МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем

Кваліфікаційна робота (проєкт)

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему Проєкт автоматизації процесу отримання агломерату в умовах агломераційної фабрики. Система автоматичного регулювання температури у запалювальному горні

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1511
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва спеціальності)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)
освітньої програми Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(назва освітньої програми)
С. В. Струков
(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н. Овчинникова І. А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент директор ТОВ «Електротехмаш» Курілець І. А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно -інтегровані технології
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІКФС
_____ Коваленко В.Л.
" ____ " _____ 20 __ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Струкову Святославу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Проєкт автоматизації процесу отримання агломерату в умовах агломераційної фабрики. Система автоматичного регулювання температури у запалювальному горні
керівник роботи Овчинникова І. А., доцент, канд.техн.наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «27» грудня 2024 року № 2029-с
2 Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 р.
3 Вихідні дані до роботи технічна документація, технологічні інструкції, дані, отримані під час проходження виробничої практики
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз існуючого рівня автоматизації; розробка схеми інформаційних потоків; розробка технічного завдання; структура програмно-технічного комплексу; проєктування системи автоматизації агломашини; розробка технічної документації; розрахунок системи автоматизації та показників її надійності; техніко-економічних показники; охорона праці та техногенна безпека
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): функціональна схема автоматизації, принципові електричні схеми, монтажно-комутаційна схема, схема зовнішніх з'єднань.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц. Овчинникова І. А.		
2	доц. Овчинникова І. А.		
3	доц. Овчинникова І. А.		
4	доц. Овчинникова І. А.		
5	доц. Овчинникова І. А.		
6	доц. Овчинникова І. А.		
7	доц. Овчинникова І. А.		
8	доц. Овчинникова І. А.		

7 Дата видачі завдання 14.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючого рівня автоматизації	14.04-20.04.25	виконано
2	Розробка схеми інформаційних потоків	21.04-27.04.25	виконано
3	Розробка технічного завдання	28.04-04.05.25	виконано
4	Вибір структури та складу програмно-технічного комплексу	05.05-11.05.25	виконано
5	Проєктування системи автоматизації ковпакової печі	12.05-18.05.25	виконано
6	Розробка технічної документації	19.05-25.05.25	виконано
7	Розрахунок системи автоматизації та показників її надійності	26.05-01.06.25	виконано
8	Розрахунок техніко-економічних показників	02.06-05.06.25	виконано
9	Розгляд питань охорони праці та техногенної безпеки	06.06-10.06.25	виконано
10	Розробка презентації роботи, проходження нормконтролю, підготовка доповіді	11.06-16.06.25	виконано

Студент _____ Святослав СТРУКОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ Ірина ОВЧИННИКОВА
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Ірина ОВЧИННИКОВА
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Струков С. В. Проєкт автоматизації процесу отримання агломерату в умовах агломераційної фабрики. Система автоматичного регулювання температури у запалювальному горні

Кваліфікаційна робота бакалавра на здобуття вищої освіти за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», науковий керівник І. А. Овчинникова, Запорізький національний університет, Інженерний науково-навчальний інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем. Запоріжжя, 2025.

Метою роботи є розробка системи автоматичного регулювання температури у запальному горні агломераційної машини.

У загальній частині описаний технологічний агрегат і процес спікання агломераційної шихти, також дана оцінка існуючому рівню автоматизації спікального відділення. Спроектована схема матеріальних та інформаційних потоків, розроблено технічне завдання на проєктування. Вибрано комплекс технічних засобів автоматизації, розрахований та обраний регулюючий орган та виконавчий механізм. Розроблена функціональна схема автоматизації та на її основі: принципова електрична схема, принципова електрична схема живлення, монтажна комутаційна схема щита КВПіА, зовнішній вигляд щита КВПіА та вид на внутрішні панелі та схема зовнішніх з'єднань. Виконаний розрахунок надійності САР температури запалювального горну. Виконаний техніко-економічний розрахунок за організаційно-економічними питаннями.

У розділі охорони праці та техногенної безпеки розглянуто основні проблеми та шляхи вирішень питань з безпеки виробництва

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, шести розділів, висновків, переліку джерел посилання з 28 найменувань, викладена на 108 сторінках машинописного тексту, включаючи 18 рисунків, 13 таблиць та 1 додаток.

Ключові слова: агломерація, САР, регулятор, проєкт, система автоматизації, регулюючий орган

ЗМІСТ

Вступ…… 8
1 Техніко-економічне обгрунтування створення системи автоматизованного управління технологічного процесу…….. 10
1.1 Цілі впровадження автоматизованої системи…… 10
1.2 Актуальність впровадження автоматизованої системи керування…… 11
1.3 Розробка схеми матеріальних та інформаційних потоків агломашини …… 18
2 Технологічні особливості управліня агломераційним виробництвом……. 21
2.1 Конструкція технологічного агрегату…….. 21
2.2 Технологічні величини та особливості їх вимірювання 29
2.3 Технічне завдання для створення автоматизованої системи агломераційним виробництвом…… 31
3 Розробка системи автоматизації…… 34
3.1 Аналіз існуючих систем автоматизації…… 34
3.2 Обґрунтування структури управління…… 36
3.2.1 Загальні положення про ієрархічні системи управління……. 37
3.2.2 Структурна схема багаторівневої системи автоматизації…….. 39
3.3 Вибір технічних засобів…… 40
3.3.1 Первинні перетворювачі та вторинні прилади…… 40
3.3.2 Вибір контролера та його компонування…….. 49
3.4 Розробка функціональної схеми автоматизації спікального горна. 54
3.4.1 САР рівня шихти в бункерах……. 55
3.4.2 САР укладання шихти на аглострічку……..… 55
3.4.3 САР вологості та газопроникності…… 55
3.4.4 САР запалювання агломераційної шихти…… 56
3.4.5 САР спікання агломераційної шихти…… 56

3.4.6 САР температури шихти на охолоджувачі…….. 57
3.5 Специфікація комплексу технічних засобів…….. 57
4 Розробка технічної документації для САР…… 59
4.1 Розробка принципової електричної схеми…….. 59
4.2 Розробка схеми зовнішніх з'єднань, вибір щитів…… 60
4.3 Розрахунок регулюючого органу……. 61
4.4 Розрахунки зчленування регулюючого органа з виконавчим механізмом…….. 67
4.4.1 Побудова статичної характеристики з'єднання регулюючого органа з об'єктом регулювання методом геометричного множення… 67
4.4.2 Побудова оптимальної безрозмірної статичної характеристики зчленування виконавчого механізму з регулюючим органом…….. 69
4.4.3 Розрахунки з'єднання регулюючого органа з виконавчим механізмом…….. 70
4.5 Вибір виконавчого механізму…… 72
4.6 Розрахунок та моделювання САР…… 73
4.6.1 Апроксимація перехідних функцій об'єкта керування…… 74
4.6.2 Інженерний розрахунки настроювань…….. 79
4.7 Розробка макету мнемосхеми…… 82
5 Розрахунок техніко-економічних показників…….. 83
5.1 Розрахунок капітальних затрат на створення АСУ…… 83
5.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на функціонування системи автоматизації…… 84
5.3 Розрахунок очікуваної економії після впровадження АСУ…..… 86
5.4 Розрахунок показників економічної ефективності АСУ…… 88
6 Охорона праці та техногенна безпека…….. 91

6.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів……. 91
6.2 Заходи з поліпшення умов праці…….. 94
6.3 Виробнича санітарія…….. 96
6.4 Електробезпека…….. 98
6.5 Пожежна та техногенна безпека…….. 99
6.6 Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)……. 102
Висновок……..…… 104
Використана література……..…….. 105
Додаток А…… 108

ВСТУП

Сучасний етап розвитку металургійної промисловості в світі характеризується посиленням інтенсивності технологічних і виробничих процесів. Впровадження великих металургійних агрегатів і комплексів дає змогу раціональніше використовувати сировинні ресурси, енергоносії та капіталовкладення. Проте ефективне управління складними та динамічними технологічними системами без застосування новітніх методів і засобів автоматизації є вкрай утрудненим або взагалі неможливим.

Найефективнішим інструментом управління технологічними об’єктами є централізовані системи управління, що базуються на теорії управління та використовують економіко-математичні методи, обчислювальні засоби і спеціалізовану техніку. Такі системи відомі під назвою автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП). Вони охоплюють широкий спектр рішень для керування технологічними об’єктами, забезпечуючи різний рівень автоматизації та звільнення оператора від виконання функцій контролю і регулювання.

Автоматичні системи управління є складовою АСУ ТП, представляючи вищий щабель їх розвитку. Ключовим елементом цих систем виступають автоматичні системи регулювання (АСР), що утворюють локальну, або місцеву, автоматику.

АСУ ТП є якісно новим етапом розвитку засобів і методів керування технологічними процесами, оскільки вони враховують не лише технічні (фізичні) параметри, як раніше, але й техніко-економічні показники та критерії ефективності. У таких системах поєднуються досягнення локальної автоматики, централізованого контролю, електроніки й обчислювальної техніки. Вони дозволяють централізовано обробляти первинну інформацію в реальному часі, використовувати її для оперативного управління процесами та подальшого аналізу на вищих рівнях управління для вирішення виробничих та економічних завдань.

Отже, АСУ ТП виступають не лише засобом управління технологічними процесами, а й джерелом точної й своєчасної інформації для вищих рівнів автоматизованих систем управління — як на рівні підприємства, так і в межах всієї галузі.

На сьогодні економічно-інформаційні функції АСУ ТП забезпечують додатковий ефект у розмірі 10–50% до прямої економії, отриманої внаслідок їх технічного впровадження. У найближчому майбутньому ці інформаційні функції відіграватимуть не меншу роль, ніж безпосереднє управління технологічними процесами.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАННОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

1.1 Цілі впровадження автоматизованої системи

В умовах ринкової економіки, конкуренції і загальної тенденції дорожчання енергоносіїв пріоритетного значення набувають якість продукції і енерговитрати на її виготовлення. Прогресивна зміна цих показників нерозривно пов'язана з поліпшенням екологічних характеристик, що особливо важливе для агломераційного виробництва.

До загальних напрямів економії енергоресурсів для агломераційних фабрик відносяться підготовка шихтових матеріалів і шихти в цілому; збільшення висоти шару шихти; оптимізація параметрів роботи і конструктивних характеристик запальної сурми; використання тепла гарячого агломерату і газів, що відходять від агломераційної машини; підвищення герметичності обладнання і зниження втрат тиску в нім; оптимізація режимів роботи ексгаустерів.

Для кожної окремої агломераційної фабрики ступінь значення кожного з цих напрямів різна. Вміст в газах, що відходять, шкідливих газоподібних складових (оксиди вуглецю, сірі, азоту) визначається складом шихти і особливостями технологічного процесу.

Для вирішення поставленої проблеми розглядаються сучасні тенденції розвитку агломераційного виробництва, визначаються технологічні способи і організаційно-технічні заходи, що дозволяють скоротити утворення газопилових викидів до виходу з процесу.

1.2 Актуальність впровадження автоматизованої системи керування

Агломераційні фабрики України, побудовані більше 40-70 років тому, мають високу 70-90% ступінь зносу і морально застаріли. У їх складі немає сучасних технологічних схем, ефективного обладнання для усереднювання і дозування сировини, змішування і грудкування шихти, охолодження, дроблення і особливо грохочення агломерату. З цієї причини протягом багатьох десятиліть унеможливлювалося корінного покращання якості товарного продукту агломераційних фабрик, особливо за змістом в нім небажаних дрібних фракцій.

Технічна політика нового керівництва приватизованих держпідприємств - генеральних менеджерів фінансово-промислових корпорацій - зосереджена в основному на забезпеченні виробництва потрібної кількості агломерату. Для цього проводилися помірні підтримуючі ремонти агломераційних машин без виконання крупних реконструктивних робіт, спрямованих на покращання головного, - якості агломерату.

В результаті агломераційне виробництво України відстає від досягнень кращих світових аналогів в 5-7 разів.

Тому така необхідна модернізація аглофабрик і в цілому, і по окремих агрегатах і пристроях в цепі апаратів.

В результаті аналізу загального стану технології і екологічної обстановки на агломераційних фабриках, досліджень нових і модернізованих процесів пропонуються деякі узагальнення і рекомендації по розвитку агломерації у напрямі скорочення пило- і газоутворення в ході самих процесів підготовки, спікання шихти і обробки спека стосовно аглофабрикам України.

Аналіз загального стану технології і екологічної обстановки на агломераційних фабриках України, результати досліджень нових і модернізованих процесів дозволяють зробити деякі узагальнення і рекомендації по комплексному розвитку технології агломерації з

урахуванням збільшених екологічних вимог і визначенням соціально-економічних наслідків використання пропонованих процесів. Пріоритетні напрями розвитку агломерації повинні визначатися з урахуванням їх впливу на стан навколишнього середовища.

Робота проведена стосовно аглофабрикам України, укомплектованим агломашинами, які побудовані в 30-60-і роки XX століття, і де проблема покращання умов праці і захисту навколишнього середовища від забруднень особливо актуальна.

Первинні операції агломераційного виробництва - розвантаження, складування і усереднювання шихтових матеріалів виконуються в основному на відкритих складах, обладнаних баштовими або роторними вагоноопрокидувачами, перевантажувачами рудних грейферів і одноковшевими екскаваторами. Обладнання багатьох складів має обмежені усереднювальні можливості, не пристосовані до переробки пилових матеріалів, у багатьох випадках не володіє достатнім запасом потужності.

По методах складання на усереднювальних складах залізорудних сумішей аглофабрики можна розділити на дві групи, що відрізняються сумісним і роздільним усереднюванням компонентів.

При сумісній схемі усереднювання на аглофабриках всі залізорудні компоненти (концентрат, аглоруди, відходи) і вапно складують в один штабель, при роздільній - в два штабелі: концентратний і аглорудний. Відходи складують або в концентрат, або в аглоруду, або частково складують окремо (наприклад, колошниковий пил на комбінаті «Запоріжсталь»). Вапно на складі подають, як правило, в штабелі концентрату. По місцю введення вапна аглофабрики діляться на три групи, що відрізняються подачею вапна тільки на склад, тільки в потік залізорудної суміші або шихти і одночасним введенням вапна на склад і в потік шихтових матеріалів.

Згадані схеми переробки сировинних матеріалів по-різному впливають не тільки на якість підготовки агломераційної шихти, але і на стан навколишнього середовища. Наприклад, вимушена подача вапна на

відкритий усереднювальний склад без мір пилоподавлення створює підвищену запилену на самому складі і далеко за його межами. Застосування технологічно необхідного вапна і відносно сухих відходів для підсушування концентрату і додання йому сипучості супроводжується крупним недоліком: залізорудний концентрат - найстабільніший по хімічному складу компонент шихти - повсюдно розусереднюється у зв'язку з недосконалим, без вагового дозування, введенням в нього добавок. Крім того, на процеси усереднювання і подальшої підготовки сировини на аглофабриках негативно впливають відсутність нормативних технологічних запасів і неритмічне постачання шихтових матеріалів. Це неминуче виводить процес спікання шихти із стаціонарного режиму, супроводиться підвищеними пиловими, а часто і додатковими газовими викидами.

Практикою агломерації і дослідженнями доведено, що оптимальна крупність вказаних компонентів забезпечує не тільки підвищення продуктивності і поліпшення міцності агломерату, але і істотне скорочення витрати твердого палива:

- аглоруда і повернення - не більше 5-6 мм;
- концентрат - 0,07-0,1 мм;
- вапняки флюсів - 0-3 мм (2 мм);
- тверде паливо - 0,5-3 мм.

Вапняк дроблять в спеціальних молоткастих дробарках до крупності 0-3 або навіть 0-2 мм. Тверде паливо (коксові відходи, антрацит) подрібнюють у валкових дробарках до крупності <3 мм, причому використовують такі додаткові способи, які гарантують виключення з палива дрібних пилоподібних класів <0,5 мм, які швидко згорають, володіють меншою тепловіддачею у зв'язку з меншим вмістом в них горючого вуглецю і виділяють більше СО при горінні. При повному видаленні фракцій 0-0,5 мм витрата палива зменшується на 15,2%, концентрація СО в газах, що відходять, зменшується на 17,6‰. Видалити фракції 0-0,5 мм з палива можна шляхом його пневмокласифікації або проміжного грохочення. За

кордоном використовують класифікацію, грохочення і гравітаційно-інерційний спосіб розділення класів крупності палива.

Японці, використовуючи паливо крупності 1-2 мм, витрачають його на 20,2% менше, ніж при використанні палива звичайної крупності 0-3 мм.

При рекомендованій оптимальній крупності возврату і руди 5-6 мм, фактично крупність досягає 15-20 мм. Впровадження додраблювання руди і возврату може понизити витрату твердого палива на 7%, підвищити міцність агломерату на 6% і збільшити продуктивність процесу спікання на 10%.

Реальна коливаємість шихтових матеріалів за змістом заліза і основності приблизно в три рази перевищує необхідну: ± 0,5 по залізу; ± 0,05 по основності.

Фактично коливання змісту Fe в рудній суміші, що поступає в агломерацію, складають 1,5-2%. Якщо вийти на рівень загальносвітових досягнень по стабільності хімічного складу рудної сировини, то можна понизити витрату палива в агломерації і доменному виробництві мінімум на 7-10%.

Застосування вапна в агломерації дозволяє:

- забезпечити транспортабельність - сипучість таких вологих матеріалів як рудний концентрат, шлами, - виключає їх замерзання при транспортуванні і складуванні, забезпечує якість дозування за рахунок збереження стійкості потоку матеріалів із бункерів і перевантажувальних пристроїв;

- забезпечити добре груд кування аглошихти, достатню міцність гранул, як при транспортуванні шихти до агломашини, так і в процесі спікання шару, де діють значні статичні навантаження, а також пов'язані з перенесенням вологи і тепла в шарі;

- витрачаючи 50-70 кг/т агломерату свіжого вапна фахівці агломерації отримують газопроникну структуру шару і можуть збільшити його висоту до 400-600 мм, отримуючи на кожних 20 мм 1-2% економії твердого палива, а також підвищення міцності агломерату по виходу дрібних класів із нього на рівні 0,5-0,7% при вказаному збільшенні висоти шару (на 20 мм). Додаткова

витрата палива на виробництво вапна (приблизно 150 кг у.т. на 1 т вапна) окупається завдяки поліпшенням показників аглодоменного виробництва, що досягаються.

Складання аглошихти відповідно до її розрахунку гарантує необхідну продуктивність, хімічний склад і міцність агломерату. Частка впливу точності вагового дозування на витрату твердого палива може досягати 25-50%. Шихту складають в автоматичному режимі, тобто шляхом постійного зважування потоків матеріалів, регулюючи видачу доз в кг на погонний м дозуючого або збірного конвеєра.

Для якісного дозування із точністю видачі кожного компоненту ±0,3-0,5% від максимального значення шкали приладу необхідне наступне оснащення відділень дозувань аглофабрики:

- конструкції бункерів дозувань повинні мати конічну форму із внутрішнім покриттям стін незалипаючими гідрофобними матеріалами;

- для виключення зависання матеріалів потрібні вібраційні або пневматичні системи обвалення зведення завислих матеріалів;

- необхідні датчики рівня, вимірники витрати і маси шихтових матеріалів у вигляді тензометричних датчиків і конвеєрних вагів;

- стійкість потоку матеріалів є одним з умов дотримання точності дозування;

- для контрольної точності зважування в сучасних системах автоматичного вагового дозування передбачені тарирувальні пристрої.

Основною метою змішування шихти є розосередження подрібненого палива і флюсів (вапняк, вапно) в об'ємі рудних матеріалів. Кожен макрооб'єм шихти повинен отримати декілька частинок палива, щоб при його згоранні виділилося тепло, відбулися процеси плавлення і кристалізації розплаву. У погано перемішаній шихті частину об'ємів має надмірна кількість палива, а в деяких його немає зовсім. Шихта без палива не агломерується і повертається в процес у вигляді повернення, а надмірне паливо викликає переоплавку у складі розплаву такої модифікації

двохкальцієвого силікату (3-2 $Ca0Si0_2$, яка при охолодженні перебудовує кристалічну решітку із збільшенням об'єму на 10-12%), перетворюючи агломерат на пил.

Завдяки сегрегації твердого палива вирівнюються температури по висоті шару, а економія твердого палива у зв'язку з покращеною сегрегацією може досягати 8-10% і більш. М'яке укладання шару шихти із збереженням його пористості дає можливість підвищувати продуктивність процесу, створювати умови для економічного високошарового спікання шихти.

Пошук способів модернізації технології і обладнання для завантаження шихти на агломашини продовжує залишатися актуальним завданням, оскільки в агломерації не розроблений поки що такий унікальний завантажувальний пристрій, який відповідав би всім вимогам сучасної технології формування на агломашині шару із оптимальними температурно-тепловими і газодинамічними характеристиками.

Системи завантаження на українських аглофабриках не відповідають багатьом вимогам специфічної технології підготовки і спікання шихти із залізорудних концентратів і відходів, вони менш досконалі, чим деякі зарубіжні аналоги і потребують як мінімум елементарної модернізації. Тоді як японські фахівці запропонували декілька оригінальних конструкцій двоступінчатих завантажувальних пристроїв агломашин, частина з яких успішно використовується не тільки в Японії, але і в Китаї, Бразилії і інших країнах.

Це основний напрям вдосконалення агломерації в світовій практиці, оскільки завдяки ньому досягаються кращі показники по міцності агломерату і економії твердого палива.

Збільшення висоти шару на 20 мм дозволяє понизити витрату твердого палива на 1-2%, зменшити викиди в атмосферу:

- пилу на 7%;

-CO на 3,6%;

- $S0_2$ на 2-3%.

Збільшення висоти шару можливо за трьох умов:

- якісній підготовці гранульованої шихти за рахунок використання сучасного обладнання і речовин, що пов'язують;

- оснащенні агломашин могутніми ексгаустерами, здатними створити велике розрідження (15-30 кПа) під шаром, що спікається;

- газові мережі агломашин повинні володіти високою герметичністю.

Спікання шихти у високому шарі використовує теплотехнічні вигоди агломерації: чим вище шар, тим більша частка його висоти має характеристику підвищеної припливу тепла регенерації і достатніх температур для плавлення і формування міцного епіка.

Спікання у високому шарі значно вирівнює температурні умови формування агломерату. Проте, не закриває проблем дефіциту тепла у верхньому горизонті шару, що спікається. Для цієї мети (забезпечення приблизно однакових температур по висоті шаруючи) служить комбінований нагрів, що складається:

- із тепла горіння палива у середині шару;

- із тепла зовнішнього теплового джерела у вигляді всмоктуваного в шар повітря або продуктів горіння паливних газів (природний газ, кокс, доменний, конвертерний гази).

Переслідується мета допалювання або розкладання CO і складних вуглеводнів, а також часткового поглинання в шарі сірчистого ангідриду. Зазвичай в процес агломерації повертають гази останніх вакуум-камер, що відходять, з температурою 150-200 °С. Оптимальний ступінь рециркуляції для промислових умов українських аглофабрик складає близько 25%). При цьому вдається понизити викиди в атмосферу також на 25% і понизити витрату твердого палива на 2 кг/т агломерату.

Для подовжених машин, де близько 40%> площі використовують для охолоджування, доцільне продування повітрям практично готового епіка і подача цього повітря з температурою близько 600 °С на процес спікання. В цьому випадку можна понизити зміст твердого палива на 20%>.

Склад аглогазу: CO = 0,5-3%; Co_2= 14%; $S0_2$ = 0,3%; ИОХ = 0,05%; N2 = 60%.

Спік охолоджують в спеціальних охолоджувачах для створення нормальних умов праці в циклі транспортування, дозування і завантаження агломерату в доменні печі. Тепло агломерату складає 38% у загальному тепловому балансі процесу спікання. Утилізація тепла агломерату дає 20% економії палива.

При охолоджуванні стабілізується міцність і гранулометричний склад агломерату, при якому вдається виділити із епіка максимальну кількість дрібних фракцій і отримати придатний агломерат стабільного складу по крупності, що створює основу для економії палива в доменному виробництві.

1.3 Розробка схеми матеріальних та інформаційних потоків агломашини

Управління технологічним процесом - інформаційний процес, що забезпечує виконання якого-небудь матеріального процесу і досягнення певної мети.

Інформаційне забезпечення АСУ включає здобуття, перетворення, зберігання, обробку і передачу дії, що управляє.

З позиції АСУ інформація ділиться на вхідну, проміжну і вихідну. Вхідна інформація є даними, що поступають від первинних вимірювальних приладів, які встановлені на агломашині. Проміжна інформація - інформація виходить в процесі обробки і перетворення. Вихідна інформація є діями, що управляють. Вихідною інформацією також є дані про хід технологічного процесу.

Точність інформації про хід технологічного процесу і достовірна передача її операторові, визначає виконання заданих режимів.

Таким чином, для якісного ведення процесу спікання агломераційної шихти необхідно мати уявлення про процес, як про систему технологічного устаткування і інформаційних потоків усередині цієї системи.

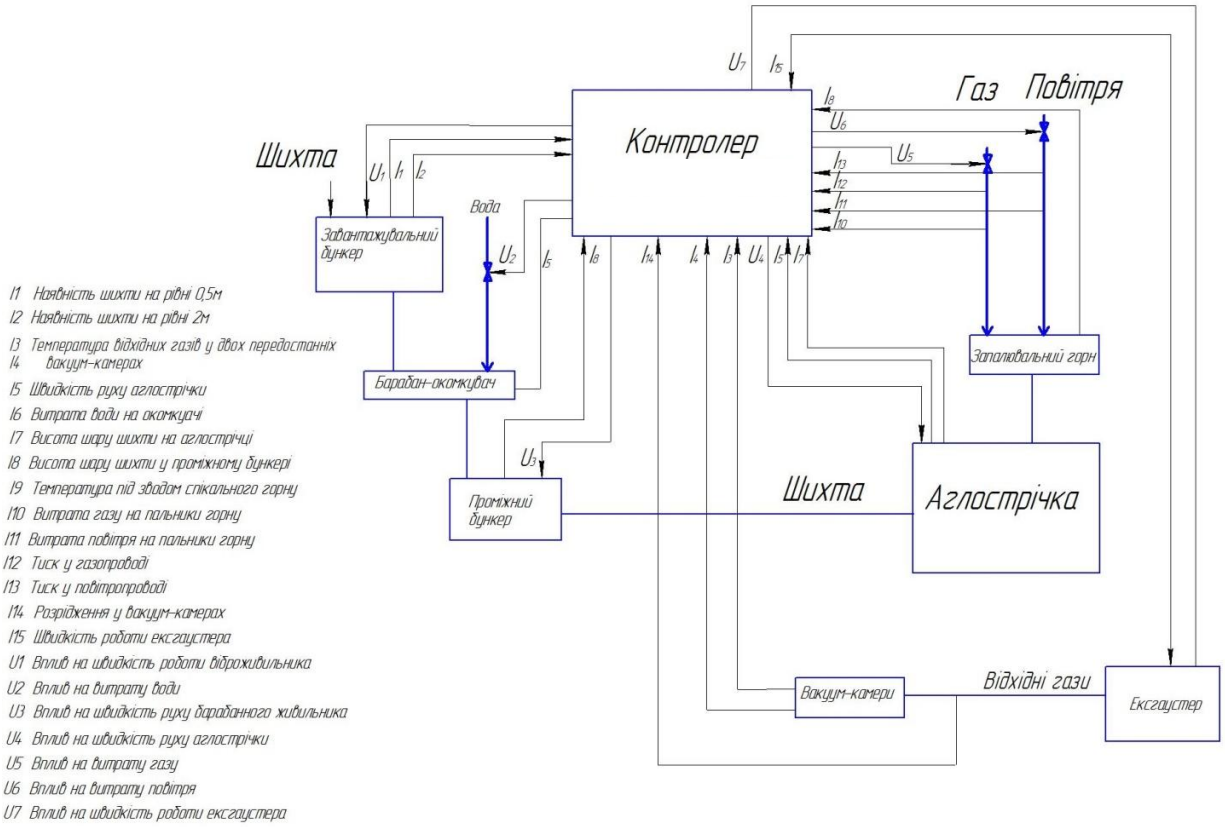


Рисунок 1.1 – Схема інформаційних та матеріальних потоків

Вихідний матеріал, що поступає на об'єкт управління, - шихта, кінцева продукція – готовий агломерат. На об'єкт, окрім шихти подається газ, повітря та вода, а віддаляються димові гази та возврат.

Нормуючі перетворювачі передають інформацію на контролер. Ці перетворювачі призначені для організації взаємодії між контролером і датчиками безперервних і дискретних параметрів, а також для видачі дій, що управляють, на виконавчі механізми (ВМ) або електродвигуни.

Виконавчі механізми здійснюють управління подачею газу, повітря та води. Обробляючи інформацію, контролер виробляє управляючу дію на ВМ.

Електродвигуни змінюють швидкість віброживильника на завантажувальному бункері, барабанного живильника на проміжному бункері або швидкість аглострічки.

Інформація про хід технологічного процесу з контролера поступає на ЕОМ верхнього рівня, яка відповідно до алгоритму управління, вводить в контролер технологічні завдання. Використовуючи SCADA систему оперативний персонал контролює технологічний процес і в разі відхилення, вводить корегуючі завдання.

Оперативне управління технологічним процесом здійснюється за допомогою щита управління.

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІНЯ АГЛОМЕРАЦІЙНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

2.1 Конструкція технологічного агрегату

На агломераційній фабриці шихту, що складається з рудної частини, флюсів, повернення (дрібної фракції агломерату) і палива (коксику, антрациту), завантажують на конвеєрну агломераційну машину (аглострічку), запалюють зверху та спікають, просмоктуючи повітря через шар оброблюваних матеріалів.

Виробничі операції, здійснювані на аглофабриці показані на технологічній схемі (рисунок 2.1). Тверде паливо подрібнюють у чьотирьохвалкових дробарках, вапняк дроблять у молоткових дробарках або тангенціальних шахтних млинах і якщо буде потреба обпалюють у кільцевих шахтних печах. Розрахункове співвідношення окремих компонентів шихти підтримують шляхом вагового дозування. Змішування, зволоження та огрудкування шихти здійснюють у барабанних змішувачах. При цьому процес ведуть таким чином, щоб досягти максимальної газопроникності шихти. Огрудковану шихту укладають на спікальні візка (палети), запалювання шихти відбувається при проходженні візка під запальним горном. У міру руху спікальних візків до хвостової частини машини, горіння з верхнього шару поширюється в нижні шари.

При горінні палива утвориться зона горіння висотою 15-30 мм із температурою 1400 - 1600 °С, що пересувається вниз до колосників зі швидкістю руху аглострічки.

У таких умовах зона горіння здобуває форму похилого плоского шару. Основні параметри при сталому режимі зв'язані співвідношенням (статичною характеристикою).



1 - сира шихта; 2 - постіль; 3 - готовий агломерат; 4 - зона горіння; 1а - довжина зони спікання (активна довжина); 1б - горизонтальна швидкість руху аглострічки; h - висота шару шихти; t_0 - час спікання

Рисунок 2.1 - Схема спікання шихти на агломераційній машині

Температура продуктів згоряння, що виходять із шару, становить 50 - 70 °С и тільки при наближенні зони горіння до колосників (у районі останніх вакуум-камер зони спікання) температура газів підвищується до 200 - 400 °С. Максимальна температура газів, що відходять, свідчить про закінчення процесу спікання. На нових агломашинах, крім зони спікання, передбачена також зона охолодження агломерату. Охолоджений агломерат дроблять, піддають просіванню й відправляють у доменний цех.

Пересування палет здійснюється електроприводом постійного струму. Швидкість руху регулюють таким чином, щоб процес спікання закінчувався на заданій активній довжині.

У зоні спікання відсмоктування газів здійснюється через камери розрідження ексгаустерами. Хвостова частина аглострічки використається для охолодження агломерату, повітря для охолодження просмоктується через шар димососами. Для запалювання шихти служити горно з пальниками, де спалюється рідке або газоподібне паливо.

Тому що процес безперервний, па аглофабриках створюються сприятливі умови для автоматичного управління виробничими і технологічними операціями. На фабриці звичайно є два відділення - шихтове та спікальне. У перше входять ділянки підготовки палива, флюсів і залізовмісних матеріалів. Підготовлена шихта потім надходити у відділення спікання. Усі ділянки аглофабрики зв'язані між собою конвеєрними трактами, містять ємності й перевантажувальні вузли, які забезпечують потоковість і безперервність процесів. При такій організації виробництва більшість операцій може бути автоматизовано.

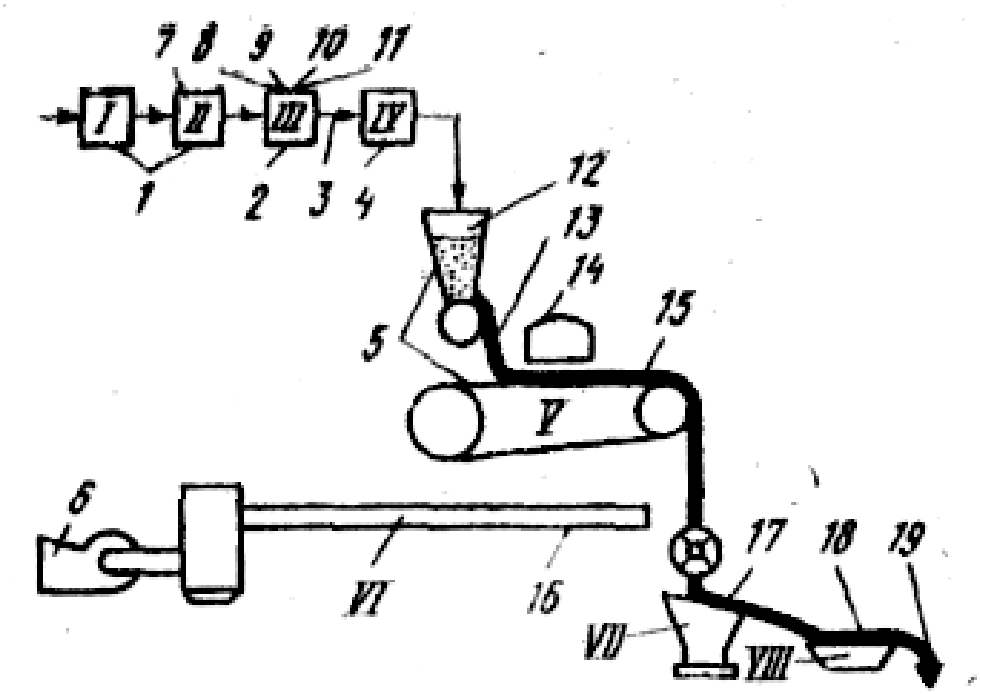
Автоматизація, що забезпечує одержання агломерату заданої якості, охоплює операції усереднення залізовмісних матеріалів, вагового дозування компонентів шихти, контролю хімічного складу або змісту окремих елементів у шихті і агломераті, відбору проб для аналізів і випробувань агломерату, контролю і регулювання кількості палива в шихті з метою оптимізації теплового режиму процесу спікання. Для забезпечення максимальної продуктивності агломашин служать системи автоматичного контролю й керування процесом спікання, що виконують операції підготовки шихти (зволоження та огрудкування), завантаження її на агломераційну машину, контролю теплового режиму й оптимізації процесу спікання. Певне значення мають також локальні схеми контролю й управління рівня матеріалів у потоках і ємностях, а також системи управління окремими механізмами агломераційної фабрики - дробарками, ексгаустерами, випалювальними установками та ін.

Точність дозування компонентів шихти впливає на якість готового агломерату хід спікання на аглострічці. Сталість хімічного складу шихти досягається дозуванням шихтових матеріалів системою бункерів з живильниками. Дозування здійснюється по масі матеріалів з обліком їхнього хімічного складу. Співвідношення компонентів шихти регулюють шляхом автоматичної підтримки витрати окремих складових з коректуванням за даними хімічних аналізів і аналізів вологості матеріалів. Якість регулювання

при цьому залежить від частоти відбору проб на аналіз. У порівнянні з ручним керуванням автоматизовані системи дозування знижують коливання основності агломерату приблизно в 1,5 рази.

Застосовуються два типи систем вагового дозування - індивідуальної й груповий. Система індивідуального дозування складається з бункера, живильника (тарілчастого, вібраційного та ін.), транспортера, підсистеми зважування транспортера з матеріалом і підсистеми підтримки заданої маси. Система групового дозування складається із групи ємностей, групи живильників, що працюють на транспортер, конвеєрних важелів і підсистеми підтримки заданої маси.

Автоматизація управління процесами в спікальному відділенні полягає в автоматичній підтримці висоти шару аглошихти, що завантажує на машину, автоматичному регулюванні рівня шихти в проміжному бункері над агломашиною, контролі й автоматичному регулюванні вологості шихти, автоматичному управління процесом запалювання шихти й регулюванні закінченості процесу спікання наприкінці активної ділянки аглострічки. Окремий вузол управління становлять механізми охолодження й дозування повернення.



I - прийомне відділення шихтових матеріалів; II - склад шихтових матеріалів; III - шихтове відділення; IV - зволоження та огрудкування; V - агломашина; VI - газовий тракт; VII - повернення; VIII - охолоджувач; системи автоматичного управління:

1 - прийманням, складуванням і усередненням; 2 - ваговим дозуванням; 3 - конвеєрними трактами й завантаженням у бункери; 4 - зволоженням і огрудкуванням; 5 - завантаженням шихти на аглострічку; 6 - ексгаустерами та газоочищенням; засобу контролю; 7 - змісту заліза; 8 - основністю; 9 - змісту вуглецю; 10 - маси; 11 - витрати; 12 - 19 - датчики контролю; 12 - рівня шихти; 13 - завантаження шихти на аглострічку; 14 - температури горна; 15 - закінченості процесу спікання; 16 - розрідження й температури газу; 17 - температури повітря; 18- температури агломерату; 19 - якості агломерату.

Рисунок 2.2 - Схема повної автоматизації агломераційної фабрики

Обсяг автоматизації агломераційної фабрики встановлюється залежно від її структури й продуктивності. Для фабрик, що мають продуктивність більше 10 млн. т агломерату в рік, необхідна повна автоматизація виробництва, 6 - 10 млн. т - комплексна автоматизація.

Повна автоматизація фабрики передбачає включення всіх відділень (приймання та складування матеріалів, усереднюючого, шихтового, підготовки палива та флюсів, спікательного, - ексгаустерного, охолодження й виділення повернення) у загальну систему автоматичного управління. Агломераційна фабрика оснащується автоматизованою системою управління виробництвом АСУП і автоматизованою системою управління технологічними процесами АСУ ТП. АСУ ТП здійснює управління з операторських пунктів: прийманням, складуванням і усередненням шихтових матеріалів (якщо на аглофабриці є РУК, то він обладнається своєї АСУ ТП); ваговим дозуванням компонентів шихти; транспортуванням шихтових матеріалів і завантаженням бункерів; зволоженням шихти і її огрудкуванням; подачею шихти на агломашини; підігрівом, запалюванням і спіканням шихти; охолодженням агломерату; видаленням газів, що відходять, в ексгаустерному відділенні; відбором проб матеріалів і їхнім аналізом; контролем якості готової продукції.

АСУ ТП здійснює оперативний контроль і керування виробництвом, облік надходження й витрати шихтових матеріалів, облік виробництва агломерату, техніко-економічний аналіз результатів виробництва і його планування, вирішує завдання, пов'язані з відвантаженням продукції й бухгалтерським обліком.

При комплексній автоматизації обсяг автоматичного управління скорочується й заміняється автоматичним контролем.

АСУ ТП типової аглофабрики

Розглянемо АСУ ТП типовий аглофабрики, що виробляє офлюсований агломерат состава: Fe_{06}m 49 sfc. 0,5%, основність 1,4б± 0,05, Mg 2 zt 0,2%, Fe 16 ±! 1,0%. Основне технологічне встаткування: агломераційні машини АКМ-312 площею спікання 312 м^2; стрічкові охолоджувачі агломерату; автоматичні вагові дозатори й віброживильники сипучих матеріалів; барабанні грудкувачі та змішувачі шихти; барабанні охолоджувачі повернення; дробарки та грохоти агломерату і повернення; ексгаустери.

Основні технологічні операції: дозування компонентів шихти, змішування компонентів шихти; зволоження шихти; запалювання, комбіноване нагрівання й спікання шихти; дроблення й просівання спека; охолодження агломерату й повернення; виділення постелі з повернення. Основні виробничі операції: подача компонентів шихти в корпус шихтових бункерів і розподіл їх по бункерах; узгодження роботи агломашини і тракту дозування компонентів шихти;, розподіл шихти по бункерах агломашин; завантаження шихти й постелі в завантажувальні бункери агломашини і на палети; узгодження роботи агломашин і охолоджувачів агломерату.

Локальна автоматика містить у собі вузли автоматичного контролю й регулювання вагового дозування компонентів шихти; автоматичного включення, відключення, контролю й сигналізації подачі води в змішувачі, огрудкувачі і барабани охолодження повернення; автоматичного регулювання подачі води в огрудкувачі; автоматичного контролю, регулювання й сигналізації завантаження шихти в завантажувальні бункери й на палети агломашин; автоматичного контролю, регулювання й сигналізації запалювання й комбінованого нагрівання шихти; автоматичного контролю, регулювання й сигналізації процесів спікання шихти; автоматичного контролю, регулювання та сигналізації охолодження агломерату і повернення; автоматичного контролю виробництва агломерату і простоїв агломашин; автоматичного контролю, регулювання й сигналізації роботи ексгаустерів, газоочищень, аспіраційних димососів, газозмішувальної станції й інших допоміжних об'єктів; автоматизації поточно-транспортних систем; завантаження матеріалів у бункери й контроль верхнього й нижнього рівнів у них; сигналізації роботи встаткування.

АСУ ТП аглофабрики вирішує наступні завдання:

- складання агломераційної шихти (вагове дозування);
- змішування й первинне зволоження шихти;
- огрудкування та вторинне зволоження шихти;
- запалювання й комбіноване нагрівання шихти;

- спікання шихти;

- охолодження агломерату й повернення;

- підтримка необхідних запасів компонентів шихти в бункерах шихтового відділення, палива й постелі в бункерах спікального відділення;

-узгодження роботи агломашин і трактів дозування компонентів шихти;

- завантаження шихти в завантажувальні бункери агломашин;

- завантаження шихти на палети агломашин;

- узгодження роботи агломашини та охолоджувача агломерату;

- контроль і аналіз основних показників і параметрів, що характеризують технологічні й виробничі операції, а також якісних показників сировини й стабільності його властивостей.

Кожна із цих завдань, пов'язана з певними технологічними й виробничими операціями, що має самостійне значення й забезпечує відповідний виробничий ефект, у сукупності з математичним і технічним забезпеченням представляє одну з підсистем АСУ ТП:

- автоматичного контролю запасів матеріалів у бункерах шихтового відділення (АКЗШ);

- автоматичної стабілізації заданого співвідношення компонентів у шихті й хімічному складі агломерату (АСХА);

- автоматичного керування подачею повернення в шихту (АУВ);

- автоматичного управління узгодженням роботи агломашин і тракту дозування й подачі шихти (АСР);

- автоматичного управління зволоженням шихти (АУУВ);

- автоматичного управління завантаженням шихти на агломашину (АЗШ);

- автоматичного управління запалюванням і комбінованим нагріванням шихти (АУЗНШ);

- автоматичного контролю закінченості процесу спікання (АКЗС);

- автоматичного управління процесом спікання шихти (АУС);

- автоматичного управління охолодженням спека (АУОС);

- автоматичного контролю результатів технологічного процесу (АКРП);

- автоматичного аналізу результатів технологічного процесу (АРП).

Підсистеми утворять три рівні управління (ієрархічна система): рівень локальної автоматики; рівень управління технологічними й виробничими операціями; рівень оперативного контролю та аналізу виробництва.

Контроль верхнього й нижнього рівнів матеріалів у бункерах здійснюється за допомогою контактних датчиків електропровідності. Запас перевелися в бункерах контролюється шляхом підвіски бункерів перевелися на тензодатчиках. Використаний також принцип обчислення інтегральної різниці між надходженням і видачею матеріалів з бункерів.

Інформація про запаси в бункерах призначена для використання при керуванні подачею матеріалів у корпус шихтових бункерів і спекательное відділення зі складів сировини й палива, для розподілу матеріалів по бункерах, для включення й вимикання дозаторів.

2.2 Технологічні величини та особливості їх вимірювання

Основними цілями метрологічного забезпечення є: підвищення якості продукції; ефективності керування виробництвом і рівня автоматизації виробничих процесів; підвищення ефективності науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

Основою технічної бази метрологічного забезпечення є засоби вимірів і контролю. Нормативно-правовою основою метрологічного забезпечення є державна система забезпечення єдності вимірів, яка являє собою комплекс державних стандартів і інших документів, що встановлюють одиниці фізичних величин; порядок і методи їх зберігання; відтворення й передачі розмірів іншим засобам вимірів.

Засобу виміру містять у собі заходи, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади й допоміжні пристрої. Усім засобам вимірів властиві основні властивості: метрологічні, експлуатаційні, інформаційні й ін. Найбільш важливими є метрологічні характеристики: діапазон вимірів, чутливість, швидкодія, варіація показань та ін. Одним з найголовніших показників засобу вимірів є клас точності – це узагальнена характеристика засобу вимірів, обумовлена межами основний і додаткової погрішностей, а також іншими властивостями, що впливають на точність виміру.

Якісне ведення технологічного процесу є однієї з найважливіших завдань автоматизації технологічного процесу. Для нормальної роботи агломераційного виробництва ВАТ «Запоріжсталь» необхідно, регулювати й контролювати наступні параметри в зазначені нижче діапазонах.

У таблиці 2.1 наведений перелік контрольованих параметрів об'єкта керування й засобів виміру із вказівкою робочого діапазону й класу точності.

Таблиця 2.1 - Метрологічне забезпечення АСУ ТП

Контрольований параметр	Робочий діапазон виміру	Точність виміру
Висота шару шихти на аглострічці	350 мм	1%
Рівень шихти в шкірному проміжному бункері	0-100%	1%
Швидкість аглострічці	0-2 м/хв	0.5 %
Кількість шихти в прийомному бункері	8-18 $м^3$	0.5 м3
Витрата води в барабан - огрудкуватель	8$м^3$/час	1%
Ступінь окомкованности шихти	8.5±0.8%	1%
Висота шаруючи шихти на аглостічки	350 мм	1%
Рівень шихти в шкірному проміжному бункері	0-100%	1%
Температура в запальному горні	800-1500 °С	0.5 %
Витрата природного газу в запальний горн	400 - 800 $м^3$/год	1%
Витрата повітря на запальний горн	4500 - 14000 $м^3$/год	1%

Витрата води в барабан охолодження повернення	2-4м^3/год	3%
Швидкість аглострічки	0-2 м/хв	0.5 %
Температура димових газів перед эксгаузером	70-150°С	0.5 %
Температура димових газів у загальному колекторі	300 °С	1%
Температура димових газів у вакуум - камерах	400 °С	0.5 %
Розрідження димових газів у вакуум - камерах	15кПа	1%
Розрідження в ексгаустері	15кПа	1%
Температура повернення	20-100°С	2°С
Тиск газу перед пальником	12.5 кПа	1%
Тиск газу перед дроселем	15кПа	1%
Тиск повітря перед пальником	4.5 кПа	1%
Тиск повітря перед дроселем	5кПа	1%
Тиск газу після дроселя	12.5 кПа	1%
Тиск повітря після дроселя	4.5 кПа	1%
Тиск води перед горном	0.8 МПа	1%
Тиск води перед огрудкувачем	0.8 МПа	1%

2.3 Технічне завдання для створення автоматизованої системи агломераційним виробництвом

Автоматизація управління процесами в спікальному відділенні полягає в автоматичній підтримці висоти шару аглошихти, що завантажує на машину, автоматичному регулюванні рівня шихти в проміжному бункері над агломашиною, контролі й автоматичному регулюванні вологості шихти, автоматичному управління процесом запалювання шихти й регулюванні закінченості процесу спікання наприкінці активної ділянки аглострічки. Окремий вузол управління становлять механізми охолодження й дозування повернення.

АСУ ТП агломераційного виробництва повинна забезпечувати автоматичне вимірювання та регулювання наступних параметрів:

- прийманням, складуванням і усередненням;
- ваговим дозуванням;
- конвеєрними трактами й завантаженням у бункери;
- зволоженням і огрудкуванням;
- завантаженням шихти на аглострічку;
- ексгайстерами та газоочищенням; засобу контролю;
- змісту заліза;
- основності;
- змісту вуглецю;
- маси;
- витрати;
- рівня шихти;
- завантаження шихти на аглострічку;
- температури горна;
- закінченості процесу спікання;
- розрідження й температури газу;
- температури повітря;
- температури агломерату;
- якості агломерату.

АСУ ТП аглофабрики вирішує наступні завдання:

- складання агломераційної шихти (вагове дозування);
- змішування й первинне зволоження шихти;
- огрудкування та вторинне зволоження шихти;
- запалювання й комбіноване нагрівання шихти;
- спікання шихти;
- охолодження агломерату тп повернення;
- підтримка необхідних запасів компонентів шихти в бункерах шихтового відділення, палива й постелі в бункерах спікального відділення;

- узгодження роботи агломашин і трактів дозування компонентів шихти;

- завантаження шихти в завантажувальні бункери агломашин;

- завантаження шихти на палети агломашин;

- узгодження роботи агломашини та охолоджувача агломерату;

- контроль і аналіз основних показників і параметрів, що характеризують технологічні й виробничі операції, а також якісних показників сировини й стабільності його властивостей.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Аналіз існуючих систем автоматизації

Агломераційне виробництво має більш ніж 150-річну історію. Вони пережили декілька технічних революцій, внаслідок чого освоєно масове виробництво агломерату високої якості.

В Україні існують умови, що дозволяють експлуатувати спікальні горни. Ось основні з них:

- можливість використання будь-якого виду шихти, що переробляється;
- високий ККД від прямого застосування всіх джерел енергії (75-80 %);
- сприйнятливість до сучасних металургійних технологій;
- високий ступінь і подальший потенціал утилізації тепла;
- можливість застосування всіх сучасних вогнетривких технологій і матеріалів;
- низький рівень шуму;
- можливість впровадження всіх типів сучасних технологій по зниженню викидів шкідливих речовин в атмосферу;
- великий потенціал впровадження процесів автоматизації і контролю технологічного процесу.

Не менш важливим доводом на користь продовження експлуатації спікального горна є і те, що заміна їх іншими вимагає великих коштів. Тому ця робота повинна вестися планомірно з урахуванням фінансових можливостей підприємств.

В порівнянні з іншими методами продуктивність агломераційного виробництва продовжує залишатися порівняно низькою. Крім того, не вирішено питання автоматизації процесу і його регулювання в суворо заданих часових рамках. Очевидне одне, що за умови збереження в експлуатації, спікального горна необхідні реалізації на них сучасних технологій і вогнетривких матеріалів.

Нові технології і вогнетривкі матеріали концерну RHI Refractories AG і фірми TECHCOM Import Export GMBH, захищені рядом міжнародних патентів в області вдосконалення процесу спікання агломерату в спікальному горні і дозволені до впровадження, істотно підвищили ефективність спікальних горнів на 8 металургійних заводах України і Латвії.

У зв'язку з цим в аглоцеху 3/6 ВАТ "ДМЗ" спільно з фірмою TECHCOM (Німеччина), упроваджена нова технологія кладки куполу спікального горна, так звана технологія "VVS". Згідно контракту і рекомендацій фахівців фірми TECHCOM впровадження і освоєння цієї технології повинні забезпечити: зменшення тривалості спікання до 5%; збільшення середньої маси агломерату до 2%; зниження витрати палива до 10%; виключення простоїв печі на підвалювання подини в міжремонтні періоди; зниження витрати вогнетривких порошків (магнезиту).

Окрім збільшення продуктивності виробництва агломерату спостерігається зменшення витрати умовного палива.

Способи опалювання спікального горна

Відомий спосіб опалювання спікального горна полягає в тому, що паливо подають двома потоками: центральний потік направляють під кутом до поверхні агломерату, а його корінь виносять в бік на 0,5-0,9 ширини вертикального каналу, бокові потоки розміщують на рівні внутрішньої поверхні торцевої стінки головки печі над центральним потоком, а паливо перерозподіляють між цими потоками.

Недоліком способу є нерівномірний розподіл палива в нагрітому повітрі, чим обумовлена низька температура в печі підвищена питома витрата палива. Паливо попадає в розплав, внаслідок чого знижується якість агломерату.

В зв'язку з цим було винайдено спосіб опалювання спікального горна, який включає подачу в полум'яне вікно печі нагрітого повітря і струменя палива з газу та мазуту, поєднаних між собою по інтенсивності закручування, що складає W/U=0,6-2 для газу і W/U=0,4-0,8 для мазуту, де W обертальна, а

U - осьова швидкості, який відрізняється тим, що витрата нагрітого повітря в нижню половину струменя палива в 1,1-1,3 рази більша, ніж в верхню половину струменя.

Даний спосіб захищено патентом України UA №74657 C2.

Завданням винаходу є удосконалення відомого способу з метою зменшення втрат енергоносіїв на опалювання печі та покращання якості спікального горна.

Причинно-наслідковий зв'язок між поставленим завданням та його вирішенням полягає в наступному.

Максимальна калориметрична температура при згорянні палива досягається при коефіцієнті витрати повітря близькому до одиниці. Наприклад, при спалюванні природного газу в нагрітому до 800 °С повітрі температура згоряння 2560 °С. При цьому досягається максимальний об’єм продуктів згоряння і їх швидкість над ванною розплаву та створюються найбільш сприятливі умови плавлення. Але внаслідок повного вигоряння кисню з нагрітого повітря залізо на поверхні розплаву може окислюватися тільки за рахунок CO_2 і H_2O з утворенням горючих газів. З розплаву також буде видалятися горючий газ СО.

Спалювання природного газу з нагрітим повітрям при коефіцієнті витрати, наприклад, 1,2 обумовлює зменшення температури згоряння до 2345°С. При цьому надлишок кисню втрачається на окислення заліза і вуглецю та згоряння СО. При витраті нагрітого повітря в нижню половину струменя палива більший в 1,1-1,3 рази чим до верхньої половини забезпечується окислення вуглецю в розплаві та його догоряння.

3.2 Обґрунтування структури управління

Широке впровадження засобів автоматизації викликають необхідність створення раціональної структури оперативного автоматичного управління технологічними процесами й координацію взаємодії виробничих ділянок і

підприємства в цілому. Для рішення цих питань розроблено структурну схему контролю та управління, завдяки якій установлюються канали адміністративного, технічного і оперативного управління, установлюються взаємні зв'язки між оперативними робочими постами основних груп технологічного устаткування.

3.2.1 Загальні положення про ієрархічні системи управління

Сучасні автоматизовані системи управління технологічними процесами на агрегатах безперервної дії обробки будують за ієрархічним принципом. Структура системи управління складається із двох рівнів: верхнього та нижнього.

До складу нижнього рівня входять пристрою вимірювання (датчики) різних параметрів, що характеризують режими роботи спікального горна, перетворювачі та програмувальний логічний контролер, що приймає і обробляє інформацію з датчиків і видає керуючі сигнали виконавчим механізмам для регулювання параметрів технологічного процесу. Контролер також здійснює передачу необхідних даних на верхній рівень.

На верхньому рівні використовуються ЕОМ, на які покладає реалізація завдань, що вимагають роботи з більшими масивами даних, сполучених зі значними обсягами обчислень, і завдань, пов'язаних з формуванням і видачею інформації операторові у вигляді різних протоколів, зображень і повідомлень. До складу верхнього рівня входить ЕОМ, що утворить АРМ оператора.

ЕОМ перебуває на пості управління процесом спікання та призначена для оперативного управління технологічним процесом. На підставі закладених алгоритмів і даних, що вводяться оператором, ЕОМ видає уставки температур. Дана ЕОМ взаємодіє із суміжною ЕОМ, що розташована на пості управління на виході з агрегату та вирішує завдання збору і обробки накопиченої інформації, що здійснює зв'язок з АСУ вищого рівня, здійснює

розрахунок змінного та добового завдання, веде виробничий протокол, реєструє простої горну, фіксує підсумки роботи агрегату за зміну.

Опис процедур збору, обробки та використання інформації. Основні технологічні параметри роботи горна - це температура, тиск, витрати. Ці параметри виміряються за допомогою сучасних датчиків, до складу кожного з них входить перетворювач, що перетворює вимірюваний параметр в уніфікований аналоговий чи цифровий сигнал.

Сигнали, які беруть участь у регулюванні технологічним процесом, надходять на вторинні багатоканальні прилади і потім на модулі аналогового введення мікропроцесорного контролера. Це сигнали з термопар, сигнали з датчиків тиску, що вимірюють тиск у робочій зоні горна і тиск повітря; сигнали з витратомірів, що вимірюють витрату газів.

Параметри, які тільки контролюються в ході технологічного процесу, надходять також на багатоканальні індикаторні прилади і потім надходять безпосередньо на модулі аналогового входу контролера. Це температура в горні, витрати газів, тиск у робочому просторі. Зв'язок контролера з ЕОМ верхнього рівня здійснюється через інтерфейс RS 232. Зв'язок контролера з ЕОМ верхнього рівня здійснюється через інтерфейс RS485. Зв'язок між мікропроцесорним контролером і ЕОМ двостороння, тобто обмін інформацією йде в обох напрямках. З контролера на ЕОМ надходить інформація про значення основних параметрів процесу, де вона перетвориться в більше зручний для сприйняття вид і зберігається в цьому виді певний час. Оператор уводить в ЕОМ параметри процесу, ЕОМ вибирає відповідний режим спікання, потім змінює уставки й вибирає необхідний алгоритм управління для мікропроцесорного контролера. Мікропроцесорний контролер формує вихідні управляючі сигнали, впливаючи на об'єкт управління. Сигнали з модулів дискретного виводу контролера надходять на блок ручного управління та на пускач, що у свою чергу впливає на виконавчий механізм.

У системі передбачені наступні контури регулювання: температура, тиск у робочому просторі, витрата газу та повітря а також аварійна сигналізація.

Оператор може корегувати вимоги по спіканню. Коли оператор отрмає правильні дані, він ініціює їхнє уведення в ЕОМ. Дані про коші і вимоги по їхній обробці в обсязі змінного завдання реєструються друкувальними пристроями. Одночасно ці дані представляються на дисплеї на пості управління на виході з агрегату. При корегувані оператором вимог по веденю спікання відповідний рядок змінного завдання реєструється повторно у вже зміненому виді після підтвердження оператором її правильності.

У ЕОМ вищого рівня посилають результати спікання, дані про роботу та простій агрегату, дані про витрату енергоносіїв, різні протоколи. Цей зв'язок підтримується за допомогою Industrial Ethernet.

3.2.2 Структурна схема багаторівневої системи автоматизації

АСУ ТП має чотирирівневу структуру та виглядає в такий спосіб:

Рівень збору/розподілу інформації

Містить у собі датчики, перетворювачі та реєструючі прилади. Забезпечується вимір необхідних технологічних параметрів, їхнє перетворення в необхідний уніфікований сигнал.

Рівень автоматичного управління

Даний рівень поєднує програмовані логічні контролери, які забезпечують локальну роботові підсистем автоматизації.

Рівень оперативного контролю та управління.

Подання автоматизованим робочим місцям (АРМ) агломератчіка, що здійснює контроль і управління основними технологічними та виробничими операціями в агломераційному відділенні.

Рівень диспетчерського контролю.

Поєднує АРМ диспетчера агломашини та АРМ начальника цеху.

Структура КТС наведена в додатку 1.

3.3 Вибір технічних засобів

3.3.1 Первинні перетворювачі та вторинні прилади

Перетворювачі термоелектричні ТХА–001 обрані за ряд технологічних характеристик, відповідних до наявних параметрів:

- межі виміру 0 +1100 ^{0}C.
- показник теплової інерції не більш 20 сек.
- ступінь захисту IP 54.
- міжповірочний інтервал 1 рік.
- довжина монтажної частини 3150 мм.
- наявність захисної гільзи зі сталі 08Х20Н14С2.

Датчик тиску типу ДДМ–0,25 ДІВ призначений для перетворення надлишкового тиску та розрядження (ДДМ-ДІВ) газу в стандартний струмовий сигнал (4-20) мА або (0-5) мА. Граничні значення вихідного сигналу постійного струму: 4 – 20 мА, 0 – 5 мА. Напруга живлення датчика, постійний струм, В (24 – 36)±1 змінний струм, В 24 ± 3. Навантажувальний опір датчика повинний бути в межах: датчик с вихідним сигналом 4-20 мА: - при живленні від джерела постійного струму напругою =36 В, Ом від 0 до 1000 при живленні від джерела постійного струму напругою =24 В або змінного струму напругою 24 В (трансформатор), Ом від 0 до 500. Межа основної погрішності, що допускається, датчика, виражений в % від діапазону виміру вихідного сигналу, не перевищує ±1. Варіація вихідного сигналу не перевищує половини абсолютного значення межі, що допускається основної погрішності. Додаткова температурна погрішність на кожні 10°С температури в межах робочого діапазону % не більш ±0.5. Споживана датчиком потужність, ВА не більш 1,5. Кліматичне виконання УХЛ для категорії розміщення 3.1 за ДСТ 15150-69, але для роботи при температурі від 5°С до 50°С. По стійкості до механічних впливів датчик ставиться до групи N3 за ДСТ 12997-84. Ступінь захисту за ДСТ 14254-80

IP54. Наробіток на відмову, годину 80000. Маса, кг не більш 0,8. Габаритні розміри, мм: висота х ширина х товщина 108х93х41.

Перетворювачі витрати газу VA500 (рис. 3.1) - це датчики диференційного тиску виконує вимірювання диференційного/динамічного тиску. Тиск залежить від швидкості потоку відповідного газу. За допомогою відомого значення діаметра трубопроводу можна легко визначити витрату газу або стисненого повітря. Завдяки додатковому вимірюванню температури і абсолютного тиску, а також розрахунку відповідної щільності можуть бути проведені вимірювання різних газів у широких діапазонах температур і тисків призначені для перетворення об'ємної витрати неагресивних горючих і інертних газів в електричний сигнал у складі вузлів комерційного й технологічного обліку в установках комунальних і промислових підприємств при вимірі обсягу неагресивних горючих і інертних газів, наведеного до нормальних умов.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд перетворювача витрат газу VA500 [5]

Характеристики перетворювача витрат:

- підходить для проведення вимірювань при високих швидкостях потоку;
- час відгуку: 100 мс;

- вимірювання поточної витрати, накопиченої витрати, температури та тиску;
- вимірювання при високих значеннях температури до 200 °С;
- вимірювання витрат різних газів;
- підходить для встановлення в трубопроводи з діаметрами від DN20 до DN500;
- монтаж під тиском за допомогою кульового крана 1/2";
- стандартні вихідні сигнали: інтерфейс RS 485 (Modbus-RTU), аналоговий вихід 4...20 мА, імпульсний вихід.

Універсальний багатофункціональний двоканальний індикатор-регулятор ІТМ-20 (рис. 3.2) призначений для виміру, контролю й автоматичного регулювання двох вхідні технологічні параметрів (температура, тиск, витрата, рівень і інших фізичних величин), значення яких може бути перетворене в уніфікований сигнал. Забезпечує керування двопозиційним і трипозиційним навантаженням і виконавчими механізмами.



Рисунок 3.2 - Індикатор технологічний мікропроцесорний ІТМ-20 [6]

ІТМ-20 відрізняється від ІТМ-22 виконанням лицьової панелі - відсутністю лінійних (шкальних) індикаторів.

Область застосування:

Індикатор - індикація двох параметрів з вихідними уставками сигналізації меж мінімуму й максимуму. Двопозиційне й трипозиційне регулювання температури, тиску, витрати, рівня й інших величин, фізичне

значення яких може бути перетворене в уніфікований сигнал. Системи промислової автоматики системи цифрової й лінійної індикації технологічних параметрів.

Вилучені пристрої зв'язку з об'єктом з індикацією. Територіально розподілені й локальні системи керування. Вилучений збір даних, диспетчерський контроль, керування виробництвом.

Функціональні можливості:

Підключення до приладу джерел уніфікованих сигналів. Індикація параметрів у технологічних одиницях. Цифрове калібрування початку шкали й діапазону виміру. Завдання й сигналізація відхилення від уставок мінімум і максимум. Тип технологічної сигналізації: без запам'ятовування спрацьовування із запам'ятовуванням. Вхідний цифровий фільтр аналогових входів. Добування квадратного кореня (вимір витрати по перепаду тиску). Лінеаризація вхідного сигналу (по 16 точках). Чотири вільно-програмувальні дискретні виходи. Програмувальна логіка роботи вихідних пристроїв: більше MAX, менше MIN, у зоні MIN-MAX, поза зоною MIN-MAX з гістерезисом (відносно уставок MIN-MAX відповідного дискретного виходу) і узагальнена сигналізація. Збереження параметрів при відключенні живлення. Захист від несанкціонованої зміни параметрів.

Гальванічно розділений інтерфейс RS-485, протокол Modbus (збір інформації, конфігурація). Кількість приладів у мережі RS-485: до 255.

Технічні характеристики:

Кількість каналів вимірювання: 2. Гальванічна ізоляція: трирівнева (за входом, виходом, живленням). Період вимірювання: 0,5 сек. Вхідні сигнали: 0-5мА (Rвх=400 Ом), 0(4)-20 мА (Rвх=100 Ом), 0-10В (Rвх>50 кОм). Основна наведена погрішність виміру: ±0,2%. Розв'язна здатність цифрової індикації: ±0,01%. Кількість розрядів цифрового індикатору: 4 (на кожний канал). Висота цифр світлодіодних індикаторів: 10 мм. 4 дискретних виходу: транзистор ОК 40В 100мА або реле 220В 8А (залежно від замовлення клемно-блокового з'єднувача). Температура навколишнього середовища: від

+5°С до +50°С. Напруга живлення: від мережі змінного струму ~(220±22)В, (50±1)Гц. Споживана потужність: не більш 8,5 Вт. Корпус: щитовий 96х96х185 мм DIN43700, IP30. Монтажна глибина: 240 мм. Маса блоку: не більш 0,95 кг.

Блок ручного управління, завдання, індикації БРУ - 10 (рис. 3.3) призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів в якості: багатофункціональної станції ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами; блоку ручного задатчика аналогового сигналу; блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше"-"менше"; цифрового індикатора двох технологічних параметрів.



Рисунок 3.3 – Блок ручного управління БРУ-10 [7]

Основні технічні характеристики наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики БРУ-10

Технічна характеристика	Значення
кількість каналів вимірювання	2
гальванічна ізоляція	трирівнева (по входу, виходу, живленню)
вхідні сигнали	0-5мА (Rвх=400 Ом), 0(4)20 мА (Rвх=100 Ом),

	0-10В (Rвх>50кОм)
вихідні аналогові сигнали	0-5 мА (Rн2кОм), 0-20 мА, 4-20 мА (Rн500 Ом), 0-10В (Rн>2 кОм)
максимальна погрішність установки сигналу завдання	±0,1%
основна приведена похибка вимірювання	±0,2%
комутаційна здатність контактів реле з магнітним блокуванням: постійний струм змінний струм	 < 30 В, < 0,250 А < 220 В, < 0,100 А
температура навколишнього середовища	+5°С до +50°С
напруга живлення: від мережі змінного струму	~(220±22)В, (50±1)Гц

Составні вузли БРУ-10:

- 2 канали вимірювання аналогових величин;

- 2 задатчика - аналоговий і імпульсний;

- панель індикації: 4-х розрядний цифровий і лінійний 21 сегментний индикатор;

- клавіші управління виконавчими механізмами, задатчикамі, програмування.

Покажчик положення дистанційний ДУП-М (рис. 3.4) призначений для дистанційної вказівки положення вихідного вала електричного виконавчого механізму, що має реостатний або індуктивний датчик.



Рисунок 3.4 - Покажчик положення дистанційний ДУП-М [8]

Технічні характеристики. Електричне живлення покажчика – однофазна мережа змінного струму з номінальною напругою 220 В, 240 В частотою 50 Гц, або 220 В частотою 60 Гц. Припустиме відхилення напруги живлення від номінального від мінус 15% до плюс 10%, частоти 2%. Межі регулювання початкового й кінцевого положення стрілки покажчика не менш половини шкали для обох положень, як для реостатного, так і для індуктивного датчиків. Потужність, споживана покажчиком, не більш 5 В*А. Маса покажчика не більш 0.6 кг.

Пристрій ЕЗ-М (рис. 3.5) призначений для автоматичного та дистанційного розпалу газових і мазутних палівних пристроїв, і технологічних установок з використанням палівних пристроїв, для контролю наявності полум'я власної й основний пальників і передачі інформації про їхній стан у системи керування, технологічних захистів, блокувань і сигналізації. ЕЗ-М працює на природному газі і пропан-бутановой суміші.



Рисунок 3.5 - Електрозапальник газовий ЕЗ-М
з контрольним електродом КЕ [9]

Фотодатчик складається з металевого корпуса, прозорого для інфрачервоного випромінювання вікна захисного, фотоприймача ультрафіолетового випромінювання, фотоприймача інфрачервоного випромінювання, захисного кожуха й патрубка для подачі охолодного повітря в передню частину фотодатчика. Фотодатчик установлюється безпосередньо на пальнику казана в спеціально передбачених посадкових місцях, при відсутності останніх, вибір місця установки визначається таким чином, щоб у поле зору не попадав факел сусідніх або зустрічних пальників або факел запальника. У процесі експлуатації обслуговуючий персонал повинен періодично очищати дрантям вікно від забруднень.

Сигналізатор горіння факела складається із пластмасового корпуса й електронної схеми підсилювача зі смугою частот 2 - 20 Гц із релейним виходом. Принцип роботи заснований на реєстрації пульсацій електропровідності факела запальника (іонізаційним датчиком) або інфрачервоного випромінювання факела основного пальника (фотодатчиком). На передній панелі розташовані індикатори наявності живлення МЕРЕЖА, горіння ФАКЕЛ і регулятор посилення НАСТРОЮВАННЯ.

Вимірювальні перетворювачі Пнт-А-Pro [10] монтуються в стандартну головку датчиків температури – термопар і термоопору. Призначені для генерації уніфікованого сигналу постійного струму 4..20 мА, що лінійно залежить від температури. При цьому для виміру температури можна підключати будь-який вимірювальний прилад, що підтримує уніфікований струмовий сигнал.

При використанні такого сигналу підвищується перешкодостійкість. А у випадку термопар - забезпечується компенсація впливу «холодного спаю» і знижується вартість монтажу, тому що відпадає необхідність у використанні дорогого термокомпенсаційного проведення.

Вимірювані середовища:

- нафтопродукти, луги, кислоти, розчинники, водяні розчини, алкогольні напої;
- суспензії, глина, вапна, руди та паперова пульпа;
- гранульовані матеріали від руди до пластикових гранул, дрібнодисперсійні порошкові матеріали, цемент та ін.

- діапазон вимірів від 0 до 50 м;

- вихідні сигнали: 4- 20 ма із цифровим сигналом на базі HART-протоколу або Foundationтм Fieldbus;

- наявність вибухозахищеного виконання;

- міжповіряльний інтервал - 1 рік.

Радарні рівнеміри Rosemount серії 5600 (рис. 3.6) - інтелектуальні прилади для безконтактних вимірів рівня різних продуктів у резервуарах і ємностях будь-якого типу й розмірів. Рекомендуються для технологічного обліку продуктів з погрішністю вимірів рівня ±5 мм. Рівнеміри серії 5600 дозволяють здійснювати успішні виміри як у простих, так і складних умовах технологічного процесу. Завдяки високій чутливості радарні рівнеміри серії 5600 можуть застосовуватися для вимірів рівня продуктів з малою діелектричною проникністю, працювати в широкому діапазоні значень температур і тисків, мають високу гнучкість вимірів завдяки широкому вибору змінних антен і матеріалів, прості в обслуговуванні й керуванні, що в сукупності знижує витрати на обслуговування й володіння ними в цілому.



Рисунок 3.6 - Радарний рівнемір Rosemount серії 5600 [11]

Радарний рівнемір Rosemount серії 5600 являє собою складний інтелектуальний прилад нового покоління, призначений для безконтактних вимірів рівня різних середовищ у резервуарах будь-якого типу. Рекомендується для вимірів рівня сирої нафти, нафтопродуктів і інших матеріалів і продуктів: рідких, сипучих. Рівнемір може використовуватися як автономно, так і в складі різних автоматизованих систем керування. Повна відповідність рівніміра стандарту HART дозволяє вільно конфігурувати його й здійснювати моніторинг обмірюваних величин за допомогою портативного комуникатора або персонального комп'ютера залежно від вимог до системи вимірів. Додатково рівнемір може комплектуватися зручної в експлуатації дисплейною панеллю, що дозволяє звістки оперативний моніторинг вимірюваних і величин, що обчислюються, виконувати основні функції

конфігурування й, крім того, що забезпечує додаткову можливість підключення датчиків температури. Завдяки високій чутливості й унікальній здатності обробки сигналу рівнеміри серії 5600 застосовуються в різних умовах технологічних процесів. Широкий вибір джерел харчування постійний або змінний токи підвищує його універсальність при підключенні до електричної мережі. Рівнемір сполучимо з польовою шиною FOUNDATIONTM Fieldbus, підтримує цифрову архітектуру PlantWeb® і має аналоговий сигнал 4- 20 м з накладеним цифровим сигналом HART, що дозволяє вбудовувати його в системи АСУТП будь-якої складності.

3.3.2 Вибір контролеру та його компонування

Визначення кількості та типу вхідних і вихідних сигналів мікропроцесорного контролера здійснюється на основі аналізу вихідних сигналів датчиків, що контролюють технологічні параметри і методів управління виконавчими механізмами, які отримують керувальний вплив від мікропроцесорного контролера.

Для реалізації системи автоматичного управління агломашиною, необхідно здійснювати безперервний контроль технологічних параметрів, а також отримувати вхідні інформаційні сигнали, характеристика яких наведена у табл. 3.3 та табл. 3.4.

Таблиця 3.3 - Характеристика інформаційних сигналів

Параметр	Назва і тип датчика або в.м	Вихідний сигнал датчика
Витрата газу	Диафрагма камерна ДКС-0,6	4-20 мА
Витрата повітря	Диафрагма камерна ДКС-0,6	4-20 мА
Рівень шихти у проміжному бункері	РОС-100	4-20 мА
Тиск у газопроводі	Сафір М	4-20 мА
Тиск у повітропроводі	Сафір М	4-20 мА

Рівень шихти на аглоленті	VEGAPULS 68	4-20 мА
Температура агломерату на виході	ППТ - 121	4-20 мА
Розрідження в вакуум-камерах	Сафір-22-ДД	4-20 мА
Вологість шихти	M-Sens 2	4-20 мА

Таблиця 3.4 -Характеристика керуючих сигналів

Параметр	Назва і тип виконавчого пристрою, що змінює параметр	Сигнал керування виконавчим механізмом
Зміна витрати газу	Пускач ПБР з виконавчим механізмом МЕ0 25/63-0,25	Імпульсний
Зміна витрати повітря	Пускач ПБР з виконавчим механізмом МЕ0 25/63-0,25	Імпульсний
Зміна витрати води	Пускач ПБР з виконавчим механізмом МЕ0 25/63-0,25	Імпульсний
Зміна швидкості віброживильника	Пускач ПБР з електродвигуном	Імпульсний
Зміна швидкості роботи аглострічки	Пускач ПБР з електродвигуном	Імпульсний
Зміна потужності роботи ексгаустера	Пускач ПБР з електродвигуном	Імпульсний

Вибір контролера для системи автоматизації здійснювався на основі його можливостей. У системі запропоновано використовувати контролер Siemens SIMATIC S7-400. Маючи велику потужність, цей програмований котроллер здатний для побудови систем управління середнього і високого ступеня складності та рішення будь-яких завдань управління.

Широкий спектр модулів і широка гама центральних процесорів для максимальної адаптації до вимог розв'язуваної задачі надає високої гнучкості, що забезпечує простоту використання систем розподілений введення-виведення і потужні комунікаційні можливості.

Кількість сигналів, що надходять до контролера дорівнює 20 уніфікованих струмових з діапазоном 4-20мА та 2 дискретних.

За результатами обробки вхідних сигналів контролер формує керуючий вплив на витрату повітря, газу, потужність роботи насоса ексгаустера, швидкість руху агломераційної стрічки, швидкість роботи віброживильника та барабанного живильника.

Мови програмування підтримують символьну адресацію, роботу з масивами і структурами, надають повний набір математичних і логічних функцій. Стандартний набір команд включає понад 200 інструкції програмування, а в мову функціональних блоків включені додаткові інструкції по управлінню процесами і позиціонуванням. Кількість внутрішніх змінних, контурів регулювання і інших інструкцій в робочій програмі обмежена тільки об'ємом пам'яті процесора. У пакет вбудована функція графічного відображення стану до 16 змінних у вигляді трендів.

Всі функції контролера (обробка всіх модулів, ПІД - інструкції) реалізуються стандартними засобами мови, ніякі спеціальні підпрограми не потрібні. Відсутні обмеження на число внутрішніх змінних, ПІД і інших інструкцій. Завантаження і коригування програм може здійснюватися без зупинки процесора.

Проектне компонування контролера здійснюється на основі інформації про кількість та вид вхідних і вихідних сигналів, з якими працює контролер у процесі автоматичного управління технологічним процесом, бажану конфігурацію вводів-виводів та мережну структуру.

Згідно з таблицею 3.4 кількість інформаційних сигналів, що надходять від датчиків до контролера дорівнює 9. Усі вони уніфіковані струмові з діапазоном 4-20мА. На такі вхідні сигнали орієнтовані два модулі аналогового вводу SM 432 по 8 каналів.

Модулі вводу-виводу аналогових сигналів призначені для цифро-аналогового перетворення внутрішніх цифрових величин контролера S7-400 і формування його вихідних аналогових сигналів.

За результатами обробки вхідних сигналів контролер формує керувальний вплив на зміну положення валу виконавчого механізму, ща

регулює витрату природного газа та повітря в запалювальному горні або витрату води на барабан-окомкувач

Оскільки при регулюванні технологічних параметрів виконавчий механізм має здійснювати компенсацію збурень шляхом збільшення або зменшення витрати повітря, природного газу, при розрахунку кількості дискретних модулів виводу необхідно передбачити на кожний виконавчий механізм два виходи – «більше» і «менше». Як показано у табл.3.4, зміну витрат технологічних параметрів здійснюють три виконавчі механізми , а це означає, що для керування їх роботою потрібно 6 каналів дискретного модуля виводу. Серед існуючих дискретних модулів виводу Siemens для керування роботою виконавчих механізмів найбільш підходить модуль дискретного вводу-виводу SM 422.

Для опитування 9 входів, обробки інформації, відповідно до алгоритмів керування окремими технологічними параметрами, оновлення станів вихідних каналів, та реалізації інших процедур у системі управління, використовуємо центральний процесор CPU 417-4. Це найбільш потужний центральний процесор програмованого контролера SIMATIC S7-400. Вбудовані інтерфейси PROFIBUS DP, істотно спрощують питання застосування систем розподіленого вводу-виводу.

Процесор оснащений двома відсіками для установки інтерфейсних модулів IF 964-DP і отримання двох додаткових інтерфейсів провідних пристроїв PROFIBUS DP.

Для функціонування контролера потрібен модуль живлення, який необхідно розрахувати, користуючись напругою, що споживають усі модулі контролера. Усі вони працюють від напруги 24 В. Необхідно використати модуль живлення PM 407. Стабілізовані блоки живлення формують вихідні напруги = 5 В і = 24 В, необхідні для роботи систем автоматизації SIMATIC S7-400. Живлення до модулів подається через внутрішню шину контролера.

Програмування контролеру

Програмування контролера Symatic S7-400 здійснюється у програмному середовищі Siemens Step7. Програмування виконується LD-мовою.

- створити новий проект у Siemens Step7 та скомпонувати задіяні у системі модулі.

- призначити у вікні створення змінних символьні імена і адреси вхідним та вихідним змінним, які використовуються при створенні програми. У програмі задіяні змінні:

Temperatura_v_gorne_standart –датчик показуэ звичайну температуру у горні;

Temperatura_v_gorne_upala – температура зменшилася;

Temperatura_v_gorne_povisilas – температура збільшилася;

Raskhod_gaza_standart –з вичайне положення валу виконавчого механізму;

Raskhod_gaza_uvelichit’ – зміна положення валу виконавчого механізму для збільшення витрати газу;

Raskhod_gaza_umenshit’ - зміна положення валу виконавчого механізму для зменшення витрати газу.

3) Створити безпосередньо текст програми LD-мовою. В програмі використовуються елементи:

 - прямий контакт

 - Set-котушка

 - Reset-котушка

Код програми:

При нормальній температурі в запалювальному горні змінна "Temperatura_v_gorne_standart" (рис. 3.7) має справжнє значення, при цьому регулюючий орган знаходиться в звичайному положенні, при надходженні сигналу підвищення температури змінна "Temperatura_v_gorne_upala"

набуває справжнє значення і відключає котушку "Raskhod_gaza_standart", активується котушка " Raskhod_gaza_uvelichit'" і регулюючий орган змінює своє положення для збільшення подачі газу, якщо температура збільшується за межі норми, активуэться змінна "Temperatura_v_gorne_povisilas", то за нею активується котушка "Raskhod_gaza_umenshit'", завдяки якій регулюючий орган набуває положення для зменшення подачі газу у запалювальний горн.

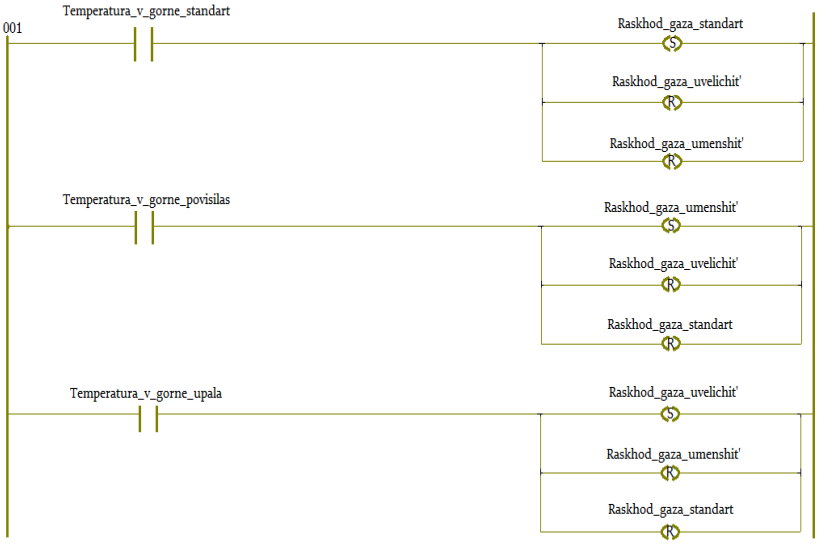


Рисунок 3.7 - Програмний код на LD-мові

3.4 Розробка функціональної схеми автоматизації спікального горна

На підставі знань отриманих у процесі дослідження процесу спекання й проведеного аналізу існуючих систем автоматизації спекатель- ного відділення були виділені 4 основні системи автоматизації:

- завантаження;
- огрудкування;
- запалювання;
- спікання.

Кожна із цих систем є складними системами автоматизації, що включають кілька систем регулювання локальних параметрів.

3.4.1 САР рівня шихти в бункерах

Дана система регулювання є двоконтурної, каскадної.

Сигнал з датчика рівня шихти в проміжному бункері (1а) надходить на вторинний багатоканальний прилад з реєстрацією й індикацією параметрів (1г), де перетворюється в уніфікований струмовий сигнал 4- 20 мА. Далі сигнал надходить на вхід коригувального багатоканального регулятора (1д). На вхід коригувального регулятора одночасно надходять сигнали з датчиків висоти шаруючи шихти на аглостічки (1б) і швидкості руху аглострічки (1в). Добуток сигналів цих двох датчиків пропорційно фактичної продуктивності агломашини. З огляду на дані отримані від рівнеміра й продуктивності агломашини, регулятор (1д) видає завдання цифровому регулятору (1і), сигнал від якого через блок перемикання режимів роботи (1л) надходить у схему керування тарілчастого живильника приймального бункера. Також на вхід стабілізуючого регулятора надходить сигнал з датчика витрати шихти (1ж).

3.4.2 САР укладання шихти на аглострічку

Дана система є одноконтурної, з одним стабілізуючої регулятором (2б), що виробляє керуючий вплив і передає через блок перемикання режимів (2г) у схему керування барабанного живильника проміжного бункера. Датчиком є датчик висоти шаруючи шихти на аглострічки (1б), сигнал з якого надходить на одноканальний вторинний прилад з реєстрацією й індикацією (2а), де він перетвориться й в уніфікованому виді надходить на вхід регулятора.

3.4.3 САР вологості та газопроникності

Дана система є двоконтурною, каскадною.

Сигнал зі стаціонарного нейтронного вологоміру (3а) надходить на вхід вторинного одноканального приладу з індикацією й реєстрацією (3б), після чого уніфікований струмовий сигнал 0- 5 мА надходить на вхід коригувального регулятора (3в), що виробляє завдання стабілізуючому

регулятору співвідношення(3ж). Регулятор співвідношення одержує сигнали з датчиків витрати шихти (3б) і витрати води (3в), перетворені у вторинному приладі (3е), і виробляє керуючий вплив через блок перемикання режимів роботи (3з) і пускач (3і) на виконавчий механізм (3к), що міняє витрата води подаваної в барабан-огрудковувач.

3.4.4 САР запалювання агломераційної шихти

Система є триконтурною, комбінованою.

Основний контур регулювання включає датчик швидкості аглострічки (1в), датчик витрати газу (4а), сигнали з яких через двоканальний реєстратор (4в) перетворившись, надходять на вхід регулятора співвідношення (4г), що через блок перемикання режимів (4е) і пускач (4з), підтримує витрата палива в горн у певнім співвідношенні зі швидкістю аглострічки, впливаючи на виконавчий механізм (4і). Другий контур автоматичного регулювання співвідношення газ/повітря включає датчики витрати газу (4а) і повітря (4н), сигнали яких, перетворившись у вторинному приладі (4о) надходять на вхід регулятора співвідношення (4п). Цей контур підтримує заданий коефіцієнт надлишку повітря, впливаючи на витрату повітря, вимірювання положення виконавчого механізму(4ф), що управляє впливом з регулятора (4п), посиленого на пускачі (4у). Завдання регулятору співвідношення (4п) виробляє коригувальний регулятор (4л), підтримуючи задане значення температури в запальному горні, вимірюваної датчиком (4й) (термопара).

3.4.5 САР спікання агломераційної шихти

Система є багатоконтурною, комбінованою.

Сигнал з датчика газопроникності шаруючи шихти, установленого в проміжному бункері (5а), і з датчиків тиску - розрядження (5б, 5в, 5г) надходять на вхід багатоканального вторинного приладу з індикацією й реєстрацією (5д), де вони перетворюються в уніфікований струмовий сигнал 4- 20 мА та надходять на вхід регулятора співвідношення (5е), що змінює

розрядження в перших вакуум-камерах, виробляючи керуючий вплив у схему керування ексгаустером. Сигнали з термопар, установлених у трьох останніх вакуум-камерах (5й, 5до, 5л) ідуть на вторинний прилад (5м) і далі на регулятор співвідношення (5н), що видає керуючий вплив у схему керування ексгаутером останніх вакуум-камер. Ці 2 регулятори (5е, 5н) видають завдання регулятору (5у), що порівнюючи його з показаннями датчика швидкості (1в), видає керуючий вплив у схему керування руху аглострічки.

3.4.6 САР температури шихти на охолоджувачі

Система є одноконтурною. Сигнали з пірометрів (6а, 6б) в установлених на початку та наприкінці охолоджувача надходять на вхід вторинного приладу з функціями індикації й реєстрації (6д). Далі сигнал надходить на вхід регулятора (6е), де обчислюється різниця температур. Одночасно сигнал з датчика швидкості (6в) перетворившись в уніфікований сигнал у перетворювачі (6г) також надходить на вхід вторинного приладу (6д) і потім на вхід регулятора (6е), де рівняється зі значенням різниці температур. Вони зв'язані в певній пропорційній залежності, виходячи з якого регулятор, виробить необхідний керуючий вплив через блок перемикання режимів керування (6з) на вхід схеми керування швидкістю охолоджувача.

3.5 Специфікація комплексу технічних засобів

Замовна специфікація на весь комплекс технічних засобів оформлена у виді таблиці. Таблиця поділена на 6 розділів. У кожному розділі треба вказати найменування приладу чи обладнання, його тип чи марку, одиницю вимірювання, ціну та кількість.

У розділі прилади та засоби автоматизації приведені датчики, перетворювачі, індикатори, реєструючи прилади, пускачі, виконавчі механізми, блоки керування та сигнальні арматури.

У розділі агрегатні комплекси та засоби обчислюваної техніки був вказаний контролер, що використовується у системі та всі необхідні модулі, які були обрані у ході компоновки.

Обраний щит вказаний у розділі щити та пульти управління.

У розділі електроапаратура був обраний тип клемних колодок.

Діафрагма камерна, що встановлена у газопроводі та повітропроводі зазначена у розділі трубопровідна арматура.

Кабель який був обраний, зазначений у розділі кабелі та дроти.

Замовна специфікація наведена у Додатку А.

4 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ДЛЯ САР

4.1 Розробка принципової електричної схеми

Принципова електрична схема є проектним документом, що визначають повний состав електричної частини й зв'язків між її елементами, а також дає детальна вистава про принципи роботи системи. Перелік установленого встаткування зазначений у специфікації.

Принципова схема служить підставою для розробки інших схем проекту: монтажних схем щитів і пультів, схем зовнішніх з'єднань.

Принципова електрична схема виконана стосовно до системи автоматичного регулювання температури води.

Простота й економічність спроектованої схеми забезпечується застосуванням стандартної апаратури й типових вузлів.

Принципова електрична схема забезпечує оптимальні умови роботи оперативного персоналу при керуванні й обслуговуванні водогрійного котлу в процесі роботи. Ця вимога передбачає спрощення операцій, вироблених обслуговуючим персоналом при керуванні, можливість швидкого вибору необхідного режиму роботи, перехід з автоматичного режиму на ручний і назад.

Температура гарячої води вимірюється уніфікованим термометром опору ТСП, струмовий сигнал від якого 4 – 20 мА проходить через блок живлення БЖ-10 і подається на вхід контролера. Контролер виробляє управляючий вплив залежно від відхилення контрольованого параметра. Сигнал з виходу контролера – 30 В подається на ключ вибору режиму управління ручний або автоматичний, за допомогою якого здійснюється вибір режиму регулювання – автоматичний або ручний. В автоматичному режимі роботи управління здійснює цифровий регулятор у ручному режимі управління виконується оператор. Складання замовленої специфікації на засоби автоматизації

Специфікація являє собою перелік матеріалів і устаткування, необхідного для технічної реалізації проекту.

У специфікації приводять відомості, необхідні для замовлення встаткування й матеріалів.

Специфікація складається при виконанні робочої документації. Вона призначаються для замовлення встаткування, кабельно- провідникової продукції й монтажних матеріалів. Складається специфікація у вигляді таблиці встановленого зразка.

Виконавчий механізм регулювального органа приводиться в рух реверсивним пускачем. Інформацію про ступінь відкриття регулювального органа показує дистанційний покажчик положення ДУП-М, що працює з реостатним датчиком виконавчого механізму.

Провідники з індексами А и N (наприклад А803 і N804) служать для підведення електроживлення до окремих елементів схеми.

4.2 Розробка схеми зовнішніх з'єднань, вибір щитів

Схема зовнішніх з'єднань являє собою комбіновану схему, на якій показані електричні та трубні з'єднання між приладами ы засобами автоматизації, установленими на технологічному обладнанні. Схема зовнішніх з'єднань виконана для системи автоматичного регулювання температури у запальному горні.

Із щита КВПтаА виходять кабелі у захисній трубі довжиною 60 м і у захисній трубі довжиною 60 м для з'єднання електричної схеми щита КВПтаА із зовнішніми клемниками, розташованими безпосередньо перед виконавчим механізмом МЕО та датчиком температури. Із клемних з'єднувачів виходять кабелі МКШ 3*1 і МКЭШ 10*0,5 для приєднання електродвигуна та схеми управління виконавчого механізму відповідно.

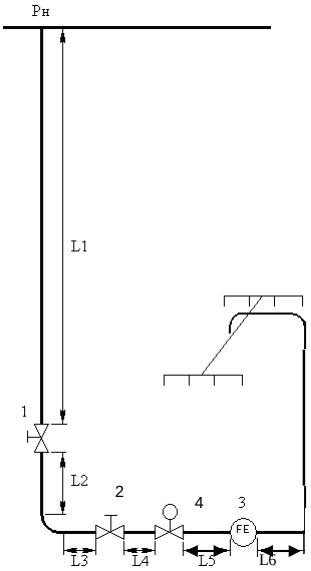
Щит установлюється у приміщені КВП та А, тому доцільно використовувати щит панельного типу. Щит призначений для монтажу на

його лицьовій панелі апаратури для контролю та управління тепловим режимом горна, для захисту апаратури від механічних ушкоджень, для запобігання випадкового дотику обслуговуючого персоналу до відкритих струмоведучих частин апаратури й складанням затискачів.

Щит має наступні габаритні розміри: висота – 2200 мм, ширина лицьової панелі – 800 мм. Уся комутація зводиться до панелей контактних затискачів.

4.3 Розрахунок регулюючого органу

На рис. 4.1 наведена схема паливного газопроводу від цехового колектора до розподільного газового колектора перед групою пальників, за якою виконано розрахунок.



1 – засувка з ручним приводом; 2 – відсічний клапан; 3 – звужуючий пристрій витратоміра; 4 – регулювальний орган; L_1 – L_6 – довжини прямих ділянок газопроводу.

Рисунок 4.1 - Схема цехового колектора

Абсолютний тиск газа на початку трубопровода:

$$P_{нач} = P_{н} + P_{нач} = 0{,}179 + 0{,}01 = 0{,}19\ МПа,$$

де $P_н$=0,179 *МПа* – абсолютний тиск газа при нормальних умовах.

Розрахункова максимальна витрата до регулюючого органу:

$$Q_{\max 1} = Q_{\max} \frac{P_н \cdot T}{P_{нач} \cdot T_н} = 4000 \frac{0{,}179 \cdot 293}{0{,}19 \cdot 293} = 3600 \text{ } м^3/ч.$$

Щільність газу до регулюючого органу:

$$\rho_1 = \rho_н \frac{P_{нач} \cdot T_н}{P_н \cdot T} = 0{,}725 \frac{0{,}257 \cdot 293}{0{,}19 \cdot 293} = 1{,}042 \text{ } кг/м^3,$$

де $\rho_н$=0,6679 *кг/м*^{3} – щільність природнього при нормальних умовах;

$T_н$=293 К – абсолютна температура газа при нормальних умовах.

Динамічна в’язкість газа:

$$\mu_1 = 1{,}19 \cdot 10^{-6} \text{ } кгс \cdot с / м^3 = 1{,}08 \cdot 10^{-5} \text{ } Па \cdot с.$$

Діаметр трубопровода до регулюючого органу:

$$D_1 = 18{,}85 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\max 1}}{V}} = 18{,}85 \cdot \sqrt{\frac{3600}{12}} = 326{,}5 \text{ } мм,$$

де V=12 м/с – допустима швидкість руху газа.

Приймається діаметр $D_{ст}$=330 *мм*.

Розрахункова швидкість середовища у трубопроводі до регулюючого органу:

$$V_1 = \frac{354 Q_{\max 1}}{D_{ст1}^2} = \frac{354 \cdot 3600}{330^2} = 11{,}7 \text{ } м/с.$$

Число Рейнольдса для газа до регулюючого органу:

$$\mathrm{Re}_1 = 0{,}354\frac{Q_{\max 1}\cdot \rho_1}{D_{cm1}\cdot \mu_1} = 0{,}354\frac{139{,}09\cdot 1{,}042}{50\cdot 1.08\cdot 10^{-5}} = 950108.$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя для частин трубопровода до регулюючого органу:

$$\lambda_1 = \frac{1}{(2\lg(19{,}5D_{cm}))^2} = 0{,}028.$$

Втрати тиску на прямих ділянках трубопровода до регулюючого органу:

$$\Delta P_{пр1} = \lambda_1 \frac{\rho_1\cdot(L_7+L_8)\cdot V_1^2}{2D_{cm}} = 0{,}028\frac{1{,}042\cdot 1\cdot 11{,}7^2}{2\cdot 0{,}05} = 113\ Па.$$

Втрати тиску на на місцевих опорах до регулюючого органу:

$$\Delta P_{м1} = (\xi_1^1+\xi_1^2)\frac{\rho_1\cdot V_1^2}{2} = 3{,}5\frac{1{,}042\cdot 11{,}7^2}{2} = 706{,}9\ Па,$$

де ξ_1^1=2,5 – коэфіцієнт місцевого опору трійника, який розрає середовище на 90°;

ξ_1^2=1 – коэфіцієнт місцевого опору на чутливому елементі витратоміра.

Втрати тиску в лінії до регулюючого органу:

$$\Delta P_{л1} = \Delta P_{пр1} + \Delta P_{м1} = 113{+}706{,}9 = 819{,}9\ Па.$$

Абсолютний тиск газа до регулюючого органу:

$$P_1 = P_{нач} - \Delta P_{л1} = 0{,}257 - 0{,}000819 = 0{,}256\ МПа.$$

Абсолютний тиск газа в кінці трубопровода:

$$P_{кон} = P_{н} + P_{кон} = 0,1\ \ 9 + 0,068 = 0,247\ МПа.$$

Абсолютний тиск газа після регулюючого органу:

$$P_2 = P_1 - 0,3(P_{нач} - P_{кон}) = 0,256 - 0,3(0,257 - 0,247) = 0,253 МПа$$

Розрахункова максимальна витрата після регулюючого органу:

$$Q_{\max 2} = Q_{\max} \frac{P_{н} \cdot T}{P_{кон} \cdot T_{н}} = 4000 \frac{0,01 \cdot 293}{0,1 \cdot 293} = 400\ м^3/год.$$

Щільність газа після регулюючого органу:

$$\rho_2 = \rho_{н} \frac{P_2 \cdot T_{н}}{P_{н} \cdot T} = 0,725 \frac{0,253 \cdot 293}{0,179 \cdot 673} 293 = 1,024\ кг/м^3.$$

Діаметр трубопровода після регулюючого органу:

$$D_2 = 18,85 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\max}}{V}} = 18,85 \cdot \sqrt{\frac{400}{12}} = 108\ мм,$$

Приймається діаметр $D_{ст}$=110 *мм* .

Розрахункова швидкість середовища у трубопроводі після регулюючого органу:

$$V_2 = \frac{354 Q_{\max}}{D_{ст}^2} = \frac{354 \cdot 400}{110^2} = 11,7\ м/с.$$

Число Рейнольдса для газа після регулюючого органа:

$$\mathrm{Re}_2 = 0{,}354\frac{Q_{\max 2}\cdot\rho_2}{D_{ст}\cdot\mu_2} = 0{,}354\frac{400\cdot 1{,}024}{110\cdot 1{,}08\cdot 10^{-5}} = 94987.$$

Коефіцієнт тертя для частин трубопровода після регулюючого органу:

$$\lambda_2 = \frac{1}{(2\lg(19{,}5D_{ст}))^2} = 0{,}028.$$

Витрати тиску на прямих ділянках трубопровода:

$$\Delta P_{пр2} = \lambda_2\frac{\rho_2\cdot(L_9+L_{10})\cdot V_2^2}{2D_{ст}} = 0{,}028\frac{1{,}024\cdot 2{,}5\cdot 20{,}036^2}{2\cdot 0{,}05} = 281{,}02\ Па.$$

Втрати тиску на місцевих опорах:

$$\Delta P_{м2} = \xi_2^1\frac{\rho_2\cdot V_2^2}{2} = 0{,}2\frac{1{,}024\cdot 20{,}04^2}{2} = 41{,}12\ Па,$$

де ξ_2^1=0,2 – коэфіцієнт місцевого опору простого коліна.

Втрати тиску в лінії після регулюючого органу:

$$\Delta P_{л2} = \Delta P_{пр2} + \Delta P_{м2} = 281{,}02 + 41{,}12 = 322{,}14\text{Па} = 0{,}00032\ \text{МПа}.$$

Загальний перепад тиску у мережі:

$$\Delta P_с = P_{нач} - P_{кон} = 0{,}257 - 0{,}247 = 0{,}01\ МПа.$$

Втрати тиску у регулюючому органі:

$$\Delta P_{PO} = \Delta P_c - (\Delta P_{л1} + \Delta P_{л2}) =$$

$$= 0{,}01 - (0{,}00819 + 0{,}00032) = 0{,}00139\ МПа.$$

Пропускна здатність регулюючого органу:

$$K_{v\max} = \frac{Q_{\max}}{5350}\sqrt{\frac{\rho_2 \cdot T_1 \cdot K}{\Delta P_{PO} \cdot P_2}} = \frac{4000}{5350}\sqrt{\frac{0{,}725 \cdot 293 \cdot 0.99832}{0{,}00139 \cdot 0{,}253}} = 29{,}03\ м^3/год.$$

Умовна пропускна здатність регулюючого органу: $K_{v\,усл} \geq 1{,}2K_{v\max}$.

Приймається $K_{v\,усл} = 34{,}836\ м^3/год$.

Обрано регулюючий орган – дросельна заслінка PRS-2 з умовним діаметром 200 мм**.**

Відношення перепаду тиску в лінії до перепада тиску на регулюючому органі:

$$n = \frac{\Delta P_л}{\Delta P_{PO}} = \frac{\Delta P_{л1} + \Delta P_{л2}}{\Delta P_{PO}} = \frac{0{,}00819 + 0{,}00032}{0{,}00139} = 6{,}12.$$

Обрано рівновідсоткову пропускну характеристику регулюючого органу.

Уточнене значення максимальної витрати через регулюючий орган:

$$Q'_{\max} = K_{vусл} \cdot \frac{5350}{\sqrt{\frac{\rho_2 \cdot T_1 \cdot K}{\Delta P_{PO} \cdot P_2}}} = 34{,}836\frac{5350}{\sqrt{\frac{0{,}725 \cdot 293 \cdot 0{,}99832}{0{,}00139 \cdot 0{,}253}}} = 240 м^3/ч$$

Відносне значення витрат:

$$q_{max} = \frac{Q_{max}}{Q'_{max}} = \frac{4000}{4200} = 0{,}95$$

$$q_{min} = \frac{Q_{min}}{Q'_{max}} = \frac{400}{4200} = 0{,}01.$$

Вибір перепускної характеристики регулюючого органа

Аналіз збурень в об’єкті показав, що для цього процесу бажана лінійна витрачальна характеристика, то потрібно зробити вибір лінійної перепускної характеристиками РО, виходячи з того, що при n<1,5 переважна лінійна перепускна характеристика.

При n<1,5 обирається лінійна перепускна характеристика.

При відомих значеннях n, q_{max} і q_{min} знаходимо значення l_{max} та l_{min} (діапазон навантаження) для РО з лінійною пропускною характеристикою:

$$l_{max} = 0.75,$$
$$l_{min} = 0.25.$$

При цьому l_{max} та l_{min} зайдено коефіцієнт передачі $К_{РО}$:

$$К_{ро\ max} = 0.9;$$
$$К_{ро\ min} = 1.6;$$
$$\frac{Кро\ max}{Кро\ min} = \frac{0.9}{1.6} = 0.56.$$

4.4 Розрахунки зчленування регулюючого органа з виконавчим механізмом

4.4.1 Побудова статичної характеристики з'єднання регулюючого органа з об'єктом регулювання методом геометричного множення

1. У першому квадранті (рисунок 4.2) будуємо безрозмірну статичну характеристику об'єкта регулювання 1, як функцію $x^{op}_{вых}=f(x^{op}_{вх})$.

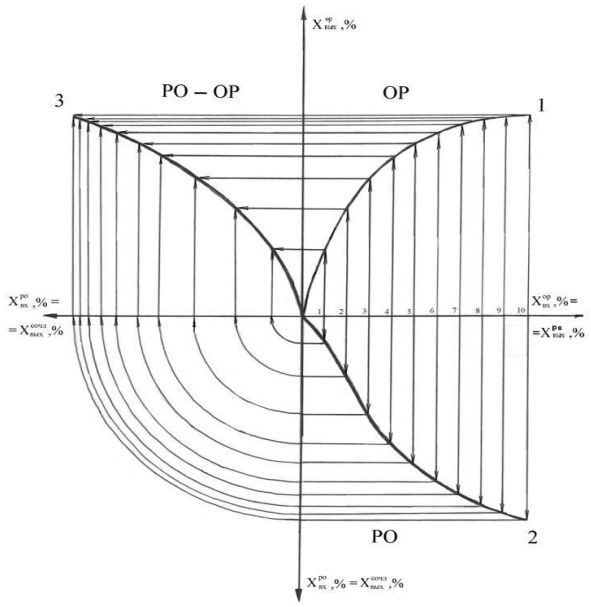


Рисунок 4.2 - Побудова статичної характеристики з'єднання регулюючого органа з об'єктом регулювання

2. У четвертому квадранті будуємо безрозмірну статичну характеристику регулювального органа, певну по номограмі 4.1 [5].

3. Ділимо вісь $x^{op}_{вх} = x^{po}_{вых}$ на десять рівних ділянок (по 10 %).

4. Із точок її розподілу проводимо вертикалі до перетинання їх з характеристиками об'єкта 1 і регулювального органа 2.

5. Проектуємо точки перетинання вертикалей із кривій 1 на вертикальну вісь $x^{op}_{вых}$ і із кривій 2 на вісь $x^{сочл}_{вых}$. Горизонталі з першого квадранта продовжуємо в другий, а точки перетинання горизонталей з вертикальною віссю $x^{сочл}_{вых}$ переносимо на горизонтальну вісь $x^{сочл}_{вых}$ другого квадранта.

6. У другому квадранті відновлюємо перпендикуляри із точок розподілу горизонтальної осі $x^{сочл}_{вых}$ до перетинання їх з подібними по номерах горизонталями.

7. Отримані точки перетинання 1 – 10 у другому квадранті з'єднуємо плавною лінією 3, яка є шуканою безрозмірною статичною характеристикою послідовного з'єднання РО з ОР.

4.4.2 Побудова оптимальної безрозмірної статичної характеристики зчленування виконавчого механізму з регулюючим органом

1. Отриману в п. 4.3.1. (рисунок 4.2) статичну характеристику 3, послідовного з'єднання регулювального органа з об'єктом регулювання будуємо в першому квадранті координатної площини $x^{op}_{вых}$ - $x^{сочл}_{вых}$ (рисунок 4.2).

2. У другому квадранті будуємо бажану лінійну характеристику 4 виконавчого ланцюга по каналу $x^{им}_{вых}$ - $x^{op}_{вых}$.

3. Ділимо $x^{сочл}_{вых}$ на десять рівних інтервалів. Через точки розподілу відновлюємо перпендикуляри у квадрант 1 до перетинання їх із кривій 3 і опускаємо їх у четвертий квадрант.

4. Із точок перетинання зазначених перпендикулярів із кривій 3 проводимо горизонталі до перетинання із прямій 4 у квадранті 2.

5. Із точок їх перетинання із прямій 4 опускаємо перпендикуляри до перетинання з горизонтальною віссю $x^{сочл}_{вых}$.

6. Точки розподілу осі $x^{сочл}_{вых}$ циркулем переносимо на вертикальну вісь $x^{им}_{вых} = x^{сочл}_{вх}$ і з них проводимо горизонталі в четвертому квадранті до перетинання з вертикалями з подібними номерами.

7. Точки перетинання абсцис і ординат з рівними номерами у квадранті 4 з'єднуємо плавною лінією 5.

Отримана лінія є бажаною оптимальною статичною характеристикою зчленування виконавчого механізму з регулюючим органом, що забезпечує лінійність статичної характеристики у виконавчому ланцюзі САР.

8. Викопіюмо криву 5 на окремій координатній площині $\varphi_{ÐÎ} = f(\varphi_{ÈÌ})$ (рисунок 4.3).

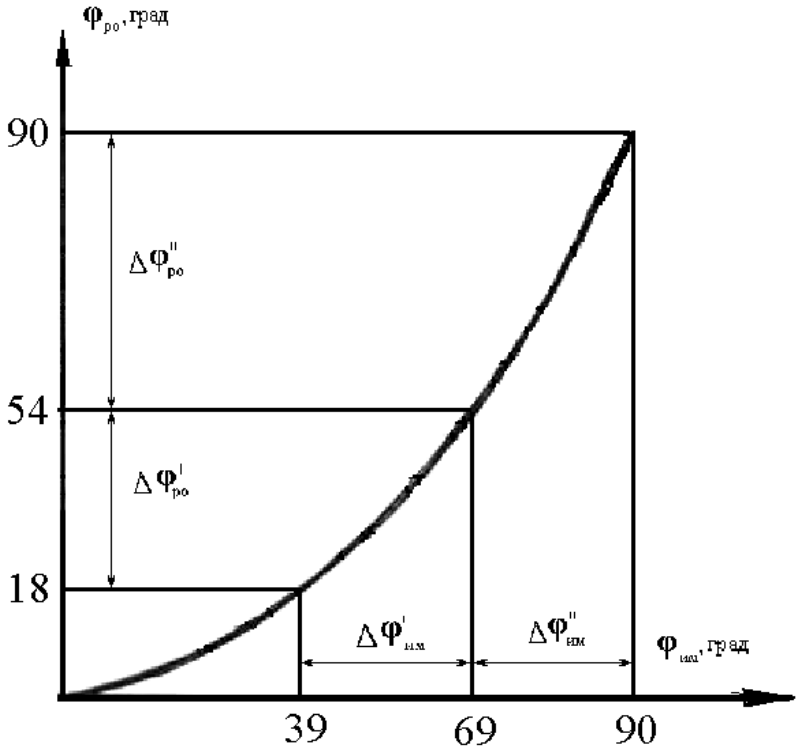


Рисунок 4.3 - Статична характеристика зчленування виконавчого механізму з регулюючим органом

4.4.3 Розрахунки з'єднання регулюючого органа з виконавчим механізмом

1. Виділимо на графіку $\varphi_{ÐÎ} = f(\varphi_{ÈÌ})$ (рисунок 4.4) три точки, які найбільше ймовірно відображають його характер.

2. Визначимо збільшення кутів повороту вихідного вала виконавчого механізму $\Delta\varphi'_{ÈÌ} = 30^\circ$ $\Delta\varphi''_{ÈÌ} = 21^\circ$ збільшення, що й відповідають їм, $\Delta\varphi'_{ÐÎ} = 36^\circ$ кутів $\Delta\varphi''_{ÐÎ} = 46^\circ$ повороту регулювального органа, .

3. Задаючи відстань AD між осями валів ЇМ і РО в масштабі 1:4, а також знаючи довжину кривошипа виконавчого механізму АВ = 200 мм, у такому ж масштабі, попередньо ухвалюємо розмір кривошипа регулюючого органа – DC1.

4. Задавши початкові кути положення кривошипів у діапазоні 20 – 30° будуємо їх взаємоположення (рисунок 4.4). Будуємо нове положення

кривошипів ЇМ і РО спочатку для збільшень кутів $\Delta\varphi''_{ÈÌ}$ і $\Delta\varphi''_{ÐÎ}$, а потім, для $\Delta\varphi'_{ÈÌ}$ й $\Delta\varphi'_{ÐÎ}$.

5. Оскільки положення точок $З_1$, $З_2$, $З_3$ обране довільно, але не можна сподіватися, що відстані B_1C_1, B_2C_2 і B_3C_3 однакові. Для визначення дійсного розміру кривошипа $DC_{ИСТ}$ і кута $\varphi_{ÐÎ..ÈÑÒ}$ необхідно, використовуючи відрізки DB_2 і DB_3 як радіуси окружностей із загальним центром у точці D, побудувати частини окружностей B_2 – B'_2 і B_3 - B'_3, повертаючи за годинниковою стрілкою радіуси DB_2 і DB_3 відповідно на кути $\Delta\varphi''_{ÐÎ}$ - $\Delta\varphi'_{ÐÎ}$. У підсумку точки B_1, B'_2, B'_3 лежать на одній окружності, центр якої й визначає дійсне положення точки З, довжину кривошипа $DC_{ист}$ і початковий кут його установки $\varphi_{ÐÎ..ÈÑÒ}$.

6. Для знаходження положення точки $C_{ист}$:

- з'єднати прямими точки B_1 і B'_2, а також B'_2 і B'_3;

- із середини отриманих хорд, що представляється окружності побудувати перпендикуляри до їхнього взаємного перетинання. Крапка перетинання і є положенням точки $C_{ист}$. Довжина $DC_{ист}$ визначає в масштабі дійсну довжину кривошита РО, а кут між $DC_{ист}$ і лінією AD рівняється дійсному початковому куту його установки $\varphi_{ÐÎ..ÈÑÒ}$. Довжина тяги між кривошипами РО і ВМ дорівнює довжині відрізка $B_1C_{ист}$.

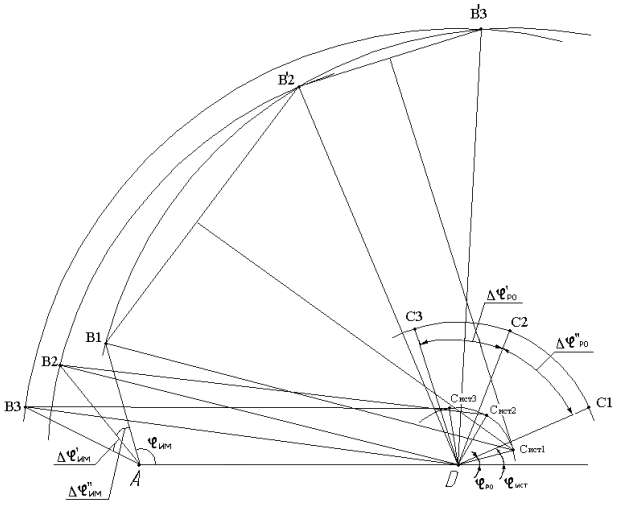


Рисунок 4.4 – Схема з'єднання регулювального органа з виконавчим механізмом

4.5 Вибір виконавчого механізму

Для поворотних заслінок величину моменту, необхідного для їхнього обертання визначають по формулі:

$$M = k*M_т,$$

де $M_т$ – момент тертя в опорах;

k – коефіцієнт, що враховує завантаженість трубопроводу.

$$M_т = 0,785 * D^2_у*\Delta рро*r_ш*\lambda$$

де $r_ш$ – радіус шийки вала заслінки, м;

$\lambda = 0,15$ – коефіцієнт тертя в опорах.

$$M_т = 0,785*0,082*87055*0,07*0,15=0,5 Н*м,$$

$$M = 3*0,5 = 1,5 Н*м.$$

З урахуванням зусилля необхідно для переміщення механічного з'єднання, яке складається із двох кривошипів і тяги між ними, вибираємо виконавчий механізм типу: МЭО 1,6/25 – 0,63, номінальний крутний момент на вихідному валу – 16 Н*м, номінальний час повного ходу вихідного вала – 25 з, номінальний хід вихідного вала – 0,63 оберту.

4.6 Розрахунок та моделювання САР

Теплотехнічні процеси, як різновид технологічних, з позиції керування є складними об'єктами, які характеризуються великою інерційністю, що й володіють більшим часом транспортного запізнювання. Для таких об'єктів на сьогодні сформувалися специфічні методи розрахунків, зокрема, з використанням фазових-амплітудно-фазових характеристик /АФХ/ розімкнутих систем. При цьому необхідна якість керування досягається, як правило, не за рахунок ускладнення алгоритмів керування, а за рахунок уведення додаткових контурів впливу, застосування каскадних, комбінованих систем і т.д. Такий шлях дозволяє здійснити автоматизацію складних об'єктів на базі порівняно простих серійних регуляторів і керуючих пристроїв.

Розрахунки одноконтурної системи регулювання. Вибір закону регулювання здійснюється виходячи забезпечення динамічного коефіцієнта регулювання, величини статичної помилки, швидкодії і т.д. У даній дипломній роботі застосовується ПІ – закон регулювання як найпоширеніший. Визначення параметрів настроювання можна робити з достатньої для практики точністю тільки по одному показнику якості – показнику коливання М.

4.6.1 Апроксимація перехідних функцій об'єкта керування

Передатна функція об'єкта по основному каналу (каналу регулювання):

$$W_0(p) = \frac{в_0}{a_0 + a_1 p + p^2} * e^{-\tau_0 p} = \frac{0{,}005}{0{,}006 + 0{,}61p + p^2} * e^{-0.5p}$$

Для знаходження перехідної функції Хвих(р) використовуємо класичний метод розв'язку:

$$\frac{d^2 Хвих}{dt^2} + 0{,}61\frac{dXвих}{dt} + 0.006Хвих = 0{,}005Хв$$

Початкові умови Хвих(0)=0 ; Хвих’(0)=0

$$z^2 + 0.61 * z + 0.006 = 0$$

$$D = a_1^2 - 4 * a_0 = 0.61^2 - 4 * 0.006 = 0.3481$$

$$z_1 = \frac{-a_1 + \sqrt{D}}{2} = \frac{-0.61 + \sqrt{0.3481}}{2} = -0{,}01$$

$$z_2 = \frac{-a_1 - \sqrt{D}}{2} = \frac{-0.61 - \sqrt{0.3481}}{2} = -0{,}6$$

Корені характеристичного рівняння дійсні та від’ємні.

$$X\ вих(t) = X\ вих^{св}(t) + Хвих^{вын}(t)$$

$$Хвих^{св}(t) = A_1 e^{-0,01t} + A_2 e^{-0,6t}$$

$$Хвих^{вын}(t) = B; \qquad B = \frac{в_0}{a_0} = \frac{0,005}{0,006} = 0,833$$

$$X\ вих(t) = X\ \ вих^{св}(t) + Хвих^{вин}(t) = A_1 e^{-0,01t} + A_2 e^{-0,6t} + 0,833$$

A1+A2+0,833=0

$$Хвих'(t) = -0.01A_1 e^{-0,01t} - 0.6A_2 e^{-0,6t}$$ -0,01A1-0,6A2=0

Вирішуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} A_1 + A_2 + 0,833 = 0 \\ -0,01A_1 - 0,6A_2 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} A_1 = -A_2 - 0,833 \\ -0,01A_1\ (-A_2 - 0,833) - 0,6A_2 \end{cases}$$

$$0,59A_2 = -0,00833$$

A2=0,0141

A1=-0,0141-0,833=-0,8471

Перехідна функція має вигляд:

$$Хвих(t) = -0,8471e^{-0,01t} - 0,0141e^{-0,6t} + 0,833$$

Час перехідного процесу:

$$t_{ппр} = \frac{3}{z_{хв}} = \frac{3}{|0.01|} = 300 \text{ с}$$

Для побудови кривої розгону розбиваємо час перехідного процесу.

Результати обчислень Хвых(t) занесено в таблицю 4.1.

За отриманим даними будуємо криву розгону рисунок 4.5.

Таблиця 4.1 - Результати обчислень кривій розгону

t	Хвих(t)
4	00,018
5	0,027
6	0,035
8	0,51
10	0,66
15	0,104
20	0,139
30	0,205
40	0,265
50	0,319
60	0,368
70	0,412
80	0,452
90	0,489
100	0,521
120	0,578
140	0,624
160	0,662
180	0,693
200	0,718
220	0,739
240	0,756
260	0,77
280	0,781
300	0,791
350	0,807
400	0,817

По кривій розгону визначаємо:

τапр=5 ; Те=105 с; τо=0,5*Те=0,5*105=52.5 с; Кр=1.

Виконуємо апроксимацію об'єкта ланкою транспортного запізнювання й інерційною ланкою 1-го порядку у вигляді:

$$Wo(p)=\frac{K_0}{T_0 p+1}e^{-\tau_{anp} p}$$

Загальна передатна функція об'єкта з урахуванням транспортного запізнювання у вихідній передатній функції має вигляд :

$$Wo(p)=\frac{1}{105p+1}e^{-57.5\ p}$$

Побудова АФХ об'єкта

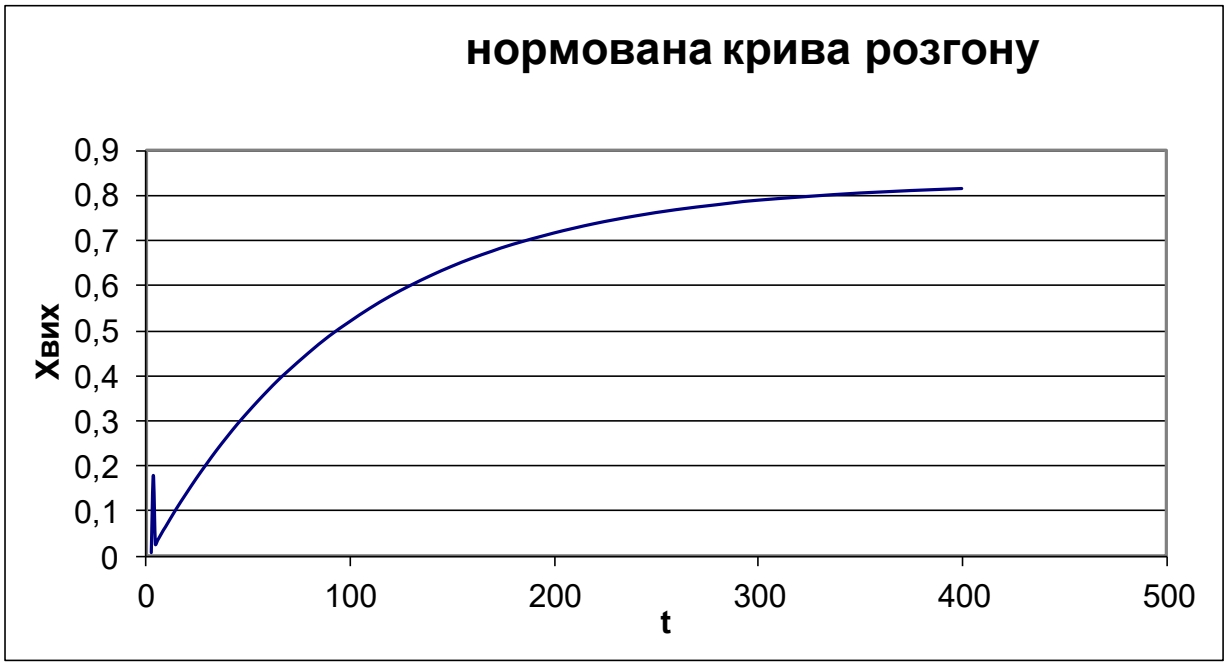


Рисунок 4.5 – Крива розгону об’єкта

Відповідно до отриманої передатної функції АФХ об'єкта має вигляд:

$$Wo(iw)=\frac{K_0}{\sqrt{T^2 0w^2+1}}e^{-i(arctgTow+(\tau o+\tau_{anp})w)}$$

$$Wo(iw) = \frac{0{,}833}{\sqrt{130^2\ w^2 + 1}} e^{-i(arctg130\ \ w + 65w)}$$

За допомогою програми Mathcad обчислюємо точки АФХ, результати затягаємо в таблицю 4.2 і будуємо АФХ об'єкта рисунок 4.6.

Таблиця 4.2 - Результати обчислень точок АФХ об'єкта

Re	**Im**	**ω**
0,833	0	0
0,811	-0,159	0,001
0,655	-0,417	0,003
0,433	-0,548	0,005
0,14	-0,56	0,008
0,0029	-0,508	0,01
-0,094	-0,44	0,012
-0,183	-0,333	0,015
-0,24	-0,178	0,02
-0,238	-0,059	0,025
-0,205	0,026	0,03
-0,105	0,117	0,04
-0,0056	0,127	0,05
0,062	0,086	0,06
0,079	-0,03	0,08
-0,0089	-0,063	0,1

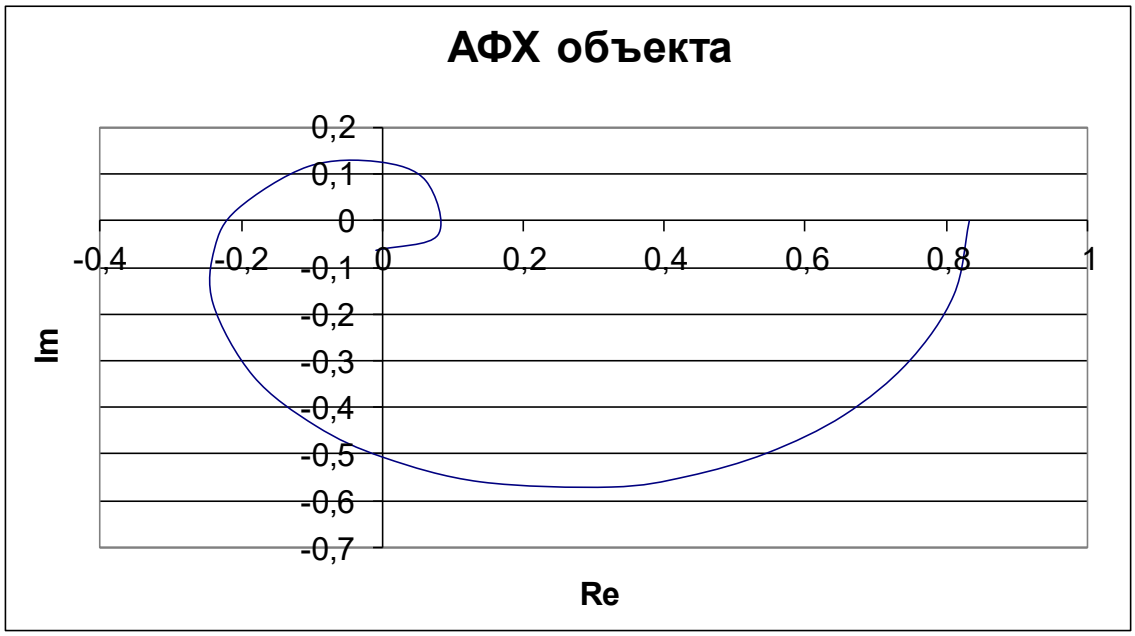


Рисунок 4.6 - АФХ об'єкта

4.6.2 Інженерний розрахунки настроювань

Інженерний розрахунки чисельних значень параметрів настроювання регуляторів не дозволяє одержати їхні оптимальні значення, але дає можливість знайти базові значення, що уточнюються надалі графо – аналітичним методом розрахунків по розрахованому показникові коливальності М.

Для орієнтовного розрахунків потрібно вибрати перехідний процес системи, характеризуемый ступенем загасання $\psi = 0.92$.

Так для типового аперіодичного перехідного процесу ступінь загасання $\psi = 1$. Заданий ступінь загасання $\psi = 0.92$ отн.ед. характерна для перехідного процесу з пері регулюванням $\sigma = 31{,}6$ % і показником якості М =1.55.

Наближені настроювання розраховуються відповідно до таб.2, наведеної для статичних об'єктів, що як найчастіше зустрічаються й заданих у роботі. Для ПІ-регулятора та типового перехідного процесу з перерегулюванням 40% вони будуть такі:

$$K_p = \frac{T_o}{K_o * \tau_{об}} = \frac{130}{0{,}833*65} = 2.4$$

Ти = То = 130

Побудова сімейства АФХ розімкнутої системи.

Передатна функція розімкнутої системи виражається у вигляді:

$$Wpc(p) = Wo(p)*Wpeг(p)$$

Для ПІ – регулятора:

$$Wpeг(p) = Kp(1+1/Tu*p)$$

де *Kp* і *Ti* – настроювання регулятора

АФХ розімкнутої системи має вигляд:

$$W_{pc}(iw) = \left(\frac{1}{\sqrt{130^2 w^2 + 1}} e^{-i(arctg130w+65w)} \right) * \left(Kp * \left(1 + \frac{1}{T_u iw} \right) \right)$$

Задаючись різними значеннями *Ti* за допомогою програми Mathcad одержуємо значення координат для побудови сімейства АФХ:

Результати занесено в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Координат для побудови сімейства АФХ

	***Ti*=70**			***Ti* =100**	
w	**Re**	**Im**	**w**	**Re**	**Im**
0,05	0,073	0,308	0,05	0,047	0,306
0,03	-0,462	0,298	0,03	-0,471	0,288
0,01	-1,734	-1,229	0,01	-1,212	-1,226
0,006	-2,479	-3,229	0,006	-1,501	-2,671
0,003	-3,191	-8,482	0,003	-1,763	-6,238

0,001	-3,522	-28,172	0,001	-1,882	-19,835
	***Ti* =130**			***Ti* =150**	
w	**Re**	**Im**	**w**	**Re**	**Im**
0,05	0,033	0,306	0,05	0,027	0,305
0,03	-0,476	0,19	0,03	-0,478	0,173
0,01	-0,931	-1,224	0,01	-0,806	-1,224
0,006	-0,974	-2,371	0,006	-0,74	-2,237
0,003	-0,993	-5,029	0,003	-0,651	-4,492
0,001	-0999	-15,346	0,001	-0,606	-13,351
	***Ti* =50**				
w	**Re**	**Im**			
0,05	0,108	0,309			
0,02	-1,004	0,149			
0,01	-2,431	-1,233			
0,006	-3,783	-3,973			
0,003	-5,097	-11,475			
0,001	-5,709	-39,287			

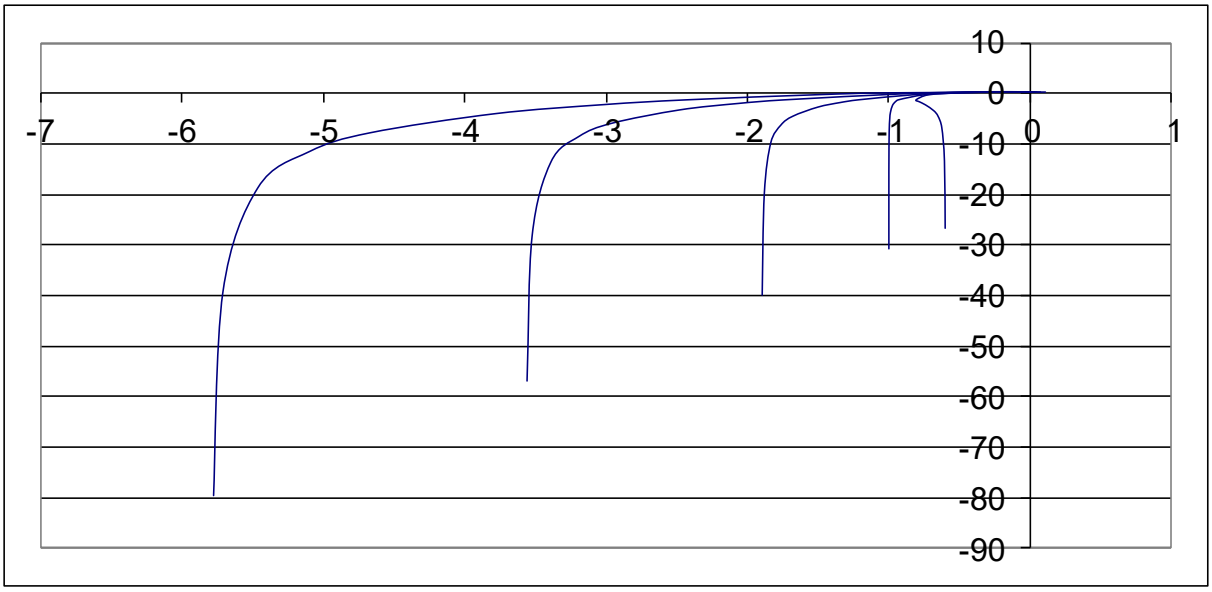


Рисунок 4.7 - Побудова сімейства АФХ (загальний вид)

4.7 Розробка макету мнемосхеми

У роботі розроблена мнемосхема роботи аглострічки та запального горна, що відображає плин технологічного процесу. На ній відображаються поточні значення всіх параметрів, утримуватися кнопки ручного управління засувками, перехід з ручного в автоматичний режими управління, утримуються кнопки пуску й зупинки агрегату, кнопки переходу до інших екранів і роздруківки звітів і зведень.

Головна мнемосхема відображає протікання технологічного процесу в агломераційному відділенні. На ній утримуватися кнопки що дозволяють переходити на мнемосхему шкірного агрегату, кнопки управління засувками в ручному режимі, термічний режим роботи горна, і режим її роботи, марку стали завантажену в піч.

Мнемосхема наведена на рис. 4.8.

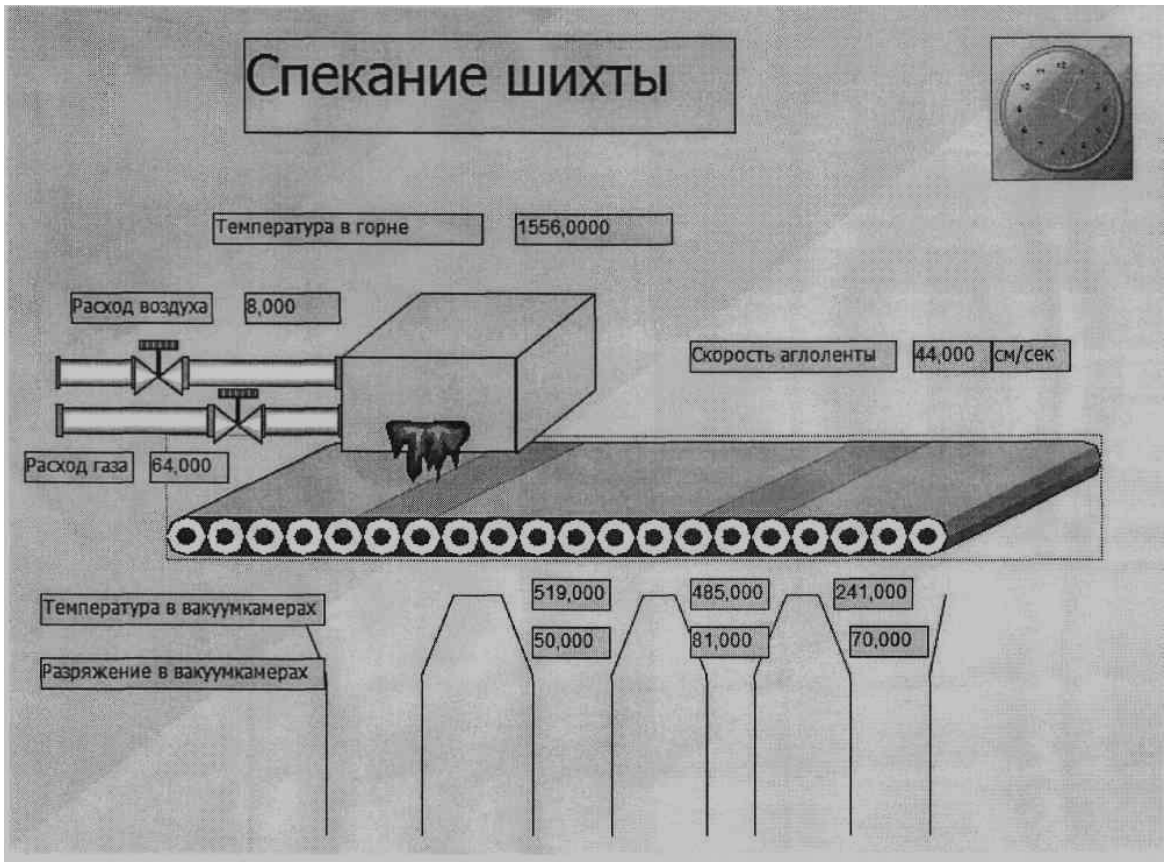


Рисунок 4.8 – Мнемосхема роботи запалювального горну

5 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Метою техніко-економічного обґрунтування автоматизованої системи управління (АСУ) є кількісне та якісне доказ економічної доцільності створення або розвитку системи автоматизації, а також визначення організаційно-економічних умов її ефективного функціонування.

Основними факторами, що визначають економічну ефективність АСУ,

1. Збільшення випуску продукції і підвищення її якості за рахунок більш раціонального використання виробничих потужностей, сировини, матеріалів, палива та трудових ресурсів;

2. Підвищення продуктивності праці виробничих робітників, внаслідок скорочення втрат робочого часу і простоїв обладнання.

Основною умовою при визначенні економічної ефективності АСУ є зіставність усіх показників:

- в часі;

- за цінами і тарифними ставками зарплати, використовуваним для визначення показників;

- за елементами витрат.

Економічні показники визначаються за діючими на момент розрахунку оптових цін і тарифними ставками.

При визначенні очікуваного річного економічного ефекту в якості бази для порівняння приймаються плановані в умовах відсутності АС показники виробничо-господарської діяльності виробництва в році впровадження системи.

5.1 Розрахунок капітальних затрат на створення АСУ

Одноразові витрати на створення АСУ (КА) визначаються за формулою:

$$K^{A} = K^{A}_{П} + K^{A}_{К} = 300000 + 284075 = 584075\,грн. \quad (5.1)$$

де $K^{A}_{П}$ - довиробничі витрати, грн.;

$K^{A}_{К}$ - капітальні витрати, грн.

Довиробничі витрати на розробку АСУ розраховуються за формулою:

$$К^{А}_{П} = К^{А}_{ПР} + К^{А}_{ПО} + К^{А}_{ИО} = 20000+50000+50000=300000 \text{ грн} \quad (5.2)$$

де $K^{A}_{ПР}$ - витрати на проектування АСУ, грн.;

$K^{A}_{ПО}$ - витрати на розробку програмного забезпечення, грн.;

$K^{A}_{ИО}$ - витрати на підготовку інформаційного забезпечення тривалого користування (створення бази даних АСУ), грн.

Величина капітальних витрат визначається за формулою:

$$K^{A}_{К} = K^{A}_{КТС} + K^{A}_{МОНТ} - K^{A}_{ВЫСВ} = 268321 + 26832{,}1 - 11078 = 284075{,}1 \text{ грн}.. \quad (5.3)$$

де $K^{A}_{КТС}$ - кошторисна вартість комплексу технічних засобів (КТЗ), грн.;

$K^{A}_{МОНТ}$ - витрати на установку, монтаж і запуск КТЗ в роботу, грн. (10% від вартості КТЗ);

$K^{A}_{ВЫСВ}$ - кошторисна вартість технічних засобів, вивільнених у результаті впровадження АСУ, грн.

5.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на функціонування системи автоматизації

Розрахунок річних експлуатаційних витрат на функціонування АСУ (ЗЕКСП) здійснюється за формулою:

$$З_{ЭКСП} = З_{ЗП} + З_{ЭЛ} + З_{А} + З_{МАТ} + З_{РЕМ} = \\ = 464000 + 128700 + 5366 + 5366 + 18782 = 645255\,грн. \quad (5.4)$$

де $З_{ЗП}$ - річні витрати на заробітну плату спеціалістів в умовах функціювання АСУ з відрахуваннями на соціальне страхування, 58*8000 грн.;

$З_{ЭН}$ - річна вартість електроенергії, споживаною АСУ, 128700 грн.;

$З_А$ - річна сума амортизаційних відрахувань, 28407 грн.;

$З_{МАТ}$ - річна вартість матеріалів, необхідних для функціювання АСУ (2% от стоимости КТЗ), 268321*0,02=5366 грн.;

$З_{РЕМ}$ - річна вартість ремонта обладнання (7% від вартості КТЗ), 268321*0,07=18782 грн.

Заробітна плата фахівців в умовах функціонування АСУ залежить від їх чисельності, часу роботи і тарифної ставки. Відрахування на соціальні потреби складають 22% - єдиний соціальний податок

Річна вартість електроенергії, споживаної АСУ, визначається за формулою:

$$З_{ЭЛ} = W \cdot T_{ЭФ} \cdot Ц_{Э} = 6 \cdot 16500 \cdot 1{,}3 = 128700\,грн. \qquad (5.5)$$

де W - встановлена потужність КТЗ, кВт;

$Т_{ЭФ}$ - ефективний фонд часу роботи КТЗ, год.;

$Ц_Э$ - вартість 1 кВт·год електроенергії, грн.

Річна сума амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$З_А = \frac{К_К^А \cdot Н_А}{100} = \frac{284075 \cdot 10}{1000} = 28407\,грн. \qquad (5.6)$$

де $Н_А$ - норма амортизації, % (10%).

5.3 Розрахунок очікуваної економії після впровадження АСУ

Величина собівартості визначається за передбаченим зміни окремих видів витрат, на які впливає впровадження АС.

Витрати на сировину і матеріали при функціонуванні АС з урахуванням можливого збільшення обсягу виробництва на 2% і скорочення витрат на сировину та матеріали (C_M^A) складуть:

$$C_M^A = C_M^Б \cdot \gamma \cdot \left(\frac{100 - \beta_M}{100} \right) = 321520 * 1{,}02 (\frac{100 - 10}{100} = 295154 \, грн. \qquad (5.7)$$

$$\gamma = \frac{100 + \gamma_1}{100} = \frac{100 + 2}{100} = 1{,}02 , \qquad (5.8)$$

де $C_M^Б$ - витрати на сировину і матеріали до впровадження АСУ, грн.;

γ - індекс об’єму виробництва;

γ_1 - процент можливого збільшення об’єму виробництва в результаті впровадження АСУ, 2%;

β_M - процент можливого скорочення витрат сировини і матеріалів після впровадження АСУ (розраховується прямим розрахунком за окремими матеріалами), 10%.

Скорочення витрат сировини і матеріалів при впровадженні АСУ досягається за рахунок стабілізації та оптимізації технологічного процесу, постійного контролю за витратим матеріалів, проведення аналізу відхилень фактичних витрат матеріалів від нормативів, що дозволяє забезпечити дотримання планових норм витрат сировини і матеріалів і доведення їх до прогресивного рівня.

Відсоток можливого збільшення обсягу виробництва (γ_1) та можливого скорочення витрат сировини і матеріалів (β_M) (якщо прямий розрахунок затруджений) повинні бути узгоджені з керівником проекту.

Витрати на паливо і енергію на технологічні цілі (C_T^A) визначаються за формулою:

$$C_T^A = C_T^Б \cdot \gamma \cdot \left(\frac{100 - \beta_T}{100} \right) = 285173 \cdot 1.02 \cdot \left[\frac{100 - 10}{100} \right] = 261789 \, грн. \qquad (5.9)$$

де $C_T^Б$ - витрати на паливо і енергію до впровадження АСУ, грн.;

β_T - процент можливого скорочення витрат палива і енергії після впровадження АСУ (розраховується прямим розрахунком по окремих статтях), 10%.

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання складаються з умовно-змінної частини, яка змінюється прямо пропорційно зростанню обсягу виробництва, і умовно-постійної частини, яка не залежить від зростання обсягу виробництва.

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання після впровадження АСУ ($C_{ОБ}^A$)визначаються за формулою:

$$C_{ОБ}^A = C_{ОБ.ПЕР.}^Б \cdot \gamma + C_{ОБ.ПОСТ.}^Б = 17525 \cdot 1{,}02 + 20321 = 38196 \, грн. \qquad (5.10)$$

де $C_{ОБ.ПЕР.}^Б$ і $C_{ОБ.ПОСТ.}^Б$ - відповідно умовно-змінна і умовно-постійна частина витрат на утримання та експлуатацію обладнання до впровадження АСУ, грн.

Цехові витрати після впровадження АСУ ($C_Ц^A$)визначаються за формулою:

$$C_Ц^А = C_Ц^Б \cdot \left[1 + (\gamma - 1) \cdot Д_Ц\right] = 26832 \cdot (1 + (1{,}02 - 1) \cdot 0{,}4) = 27047\, грн. \qquad (5.11)$$

де $C_Ц^Б$ - цехові витрати до впровадження АСУ, грн.;

Дц - коефіцієнт залежності приросту цехових витрат від приросту обсягу виробництва (0,4).

Собівартість річного випуску продукції після впровадження АСУ ($С^А$) складає:

$$СВ = C_М^А + C_Т^А + C_{ЗП}^А + C_{ОБ}^А + C_Ц^А + C_{ОБЩ}^А + C_{ВН}^А + З_{ЭКСП} \qquad (5.12)$$

$$C^А = 295154 + 465856 + 38196 + 27047 +$$
$$+ 394158 + 23876 + 645255 = 2151331\, грн$$

5.4 Розрахунок показників економічної ефективності АСУ

Основними показниками економічної ефективності АСУ є:

- річний приріст прибутку;

- річний економічний ефект;

- розрахунковий коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

- термін окупності витрат.

Річний приріст прибутку ($Э_{ГОД}$) визначаються за формулою:

$$Э_{ГОД} = \frac{B^А - B^Б}{B^Б} \cdot П^Б + \left(C^Б - C^А\right) \cdot B^А \qquad (5.13)$$

де $В^Б$ и $В^А$ - річний випуск продукції до і після впровадження АСУ, тон.

$$(B^А = B^Б \cdot \gamma);\ B^Б = 250000\ \ тон.$$

$$B^Б = 250000 \cdot 1{,}02 = 255000\ \ тон.$$

$С^Б$, $С^А$ - витрати на гривню реалізованої продукції до і після впровадження АСУ, грн.;

$П^Б$ – прибуток від реалізації продукції до впровадження АСУ, грн.:

$$П^Б = B_{АРТ} - СВ = 16000 - 8000 = 8000 \ \ грн/т;$$

$$Э_{ГОД} = \frac{255000 - 250000}{250000} \cdot 8000 + (45{,}01 - 44{,}63) \cdot 250000 = 160 + 95000 = 95160 \ \ грн.$$

Річний економічний ефект (Э) визначається за формулою:

$$Э = Э_{ГОД} - E_Н \cdot К^А = 95160 - 0{,}15 \cdot 584075 = 7550 \ \ грн. \qquad (5.14)$$

де $Е_Н$ - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (0,15).

Розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень на створення АСУ ($Е_Р$) визначається за формулою:

$$E_Р = \frac{Э_{ГОД}}{К^А} = \frac{95160}{584075} = 0{,}16. \qquad (5.15)$$

Якщо $E_Р \geq E_Н$, то впровадження даної АСУ ефективно. У даному розрахунку Ер = 0,16>0,15.

Термін окупності витрат (Т) визначається за формулою:

$$Т = \frac{К^А}{Э_{ГОД}} = \frac{584075}{95160} = 6{,}25 \qquad (5.16)$$

Результати розрахунку економічної ефективності зведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Результати розрахунку економічної ефективності

Найменування показника	Од.вим.	Значення показника	
		До впровадження АСУ	Після впровадження АСУ
1. Річний обсяг реалізованої продукції	грн.	250000	255000
2. Собівартість річного випуску продукції	грн.	8000	7500
3. Одноразові витрати на створення АС, в тому числі:	грн.	597673	
Довиробничі витрати	грн.	313602	
Капітальні витрати	грн.	284071	
Річний приріст прибутку	грн.		95160
Річний економічний ефект	грн.	7550	
4. Розрахунковий коефіцієнт	%	0,16	
5. Строк окупності капітальних вкладень	рік	1,25	

За результатами проведених розрахунків за рахунок економії витрати палива приводить до річного економічного ефекту у розмірі до7500 грн.

Одноразові капітальні вкладення складають 597673 грн., а строк окупності проекту 1,25 років.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

6.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

На працівників агломераційного цеху негативно впливають фізичні шкідливі фактори, до яких відносять:

- підвищена запиленість в робочій зоні, що обумовлена технологічним режимом виплавки сталі. Пил, до складу якого входить кристалічний діоксид кремнію, викликає типове захворювання – силікоз;

- підвищений рівень шуму (92 дБА), обумовлений постійним рухом поїздів, які подають скраб для машини завалення, а також машині самого завалення. Сам процес горіння топлива викликає поява низькочастотного звуку;

- підвищений рівень вібрації, обумовлений постійним рухом чугуновозів, шлаковозів;

- підвищена напруга живлення електроустаткування, яка необхідна для забезпечення освітленості робочого місця, а також для приведення виконавчих механізмів в рух;

- підвищений рівень теплового випромінювання (2900 Вт/м^2), обумовленого частково відкритим процесом горіння і плавки сталі в печі;

- недолік природного світла, викликаний конструктивною особливістю мартенівського цеху.

В атмосферу цеху поступають шкідливі гази загальнотоксичної (CO-10,000 мг/м^3) та подразнюючої дії (NO_2-5,000 мг/м^3, SO_2-17000 мг/м^3).

Оксид вуглецю (CO) – здатний надавати безпосередню токсичну дію на клітки, порушуючи тканинне дихання і зменшуючи вжиток тканями O_2.

Шкідлива дія NO_2 характерна вираженою дратівливою і пропалюючою дією на дихальні шляхи, що приводить до розвитку токсичного набряку легенів; пригноблює аеробне і стимулює анаеробне окислення в легеневій

тканині. Сірчистий газ (SO_2) може потрапляти в організм через дихальні шляхи під час спалювання палива. У легких випадках отруєння з'являються кашель, нежить, сльозотеча, відчуття сухості в горлі, осипла біль в грудях. Тривала дія SO_2 може викликати хронічне отруєння.

До небезпечних факторів у мартенівському цеху відноситься:

- підвищена температура в робочій зоні, викликана процесами горіння і окислення вуглецю та горіння палива в мартенівській печі;

- відкриті частини устаткування, що обертаються і рухомі;

- підвищена яскравість обумовлена факелами вогню, що вибиваються з під вікон завалень, а також яскравим свіченням розплавленої сталі.

До психофізичних шкідливих і небезпечних чинників, що впливають на робочих цеху, протягом робочої зміни можна віднести наступні:

- нервово – емоційні перевантаження – для всіх робітників;

- фізичні перевантаження – для слюсарів КВП і А;

- розумова напруга – для агломератчиків.

Фактичний стан умов праці оцінюється на основі даних атестації робочих місць або спеціальних інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища, які відбиваються у карті умов праці на робочому місці. Оцінка факторів виробництва для робочого місця сталевара наведено в табл. 6.1

Ступінь шкідливості факторів виробничого середовища і важкості робіт оцінюється в балах за критеріями, наведеними у Гігієнічній класифікації праці ДСаНПіН 472/25249 [23]. По оцінках умов праці та характеру праці на робочому місці сталевара відноситься до III класу 3 ступеня важкості.

Робоче місце має в наявності 3 фактори 1 ступеня, 2 фактори 2 ступеня і 3 фактори 3 ступеня. По показниках робоче місце слід вважати особливо шкідливими та особливо небезпечними умовами праці.

Таблиця 6.1 - Оцінка чинників виробничого і трудового процесу

Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Норма-тивне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Трива-лість дії чинників за зміну %
			I ступінь	II ступінь	III ступінь	
Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3 Сірчистий газ SO_2 Окис вуглецю CO Оксиди азоту NO_2	 10,000 20,000 2,000	 17,000 110,000 5,000	1,7	 2,5	 5,5	 91,2 91,2 91,2
Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м^3 Кремнію діоксид кристалічний (граніт, шамот, слюда, сирець, вуглецева пил) при вмісті в пилу від 10 до 70 %	4,000	65,200			16,3	93,1
Шум, дБА	80	92		12		
Інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2	140	2900			2900	93,1
Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, ºС - швидкість руху повітря, м/с -відносна вологість повітря % -	 18-20 0,2-0,4 14-55	 43 0,33 31			 13	 91.3 91.3 91.3

6.2 Заходи з поліпшення умов праці

В агломераційному цеху використовуються такі основні засоби безпеки.

Для пересування обслуговуючого персоналу передбачені поручні. Серед пристроїв переміщення персоналу передбачені пішохідні тротуари, перехідні мости.

Для запобігання попаданню людей під рухомі поїзди, дороги захищені спеціальними щитами.

Кожен споживач або група споживачів обладнані приладами для виміру тиску і светозвукової сигналізацією падіння тиску газу і повітря.

Для постійного контролю за тиском (розрядженням) в робочому просторі газоспоживаючого агрегату встановлюються відповідні прилади.

На ділянці виплавки сталі застосовується попереджувальна сигналізація (світлова і звукова), яка сигналізує про зміну тиску газу і повітря в газо- і повітропроводах; про зміну розрідження димових газів, що відходять, до борову; про перевищення заданої температури вище за норму. Для запобігання виплеску рідкої сталі за межі мартенівської печі використовуються заслінки. При перевищенні або пониженні тиску газу в газовому трубопроводі або пониженні тиску повітря в повітряному трубопроводі норми відбувається відсічення газу і повітря, а також при перевищенні температури заданої відмітки.

У цеху рівень шуму дорівнює 92 dБ -підвищенний рівень шуму на робочому місці - категорія ризику II.

Для зменшення шуму, що виникає унаслідок вібрацій корпусів і деталей агрегатів, необхідно:

- зниження інтенсивності вібрацій випромінюючих шум, деталей агрегатів за допомогою облицювання їх поверхонь вібропоглинаючими матеріалами;

- зменшення зазорів в зчленованих деталях і усунення неправильного їх зчленування (перекосів і тому подібне);

Крім того, для захисту від шуму використовується:

- акустична обробка приміщень для постів КВП і А - розміщення на внутрішніх поверхнях приміщення звукопоглинальних облицювань, установка в приміщенні штучних звукопоглиначей.

- зменшення шуму на дорозі його поширення шляхом установки звукоізолюючого обгороджування (перешкоди) у вигляді перегородок, кожухів, кабін.

До засобів індивідуального захисту (протівошумам) відносять вкладиші, беруши серії 1270.

Зменшення вібрації досягають конструктивними і технологічними заходами:

- урівноваженням балансуванням частин, що обертаються, для забезпечення плавності роботи машини завалення;

- усуненням дефектів і розпущеності окремих частин (наприклад, усуненням асиметрії магнітної системи електромашини);

- вібродемпфування - використання конструкційних матеріалів з великим внутрішнім тертям;

- віброізоляція за допомогою пристрою амортизаторів, тобто введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку. Амортизатори виконують у вигляді сталевих пружин, ресор, прокладок з гуми тощо;

- активний віброзахист – введення додаткового джерела енергії, що здійснює зворотний зв'язок від ізольованого об'єкту до системи віброізоляції.

Скорочення пилових викидів в атмосферу цеху досягається дотриманням оптимальних газодинамічних параметрів роботи печі, усуненням вибивання полум'я з печі, зниженням тривалості операцій, пов'язаних з пило виділенням. Проте в даний час ще не знайдені задовільні конструктивні рішення після організації пиловловлювання при заливці чавуну в піч і випуску з неї стали. Тому вживання засобів індивідуального

захисту органів дихання, зокрема респіратора ШБ-1 «Пелюстка», усуває дію пилу на організм тих, хто працюють.

6.3 Виробнича санітарія

Оптимальні і допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочих місцях для різного періоду року залежно від категорії роботи подано в табл. 6.2 [24].

Таблиця 6.2 - Оптимальні та допустимі метеорологічні фактори виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		опти-мальна	допус-тима	опти-мальна	допус-тима	опти-мальна	допус-тима
Холодний та перехідний	важка - III	16...18	13...19	60...40	75	0,3	0,5
Теплий	важка - III	18...20	15-26	60...40		0,5	0,2-0,6

В мартенівському цеху застосовується природна і штучна вентиляція. Природна вентиляція застосовується на ділянці спікання. Природна вентиляція створює необхідний повітрообмін в результаті вітру за рахунок різниці густини теплого повітря приміщення, що знаходиться усередині, і холоднішого - зовні. Подача і видалення повітря відбувається через отвори в бічних стінах, а відводиться через аераційний ліхтар.

Для забезпечення оптимального мікроклімату в зимовий період у щитовій КВП і А застосовується механічна припливно-витяжна вентиляція. Кратність повітрообміну 9 $м^3$/ч на 1$м^2$. Забір повітря відбувається із зовні

вентилятором через калорифер, де повітря нагрівається і зволожується, а потім подається в приміщення цехової КВП і А, де створюється підпір повітря, що забезпечує ізоляцію приміщення щитовою КВП від останніх приміщень. Тип вентиляційної установки ПС-1, продуктивністю 900 $м^3$/год., потужність тягового електродвигуна 6,5 кВт.

Для створення оптимальних кліматичних умов в теплий період на робочих місцях операторів застосовують кондиціонування повітря. Для кондиціонування повітря застосовують місцеві кондиціонери. Подача повітря при використанні місцевих кондиціонерів виробляється способом спадаючого потоку – повітряний струмінь великого діаметру подається на робоче місце зверху вниз з найменш можливої відстані і з найменшою швидкістю.

При нормуванні освітленості виробничих приміщень регламентується її мінімальний допустимий рівень в залежності від характеристик і виду виконуваної зорової роботи. Вибір значень нормованих параметрів здійснюється у відповідності із Державними Будівельними Нормами України ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [25].

Згідно вказівок до робіт слюсаря КВП і А та сталевара, що виконуються у виробничих приміщеннях, встановлюються норми і якісні показники природної і штучної освітленості, які наведені у табл. 6.3 та 6.4.

Таблиця 6.3 - Нормовані значення природного освітлення для виробничих процесів

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкту для розрізнення	Розряд зорової роботи	Коефіцієнт природного освітлення $e_н$, %	
			При верхньому і комбінованому освітленні	При звичайному освітленні
Середньої точності	0,5-0,1	IV	3,6	1,4
Малої точності	1-5	V	2,7	0,9

Таблиця 6.4 - Норми освітлення штучним світлом

Характе ристика роботи	Розмір об'єкта розрізнян ня, мм	Розряд роботи	Підрозряд роботи	Контраст об'єкта з фоном	Фон	Найменьше освітлення			
						При газорозрядних лампах		При лампах розжарювання	
						освітлення			
						Комбіноване	Загальне	Комбіноване	Загальне
Середньої точності	Від 0,5 До 1	IV		Малий -//- Середній Малий Середній	Темний Середній Темний Світлий Середній Темний	750 500 500 400 400 400 300 300	300 200 200 200 150 200 150 150	800 500 500 500 400 400 300 300	200 150 150 150 100 100 100 100

В аглоцеху передбачене штучне і природне освітлення. Природне сонячне світло проникає через світлові отвори (верхні і бічні). Верхнє освітлення виробляється через аераційні ліхтарі на даху цеху. Природне освітлення в кабіні управління або диспетчерської відсутнє з причини недопустимості. Агломераційний цех відноситься до другої групи приміщень за умовами зорової роботи.

6.4 Електробезпека

За показаннями ПУЕ [26] приміщення агломераційного цеху відноситься до категорії особливо небезпечних приміщень - температура повітря > 30°С, наявність струмопровідної підлоги, вологість понад 75% та струмопровідний пил.

Основними заходами захисту від поразки електричним струмом є:

- забезпечення недоступності токоведучих частин, що знаходяться під напругою, для випадкового дотику;

- електричне розділення мережі;

- усунення небезпеки поразки при появі напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням;

- вживання малої напруги;

- захист від випадкового дотику до токоведучих частин вживанням кожухів, обгороджувань, подвійної ізоляції;

- контроль і профілактика пошкодженої ізоляції;

- вживання спеціальних електро- захисних засобів - переносних приладів і запобіжних пристосувань.

Всі газопроводи і газові пристрої заземлені. Зовнішні газопроводи заземляються через кожні 250м. Газопроводи на вході (і виході) будівлі цехів заземляються на контури заземлення цехових електроустановок.

Характеристика електромережі:

- напруга мережі – 380 В;

- частота мережі – 50 Гц;

- тип мережі – чотирипровідна трифазна мережа з глухозаземленою нейтраллю.

6.5 Пожежна та техногенна безпека

Згідно з [27] агломераційний цех можна віднести до «А» вибухопожежонебезпечної категорії, оскільки на виробництві застосовуються речовини здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним; горючих газів, нижня межа вибуховості яких дорівнює 10% і менш по відношенню до об'єму повітря; рідин з температурою спалаху пари до 28°С включно за умови, що вказані гази і

рідини можуть утворювати вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення.

На ділянці класи пожежі С, D та Е , бо можливі пожежі металів, спалах електроустановок та горіння газоподібних речовин.

Температура займистості природного газу 645°С.

Умови розвитку пожежі в будівлях і спорудах багато в чому визначається мірою їх вогнестійкості.

Приміщення мартенівського цеху - це будівля переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – сталеві конструкції. Конструкції, що захищають, – із сталевих профільованих листів і інших негорючих матеріалів з важко горючим утепленням, то привласнюємо міру вогнестійкості.

Біля будівлі мартенівського цеху передбачені під'їзди, що забезпечують під'їзд пожежних машин.

На ділянці спікання передбачена пожежна сигналізація типа ЕПС - електронна пожежна сигналізація, забезпечена термодатчиками і датчиками полум'я.

Мінімальна відстань по коридору від дверей найбільш віддаленого приміщення площею не більше 100 м^2 до виходу назовні або у найближчу сходову клітку наведена у табл. 6.5.

На ділянці передбачено захист від блискавки, що складається з магнітопроводу, що знаходиться на даху ділянки в найвищій точці. Молнієприємник є металевим штирем заввишки 5 метрів, токовідвід сполучений з молнієприємником із заземленням.

В разі виникнення пожежі на ділянці передбачений план безпечної евакуації людей. У приміщенні спроектоване 2 пожежників виходу шириною 2 метри. Час евакуації не нормується. Є 2 входи, шириною 2 метри, які можуть використовуватися для евакуації тих, що працюють. Довжина ділянки 300 метрів, ширина 100 метрів, висота 30 метрів.

Таблиця 6.5 - Відстань по коридору від дверей найбільш віддаленого приміщення площею не більше 100 м^2 до виходу назовні або у найближчу сходову клітку

Об'єм приміщення, тис. м	Категорія приміщення	Ступінь	Відстань, м, при густоті людського потоку у загальному проході, чол/м		
		вогнетривко-1 і споруд	до 1	більше 1 доз	більше 3 до 5
Незалежно від об'єму	Г, Д	І, П, Ш, Ша Шб, IV V	не обмежується 160 120	95 70	65 50

Передбачені 2 пожежні сходи шириною 1 метр. Відстань від найбільш видаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу прийнята залежно від категорії пожежної небезпеки і міри вогнестійкості будівлі.

Для внутрішньої і зовнішньої пожежогасінні передбачений пожежний водопровід, а також два пожежників гідранта з пожежними рукавами завдовжки 50 метрів. Використовують вентиляційну систему, що перешкоджає виникненню і поширенню пожеж.

Кожен працівник при виявленні пожежі зобов'язаний:

- у разі виявлення спалаху необхідно повідомити керівника і спробувати загасити вогнище спалаху своїми силами за допомогою засобів первинного пожежогасіння (вогнегасник порошковий, вуглекислотний);

- у разі якщо згасити вогнище спалаху не вдається, привести в дію ручний пожежний сповіщувач;

- негайно повідомити про це в пожежну охорону за телефоном 101 (назвати адресу об'єкта, місце виникнення пожежі, повідомити своє прізвище);

- вжити заходів щодо евакуації людей, матеріальних цінностей;

- приступити до гасіння пожежі;

- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони і надати допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожеж.

Організаційні заходи:

- організована пожаро-технічна комісія цеху;

- розроблений план протипожежних заходів;

- інструктажі по знанню правил пожежної безпеки.

У мартенівському цеху відповідно до норм повинні знаходитися наступні первинні засоби пожежогасінні: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубошерстної тканини або повсті, ящики з піском, совкові лопати); пожежний інструмент (багри, ломи, сокири і ін.).

6.6 Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Загальні вимоги до засобів індивідуального захисту регламентує ДСТУ 7239:2011 [28]. При роботі із забруднюючими і дратівливими речовинами застосовують костюм робочий, куртка ватяна з подвійним ватином, каска, черевики юхтові, литтєвий метод кріплення, підошва поліуретан, бавовняні рукавиці, окуляри захисні закриті 3П1-80У.

Захист органів дихання досягається вживанням приладів, що фільтрують і ізолюють. Як прилади, що фільтрують, застосовують промислові протигази (шлангові протигази з примусовою подачею повітря ПШ-2,ДПА-5, АСМ,РМП-62, що фільтрує протигаз марки З, марки В) і респіратори («Пелюстка», Айстра-2).

Протигаз шланговий ПШ-2, що представляє собою воздухонапорний одно- або двоканальний ізолюючий дихальний апарат, призначений для захисту органів дихання, очей і обличчя людини при виконанні робіт в умовах вмісту кисню в повітрі менше 17% об'ємних, а також при вмісті шкідливих речовин невідомого складу і концентрацій або при вмісті шкідливих речовин у повітрі більше 0,5% об'ємних.

Шланговий апарат ДПА-5 аналогічний апарату ПШ-2. Відрізняється тільки конструкцією повітродувки. Мінімальний тиск повітря 3000 Па, кількість повітря, що подається 200 л / хв.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено проєкт автоматизації процесу спікання агломераційної шихти в умовах аглофабрики. Більш детально була розглянута САР температури запалювального горну.

У загальній частині проекту описаний технологічний агрегат і процес спікання агломераційної шихти, також дана оцінка існуючому рівню автоматизації спікального відділення. За зібраною інформацією спроектована схема матеріальних та інформаційних потоків. Окрім цього у загальній частині було розроблено технічне завдання.

У спеціальній частині розроблена система автоматизації на базі програмованого логічного контролера Siemens Symatic S7-400. Кваліфікаційна робота містить також вибір і обґрунтування технічних засобів автоматизації. Окремо розрахований та обраний регулюючий орган та виконавчий механізм. У четвертому розділі спеціальної частини була розроблена функціональна схема автоматизації та на її основі: принципова електрична схема, принципова електрична схема живлення, монтажна комутаційна схема щита КВПіА, зовнішній вигляд щита КВПіА та вид на внутрішні панелі та схема зовнішніх з’єднань.

Також виконаний розрахунок надійності САР температури запалювального горну. За спроектованими схемами була створена замовна специфікація та виконаний техніко-економічний розрахунок за організаційно-економічними питаннями.

У розділі охорони праці та техногенної безпеки розглянуто основні проблеми та шляхи вирішень питань з безпеки виробництва.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарів Ю., Дримбо А. В., Іщенко А. Д. Автоматизація процесів окускування залізних руд. Металургія, 1983. 375 с.

2. Пазюк М. Ю., Полещук О. О. Управління потоково-транспортними системами залізорудних матеріалів. сЗапоріжжя, 1995р. 158 с.

3. Глинков Г. М., Маковський В. О. АСУ ТП в агломераційних і сталеплавильних цехах. Металургія, 1981. 529 с.

4. Кухарь О. С., Мартиненко В. О., Певченко В. П. Виробництво і якість агломерату. Металургія, 1977. 274 с.

5. Перетворювачі витрати газу VA500 URL: https://pneumatyka.com.ua/product-groups/przepywomierz-masowy-powietrza-va500/ (дата звернення 03.06.2025)

6. Індикатор технологічний мікропроцесорний ITM-20. URL: https://microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=53&category_id=39&option=com_virtuemart&Itemid=71&lang= (дата звернення 03.06.2025)

7. Блок ручного управління БРУ-10. URL: https://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=364&category_id=97&option=com_virtuemart&Itemid=71&lang=ua (дата звернення 03.06.2025)

8. Покажчик положення дистанційний ДУП-М. URL: https://ukrpromcentr.com.ua/ua/p255359693-distantsionnyj-ukazatel-polozheniya.html (дата звернення 03.06.2025)

9. Електрозапальник газовий ЕЗ-М з контрольним електродом КЕ URL: https://ukrpromcentr.com.ua/ua/p1981967743-elektrozapalnik-gazovyj-kontrolnym.html (дата звернення 03.06.2025)

10. Нормуючий перетворювач Пнт-А-Pro. URL: https://surl.li/ilshth (дата звернення 03.06.2025).

11. Радарні рівнеміри Rosemount серії 5600. URL: https://surl.li/fousfd (дата звернення 03.06.2025).

12. Програмований ПІД-регулятор інтерфейсом TPM210. URL: https://aqteck.ua/ua/vymiryuvachi-reguljatory/trm210-pid-regulator-z-interfeisom-rs-485/shemy-pidmykannja (дата звернення 03.06.2025).

13. Сайт в Internet www.asutp.ru Карта розумів праці № 01-0102 ЗМК "Запорожсталь"

14. Ніколаєнко А. М. Пристрій для регулювання рівня в проміжному бункері агломераційної машини. *Металургія*. 2005. №1. С. 10-15.

15. Глінков Г. М., В.А.Маковский, С.Л.Лотман. Проектування систем контролю й автоматичного регулювання металургійних процесів. М.: Металургія, 1970р.

16. А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский. Проектування систем автоматизації технологічних процесів. М: Енергія, 1980р.

17. Глинков Г. М., Косирев О. І., Шевцов Є. К. Контроль і автоматизація металургійних процесів. Металургія. 1989. 352 с.

18. Зобнин Б. Ф.. Нагрівальні горна. Машинобудування. 1964. 311 с.

19. Міняйло Н. О., Пазюк М. Ю. Дипломне проектування : методичні вказівки до написання та оформлення дипломного проекту. Запоріжжя :ЗДІА, 2013. 76 с.

20. Автоматизація металургійних печей. Каганів В.Ю., М.: Металургія.-1975.-376 с.

21. Автоматизація агломераційного і доменного виробництва. Київ : Техніка, 1969. 206с.

22. ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги . [Чинний від 1996-01-01]. Київ : Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва НАМН України, 1994.

23. ДСаНПіН 472/25249 Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового

процес. [На заміну ГК 4137-86. Чинний від 2014-05-30]. Київ : Міністерство охорони здоров’я, 2014.

24. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами.

25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006. Чинний від 2019-03-01]. Київ : ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2018.

26. ПУЕ Правила улаштування електроустановок. Зміни (станом на 15.02.2017). [Чинний від 2017-02-15]. Київ : Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2016.

27. ДСТУ Б А.3.2-12:2009 Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги. [На заміну ГОСТ 12.4.021-75. Чинний від 2010-08-01]. Київ : ДП Науково-технічний комітет «Будстандарт», 2009.

28. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. [Чинний від 2011-08-01]. Київ : Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, 2011.

Додаток А

Зведена специфікація на прибори та засоби автоматизації

Позиція	Найменування та технічна характеристика обладнання й матеріалів, завод виробник	Тип, марка обладнання	Одиниця вимірювання		Код завода-виробника	Код обладнання, матеріалу	Ціна одиниці, грн	Кількість	Маса одиниці обладнання, кг
			Найменування	Код					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1. Прилади та засоби автоматизації								
1а	Перетворювач первинний пірометричний	ППТ-121	шт.				1200	1	
4д,5а	Датчик тиску	Сафір М	шт.				1200	2	
2д,2б	Перетворювач термоелектричний	ТХА 2388	шт.				2200	2	
3д,3г	Діафрагма камерна	ДКС-0.6-220-1	шт.				580	2	
1ж,3и,7ж	Дистанційний покажчик положення	ДУП-М	шт.				1300	3	
8а	Радарний рівнемір	VEGAPULS 68	шт.				1500	1	
6а	Датчик розрідження	МЕТРАН-22-ДВ	шт.				1255	1	
5б,6в	Тахометр	Веха-Т	шт.				2000	2	
1г,2е,3и, 6е,7в,9в	Блок ручного управління	БРУ-42	шт.				4500	6	
3б,4в,4з,4е	Прилад показуючий і реєструючий відеографічний	РМТ-59	шт.				1500	1	
4б,5б	Індикатор струмових сигналів	ИТС-1-1	шт.				900	2	
1е,3л,7е	Виконавчий механізм	МЕО-25/63-025	шт.				5000	3	
1б,3к,8б, 2б,6г,9б	Пускач безконтактний реверсивний	ПБР-3А	шт.				2500	6	
HL1 – HL2	Арматура сигнальна	АС-220	шт.				500	2	
9а	Датчик-реле рівня	РОС 100	шт.				350	1	
7а	Датчик вологості	M-Sens 2	шт.				200	1	
	2. Агрегатні комплекси та засоби обчислювальної техніки								
	Мікроконтролер у комплекті Simatic s7-400:								
	Блок живлення	PM 407	шт.				7000	1	
	ЦПУ	CPU 417-4	шт.				15000	1	
	Модуль аналогового вводу-виводу	SM 432	шт.				15000	1	
	Модуль дискретного вводу-виводу	SM 422	шт.				18000	1	
	Панель оператора	KTP 1000	шт.				15000	1	
	3. Щити та пульти управління								
	Щит автоматики	ПШ-п 0684	шт.				2500	1	
	4. Електроапаратура								
	Клемна колодка АСКО	60А	шт.				45	2	
	Пакетний вимикач	ПВ3-16	шт.				30	7	
	Плавка вставка	ПВ-50	шт.				40	7	
	5. Трубопровідна арматура								
	Гофротруба	220 ТМ	м				11	60	
	6. Кабелі та дроти								
	Кабель контрольний	КВВГ 4х10	м				27	380	
	Кабель силовий	ВВГ 3х10	м				17	220	