторінки, за допомогою яких оператор може спостерігати за станом технологічного процесу і контролювати роботу обладнання.

У режимі роботи SCADA-система отримує поточну інформацію з OPC-сервера та відображає її на персональному комп'ютері оператора. Це дозволяє в реальному

часі контролювати основні параметри системи, зокрема температуру, стан обладнання, положення механізмів та сигнали аварійної або попереджувальної сигналізації.

Для організації обміну даними у Vijeo Look використовується сервер поточних даних RTDS. Він забезпечує зв'язок між OPC-сервером, графічним інтерфейсом оператора та системою архівування. Через RTDS у систему надходять значення змінних, які потім використовуються для відображення параметрів на екранах SCADA.

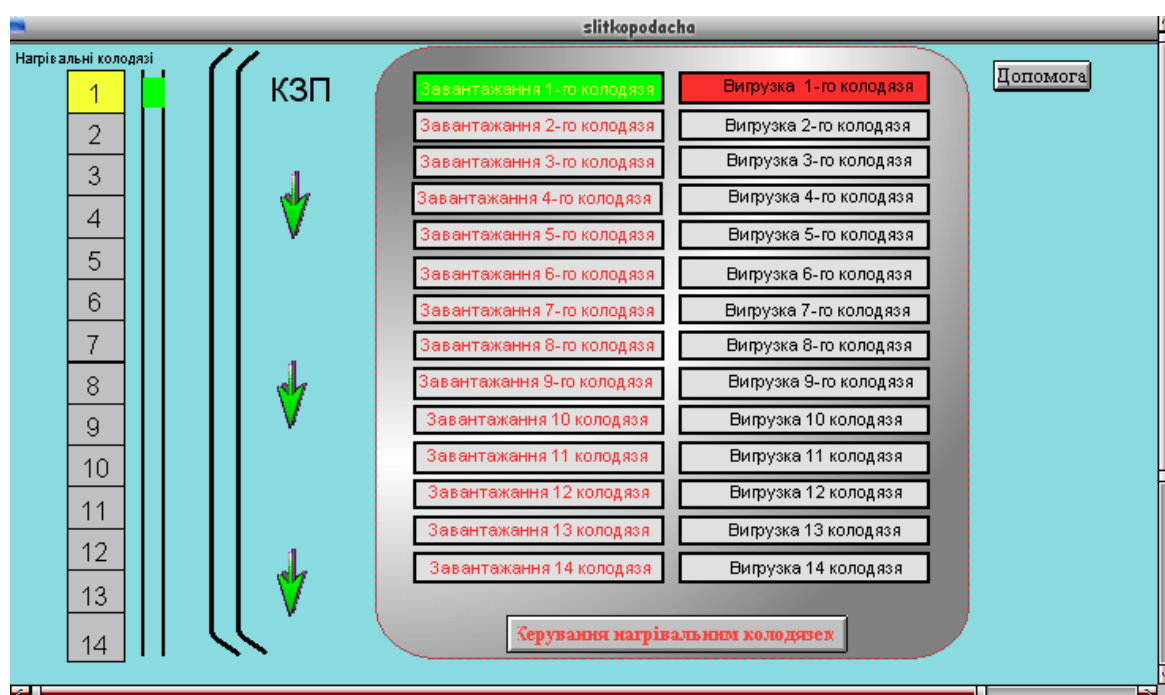


Рис. 2.11. Керування злиткоподачею

У проєкті створюються внутрішні змінні, які об'єднуються в логічні групи відповідно до елементів обладнання. Такі змінні використовуються для відображення температури, стану виконавчих механізмів, сигналів аварії та інших параметрів технологічного процесу. Це дозволяє зробити графічні сторінки більш зрозумілими для оператора та зручними для контролю.

Візуалізація технологічного процесу виконується у вигляді графічних сторінок. На них можуть бути показані основні елементи системи: нагрівальні

колодязі, злитковози, трубопроводи, засувки, датчики та інші об'єкти керування. Графічні сторінки можуть працювати у двох режимах: режимі розробки та режимі виконання. У режимі розробки створюються і налаштовуються графічні елементи, а в режимі виконання вони оновлюються відповідно до поточних значень параметрів.

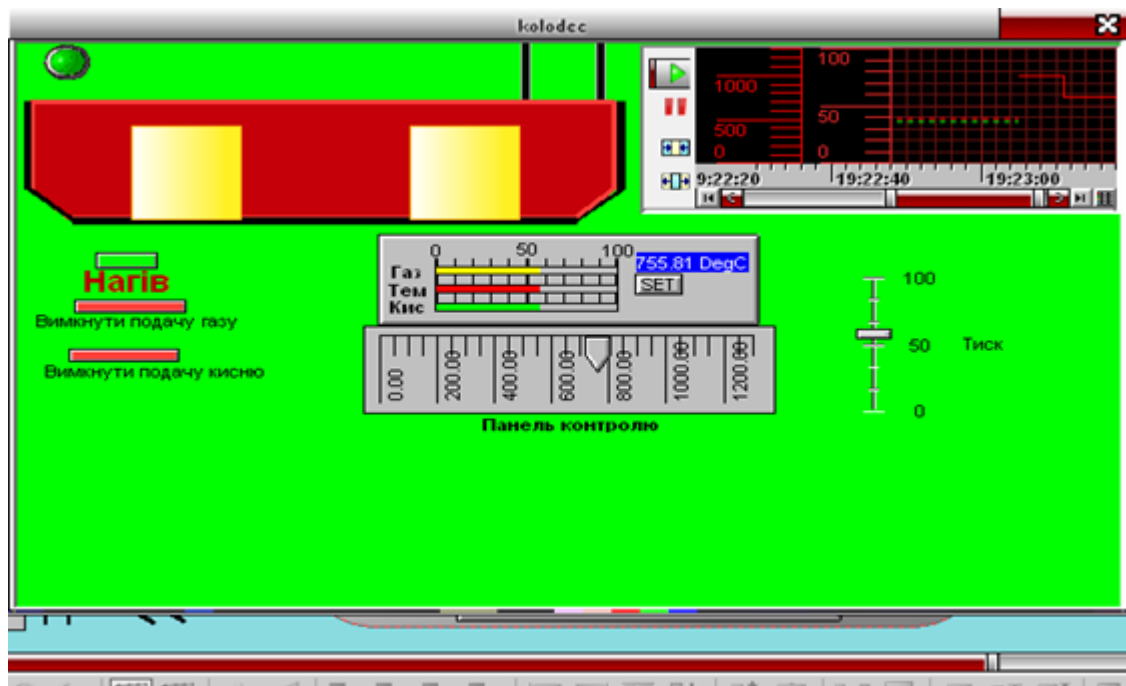


Рис. 2.12. Керування нагрівальним колодязем

Для підвищення наочності у SCADA-системі використовується анімація графічних елементів. Вона дозволяє змінювати колір, текстові мітки або числові значення залежно від стану відповідної змінної. Наприклад, зміна кольору може показувати стан обладнання або наявність аварійного сигналу, а числові поля можуть відображати поточні значення температури чи інших параметрів.

Застосування SCADA-візуалізації дає оператору можливість швидше оцінювати стан технологічного процесу, контролювати роботу нагрівальних колодязів і злиткоподачі, а також своєчасно реагувати на відхилення або аварійні ситуації. Це підвищує зручність керування системою та зменшує вплив людського фактору.

2.6 Заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності

У процесі роботи блюмінгу №2 та системи температурної підготовки і подачі злитків на персонал впливає ряд небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Основними з них є висока температура нагрівальних колодязів, рухомі механізми, кранове обладнання, запиленість, шум та електрообладнання. Впровадження автоматизованої системи керування дозволяє підвищити безпечність виробництва, зменшити вплив людського фактору та покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

2.6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Робота обладнання блюмінгу та нагрівальних колодязів супроводжується дією небезпечних факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників та безпеку виробництва. Особливу небезпеку становлять високі температури, рухомі механізми подачі злитків, кранове обладнання та електроустановки високої потужності.

Таблиця 2.5

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори

№	Фактор	Можливі наслідки
1	Висока температура нагрівальних колодязів	Опіки, перегрів організму
2	Рухомі механізми подачі злитків	Травмування персоналу
3	Кранове обладнання	Падіння вантажу, механічні травми
4	Запиленість та газу	Захворювання органів дихання
5	Підвищений рівень шуму	Погіршення слуху, втома

6	Електрообладнання	Ураження електричним струмом
---	-------------------	------------------------------

2.6.2 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці

Для зниження впливу небезпечних факторів у системі передбачаються організаційні та технічні заходи. Автоматизація процесу подачі злитків дозволяє зменшити перебування персоналу поблизу нагрітого обладнання та рухомих механізмів. Також передбачено використання систем сигналізації, блокування та контролю технологічних параметрів для зменшення травматизму.

Таблиця 2.6

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори під час роботи нагрівальних колодязів

№	Фактор	Можливі наслідки
1	Висока температура нагрівальних колодязів	Опіки, перегрів організму
2	Рухомі механізми подачі злитків	Травмування персоналу
3	Кранове обладнання	Падіння вантажу, механічні травми
4	Запиленість та газу	Захворювання органів дихання
5	Підвищений рівень шуму	Погіршення слуху, втома
6	Електрообладнання	Ураження електричним струмом

2.6.3 Засоби індивідуального захисту

Для забезпечення безпечної роботи персонал повинен використовувати засоби індивідуального захисту відповідно до умов виробництва та характеру виконуваних робіт.

Таблиця 2.7

Засоби індивідуального захисту

№	Засіб індивідуального захисту	Призначення
1	Захисна каска	Захист голови
2	Термостійкий спецодяг	Захист від високої температури
3	Захисні рукавиці	Захист рук від опіків
4	Захисні окуляри	Захист очей
5	Респіратор	Захист органів дихання

2.6.4 Пожежна безпека

Виробництво блюмінгу №2 характеризується підвищеною пожежною небезпекою через наявність високотемпературного обладнання, електроустановок та мастильних матеріалів. Для забезпечення пожежної безпеки необхідно передбачити використання первинних засобів пожежогасіння, систем сигналізації та дотримання правил експлуатації обладнання.

Таблиця 2.8

Види вогнегасників

Тип вогнегасника	Місце встановлення
Порошковий	Виробничі дільниці
Вуглекислотний	Електрощитові
Пінний	Допоміжні приміщення

Висновки

У рамках кваліфікаційного дослідження було спроектовано комплекс автоматизації для оптимізації температурної підготовки та транспортування металевих заготовок у прокатний цех (на прикладі блюмінга №2 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»). Доцільність модернізації зумовлена потребою мінімізації теплових втрат металу під час його переміщення, стабілізації завантаження прокатного стану та загального підвищення ККД нагрівальних колодязів.

Під час досліджень детально вивчено специфіку функціонування кільцевого злиткоподавання та нагрівальних установок, що дозволило виявити слабкі місця діючого комплексу. Основними деструктивними факторами визначено високий рівень теплових втрат при логістиці, слабку синхронізацію суміжних агрегатів та надмірну залежність виробничого циклу від оператора.

Для вирішення окреслених проблем запропоновано нову архітектуру системи автоматичного керування (САК). Вона забезпечує безперервний моніторинг теплових режимів колодязів, облік витрати паливних компонентів (газу й повітря), позиціонування рухомого складу та видачу керуючих команд. Апаратний рівень побудовано на базі програмованого контролера Schneider Electric TSX Micro, оптичних сенсорів Osiris, датчиків температури та відповідної периферії.

Програмна частина містить алгоритми збору й архівації вимірювальних даних, інтеграцію через OPC-інтерфейс та візуалізацію параметрів у середовищі SCADA Vijeo Look. Це дає змогу диспетчеру безперервно відстежувати хід підготовки металу та вчасно коригувати роботу обладнання.

Практичний ефект від впровадження САК полягає у підвищенні експлуатаційної стабільності обладнання, зменшенні охолодження злитків, зростанні сортності прокату та продуктивності цеху при суттєвому зниженні суб'єктивного фактору. Гнучкість архітектури створює потенціал для подальшого масштабування системи та її інтеграції в загальну цифрову екосистему підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічна інструкція «Нагрів злитків у нагрівальних колодязях цеху Блюмінг №2».
2. Обладнання обжимних станів. Технологічна інструкція.
3. Казанцев Є. І., Котляревський Є. М., Баженов А. В., Заварова І. С. Енергозберігаюча технологія нагріву злитків. Київ : Металургія, 1992. 176 с.
4. Бутковський А. Г., Малий С. А., Андрєєв Ю. Н. Управління нагрівом металу. Київ : Металургія, 1981. 272 с.
5. Гусовський В. Л., Оркін Л. Г., Тимчак В. М. Методичні печі. Київ : Металургія, 1972.
6. Пашистов М. А., Брук В. Д. Сучасні конструкції полум'яних термічних печей. 1982. 48 с.
7. Мельниченко Є. Ф., Немзер Г. Г. Шляхи економії палива в полум'яних печах. 1989. 152 с.
8. Нагрів металу перед прокаткою : довідник для робітників. 1963. 221 с.
9. Конструкції, методи монтажу та експлуатація термічних і нагрівальних печей : збірник праць. 1988. 129 с.
10. Бернштейн М. Л. Термічна обробка сталі. 1983. 480 с.
11. Райцес В. Б. Техніка безпеки в термічних цехах. Київ : Техніка, 1988. 159 с.
12. Інформаційно-вимірювальні пристрої і системи прокатних станів / за ред. Н. А. Рюмшина, Е. В. Головіна. Київ, 1990. 158 с.
13. Бутковський А. Г., Малий С. А. Управління нагрівом металу. 1991. 111 с.
14. Корольов А. А. Прокатні стани і обладнання прокатних цехів. 1981. 203 с.
15. Бесекерський В. А., Попов Є. П. Теорія систем автоматичного регулювання. 1975.
16. Ткачук К. М. Безпека праці в промисловості. Київ : Техніка, 1982. 231 с.
17. Безпека виробничих процесів : довідник. 1985. 325 с.
18. Жидецький В. Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Львів, 2000.
19. Мігович Г. Г. Довідник з цивільної оборони. Київ, 1989.

20. Білецький Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. Київ : Либідь, 1995.
21. Ганз С. Н. Очистка промислових газів. 1986.
22. Люшкін В. С., Камзієт Ж. С., Коваленко А. В. Раціональне природокористування. Київ, 1997.
23. Коровін В. Г. та ін. Системи програмного управління промисловими установками і робототехнічними комплексами. 1990.
24. Schneider Electric. Modicon TSX Micro Hardware Reference Manual. URL: <https://www.se.com>
25. Schneider Electric. TSX Micro PLC User Manual. URL: <https://www.se.com>
26. Schneider Electric. TSX AEZ 414 Analog Input Module User Guide. URL: <https://www.se.com>
27. Schneider Electric. TSX DMZ 28DT Discrete I/O Module User Guide. URL: <https://www.se.com>
28. Schneider Electric. Osiris Photoelectric Sensors Catalogue. URL: <https://www.se.com>
29. Schneider Electric. OPC Factory Server User Manual. URL: <https://www.se.com>
30. Schneider Electric. Vijeo Look User Guide. URL: <https://www.se.com>



i Метадані

D ДОКУМЕНТ

Заголовок

151-10д-2026врб

Автор

151-10д-2026врб

Науковий керівник / Експерт

Модло Є

ID документу

334133601

ORGANIZACIJA

Назва організації

STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY

підрозділ

STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY

ЗВІТ

Дата звіту

6/2/2026

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

11851

Кількість слів



КЦ

94305

Кількість символів

P Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		5
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		181

D Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копію тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Копію тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	2014_6050201_laremkevych_Andrii_Volodymyrovych_12940 10/25/2024	143 (1.21 %)

**ЗГОДА здобувачки вищої освіти
Державного університету економіки і технологій про перевірку
кваліфікаційної роботи на прояви академічного плагіату
та розміщення в Репозитарії Університету**

Я, Степанюк Аліна Леонідівна, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна бакалаврська робота на тему: «Автоматизована система управління температурної підготовки і подачі злитків в умовах Блюмінгу №2» виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Державного університету економіки і технологій ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Також я поінформована, що відповідно до «Положення про Репозитарій (електронну базу даних) Державного університету економіки і технологій» зазначена робота буде розміщена в Електронному архіві Університету (Репозитарії ДУЕТ). З умовами такого розміщення ознайомена.

Дата 15.06.2026