МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

другого (магістерського) рівня освіти
(рівень вищої освіти)

на тему Удосконалення автоматизованої системи управління доменним процесом в умовах металургійного виробництва

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1743
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно -інтегровані технології та робототехніка_____
(код і назва спеціальності)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)
освітньої програми Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології_____
(назва освітньої програми)
_____Я. Ю. Кошель_____
(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 2024

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 – другий (магістерський)
Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно -інтегровані технології та робототехніка
(код та назва)
Спеціалізація
(код та назва)
Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«06» грудня 2024 року

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

Кошелю Яну Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Удосконалення автоматизованої системи управління доменним процесом в умовах металургійного виробництва
керівник роботи Овчинникова І.А. , доцент, канд.техн.наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» вересня 2024 року № 1483-с
2 Строк подання студентом роботи 05 грудня 2024 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 технологічного процесу доменного виробництва; розробка структури системи автоматизації завантаження доменної печі; розробка технічного забезпечення системи автоматизації завантаження доменної печі; розробка програмного забезпечення системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі; охорона праці та техногенна безпека
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): технологічна схема доменного виробництва; схема командних взаємозв'язків між станціями управління механізмами системи завантаження доменної печі; структура АСУ ТП нижнього завантаження доменної печі; структура підсистем та видів забезпечення АСК ТП; система керування дозаторами; SCADA-система завантаження доменної печі

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.		

7. Дата видачі завдання 27.05. 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд систем автоматизації завантаження шихтових матеріалів	27.05 – 16.06. 2024 р.	Виконано
2	Розробка функціональної схеми системи автоматизації завантаження доменної печі	17.06 – 14.07 2024 р	Виконано
3	Розробка інтерфейсу системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі	15.07 – 08.09. 2024 р	Виконано
4	Розробка алгоритму роботи АСУ нижнього завантаження доменної печі	09.09-13.10. 2024 р	Виконано
5	Розробка програмного забезпечення системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі	14.10-03.11. 2024 р	Виконано
6	Визначення потенційно небезпечних шкідливих виробничих факторів та розробка заходів з поліпшення умов праці	04.11-24.11.2024 р.	Виконано
7	Розробка презентації роботи, проходження нормконтролю	25.11-05.12. 2024 р	Виконано
8	Підготовка доповіді	01.12-09.12. 2024 р	Виконано

Студент _____ Ян КОШЕЛЬ
(підпис) (ініціали та прізвище)

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

Нормоконтроль пройдено

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

АНОТАЦІЯ

Кошель Я. Ю. Удосконалення автоматизованої системи управління доменним процесом в умовах металургійного виробництва.

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття вищої освіти за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», науковий керівник І. А. Овчинникова, Запорізький національний університет, Інженерний науково-навчальний інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем. Запоріжжя, 2024.

У кваліфікаційній роботі магістра виконано дослідження системи завантаження доменної печі, визначені основні недоліки існуючої системи, запропоновано шляхи її вирішення. Визначено вимоги до системи автоматизації завантаження доменної печі, визначено структуру АСК ТП. Розроблено функціональну схему АСУ. Визначено та обґрунтовано структуру системи управління завантаження доменної печі як багаторівневу розподілену децентралізовану систему

Виконано вибір та обґрунтування технічних засобів для автоматизації системи завантаження, визначено перелік сигналів АСК ТП. Розроблено інтерфейс системи автоматизації, алгоритм роботи системи завантаження, а також визначено параметри, що контролюються при завантаженні доменної печі.

Розроблено програмне забезпечення системи завантаження доменної печі і автоматизації роботи електроприводів конвеєрів, що входять до системи: керування асинхронними двигунами з частотними перетворювачами для конвеєрів добавок, агломерату та дозаторів.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, АЛГОРИТМ, ДОМЕННА ПІЧ, РЕЖИМ ЗАВАНТАЖЕННЯ, ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА, КОНТРОЛЕР, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ABSTRACT

Koshel Ya. Improvement of the Automated Blast Furnace Process Control System in the Conditions of Metallurgical Production

The final master's qualifying work for completion of the higher education in the specialty 174 «Automation, computer-integrated technologies and robotics» supervisor: I. A. Ovchynnykova, Zaporizhzhia National University, Engineering Education and Research Institute, Department of Electrical Engineering and Cyberphysical Systems. Zaporizhzhia, 2024.

In the final master's qualifying work, the research of the blast furnace loading system was carried out, the main shortcomings of the existing system were identified, and ways to solve it were proposed. The requirements for the blast furnace loading automation system were determined, the structure of the ACS was defined. The functional diagram of the ACS is developed. The structure of the blast furnace charging control system as a multi-level distributed decentralised system is determined and substantiated.

The selection and justification of technical means for the automation of the loading system was carried out, and the list of signals of the ACS was determined. The interface of the automation system, the algorithm of the charging system operation were developed, and the parameters controlled during blast furnace charging were determined.

The software for the blast furnace loading system and automation of the electric drives of the conveyors included in the system was developed: control of induction motors with frequency converters for additives, sinter and batching conveyors.

Keywords: MATHEMATICAL MODEL, ALGORITHM, BLAST FURNACE, LOADING MODE, FLOW-TRANSPORT SYSTEM, CONTROLLER, AUTOMATED CONTROL SYSTEM, SOFTWARE

ЗМІСТ

Вступ…… 8
1 Аналіз технологічного процесу доменного виробництва……... 12
1.1 Технічні характеристики і технологічний процес доменної печі……. 12
1.2 Аналітичний огляд систем автоматизації завантаження шихтових матеріалів…….. 22
1.3 Постановка задачі на розробку системи автоматизації завантаження доменної печі…….. 29
2 Розробка структури системи автоматизації завантаження доменної печі…….. 32
2.1 Система завантаження доменної печі……..... 32
2.2 Вимоги до системи нижнього завантаження доменної печі…… 35
2.3 Розробка функціональної схеми системи автоматизації завантаження доменної печі……. 44
2.4 Обґрунтування та вибір структурних варіантів системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі…… 45
2.5 Висновки до розділу 2…….. 48
3 Розробка технічного забезпечення системи автоматизації завантаження доменної печі…….. 49
3.1 Обґрунтування та вибір технічних засобів автоматизації…… 49
3.2 Оцінка метрологічних характеристик системи автоматизації завантаження доменної печі…….. 61
3.3 Розробка інтерфейсу системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі…….. 62
3.4 Розробка алгоритму роботи АСУ нижнього завантаження доменної печі……... 72
3.5 Висновки до розділу…… 75
4 Розробка програмного забезпечення системи автоматизації

нижнього завантаження доменної печі……. 76
4.1 Структура програмного забезпечення системи…… 76
4.2 Висновки до розділу 4…….. 80
5 Охорона праці та техногенна безпека…… 81
5.1 Характеристика потенційно небезпечних шкідливих виробничих факторів…….. 81
5.2 Заходи з поліпшення умов праці……. 84
5.3 Виробнича санітарія……. 85
5.4 Електробезпека……. 88
5.5 Пожежна та техногенна безпека……. 89
5.6 Засоби індивідуального захисту…….. 91
5.7 Організаційні заходи під час компонування робочої зони…….. 91
5.8 Висновки по розділу 5……. 95
Висновки…… 96
Використані джерела…… 98
Додаток А……... 101

ВСТУП

Актуальність теми. Управління ходом доменної плавки призводить до контролю провідних параметрів технологічного режиму та при їх відхиленні від заданих значень - до вироблення та здійснення регулюючих впливів, що ведуть до ліквідації цих відхилень та порушень. У процесі управління роботою печі доводиться регулювати температуру і кількість дуття, кількість природного газу, що подається, співвідношення між залізорудними матеріалами і коксом, витрата флюсу, параметри завантаження шихти. Розрізняють регулювання ходу доменної печі зверху (зміна системи завантаження, величини подачі, рівня засипу тощо) та регулювання знизу (зміна характеристик комбінованого дуття).

Сучасні доменні печі оснащені автоматизованими системами керування технологічним процесом, що забезпечують величину рівня автоматизації управління доменним процесом до 70 та в окремих випадках до 90 %. Такі АСК ТП виконують як ієрархічної системи, що включає декілька рівнів автоматизації.

Робота доменної печі регламентується технологічним режимом, основними складовими якого є: дуттєвий режим, режим завантаження, шлаковий і тепловий режим, причому ці параметри тісно взаємопов'язані. Технологічний режим, що виробляється на підставі узагальнення багаторічного досвіду печей, залежить від умов плавки конкретного цеху та окремої доменної печі.

Основою для дотримання технологічного режиму та вироблення регулюючих та керуючих впливів на процес служать показання контрольно-вимірювальних пристроїв, значна частина яких працює в автоматичному режимі. На сучасних доменних печах контролюють до 170 параметрів, що характеризують технологічний режим, стан печі та допоміжного обладнання.

Старі доменні печі поряд з ручним управлінням частково обладнано низкою локальних систем автоматичного регулювання та стабілізації окремих параметрів процесу.

Частина керуючих та регулюючих впливів на доменний процес тут здійснюється персоналом вручну, а частина – за допомогою автоматизованих регулюючих чи керуючих систем. При ручному керуванні та регулюванні правильність прийнятих рішень залежить від кваліфікації та досвіду майстра-технолога.

Однією з основних локальних систем є система завантаження доменної печі. Завантаження доменної печі відповідає за підготовку суміші матеріалів у потрібній пропорції та завантаження її в скіпи верхнього завантаження. Основне завдання модернізації АСУ завантаженням шихти спричинене необхідністю досягнення максимальних техніко-економічних показників доменного виробництва. Характер завантаження шихти в доменну піч визначає хід її технологічного процесу, тому однією з основних умов економічного та ефективного функціонування доменної печі є розподіл газу за її перерізом, що залежить від системи завантаження печі, ступеня та рівня її автоматизації.

Актуальність теми дослідження полягає у можливості ввести автоматичне управління технологічним обладнанням та трактом нижнього завантаження доменної печі за допомогою запропонованої системи автоматизації, яка в даний час на доменній печі відсутня.

Метою дослідження є розробка системи автоматизації завантаження доменної печі для забезпечення підвищення ефективності її функціонування.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі сформульовано і вирішено такі завдання:

1. Проаналізувати стан автоматизації завантаження шихтових матеріалів у доменні печі;
2. Сформулювати вимоги до системи завантаження доменної печі;

3. Розробити структуру системи автоматизації завантаження доменної печі;

4. Розробити алгоритм роботи АСУ завантаження доменної печі;

5. Розробити програмне забезпечення системи автоматизації завантаження доменної печі;

6. Розробити інтерфейсу системи автоматизації завантаження доменної печі.

Об'єкт дослідження. Автоматизована система завантаження доменної печі.

Предмет дослідження. Процес завантаження сипких матеріалів у доменну піч.

Методи дослідження. Для дослідження використовуються методи математичного моделювання – створення математичних моделей процесу руху сипких матеріалів з використанням різних методів, таких як рівняння масопереносу та балансовий метод. Ці моделі можуть використовуватися для прогнозування поведінки системи та оптимізації управління нею. Використання спеціалізованих програмних засобів для комп'ютерного моделювання та аналізу процесів завантаження доменної печі. Це дозволяє швидко та ефективно проводити різноманітні симуляції та оптимізаційні розрахунки. Застосовано також емпіричні методи – аналіз результатів попередніх досліджень та досвіду виробництва для визначення оптимальних умов руху сипких матеріалів. А також статистичних методів для обробки та аналізу експериментальних даних з метою виявлення закономірностей та встановлення зв'язків між різними параметрами процесу.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Проведено порівняльний аналіз систем автоматизації завантаження шихтових матеріалів у доменні печі.

2. Розроблена математична модель, що дозволяє забезпечити точне дозування компонентів доменної шихти та постійний моніторинг стану обладнання.

3. Комплексна перевірка на адекватність моделі до об'єкта керування на основі перевірочних даних показала високу відповідність у розмірі 87%, сильний кореляційний зв'язок на рівні 0,994, а також велике значення статичного критерію адекватності Фішера – 601505, що значно перевищує критичне значення 2,7.

4. Розроблене програмне забезпечення, яке базується на програмованому логічному контролері, надає гнучкі параметри управління моталкою прокатного стану. Це дозволяє уникнути необхідності ручного втручання під час експлуатації та швидко вносити будь-які зміни у систему.

Практичне значення одержаних результатів полягає у підвищенні точності дозування матеріалів; збільшенні кількості подач; забезпечення персоналу оперативною інформацією про перебіг процесу завантаження; постачання технологічного персоналу інформацією про витрату сипких матеріалів та феросплавів на кожну плавку.

Особистий внесок дослідника. Теоретичні дослідження виконані автором самостійно. Здобувачем визначено стан і тенденції розвитку теоретично-експериментальних досліджень обладнання для завантаження сипких матеріалів у доменну піч, сформульовано мету і постановку завдань досліджень, розроблено методи та способи досягнення поставленої мети, розроблено узагальнену математичну модель системи завантаження доменної печі. Здобувачем також здійснено наукове обґрунтування теоретично-експериментальних досліджень.

Структура та обсяг магістерської роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, п’яти розділів, висновків, переліку джерел посилання з 32 найменувань, викладена на 101 сторінках машинописного тексту, включаючи 27 рисунків, 11 таблиць та 1 додаток.

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1 Технічні характеристики і технологічний процес доменної печі

Доменний процес нині вважається одним із найстаріших металургійних процесів. Відповідно до цього, накопичено величезний обсяг дослідних даних і теоретичних розробок, що дає важливий потенціал для його становлення і вдосконалення. Це обумовлює актуальність доменного виробництва і в теперішній час, не зважаючи на безперервні пошуки свіжих технологій виготовлення чавуну і сталі [1].

Буквально на всіх підприємствах, що мають доменне виробництво, доменні цехи вважаються складовою частиною технологічного ланцюжка і не мають можливості працювати ізольовано. Так, наприклад, сировиною для доменних печей вважаються кокс і агломерат, унаслідок цього найбільший вплив на роботу доменного цеху чинять агломераційне і коксохімічне виробництва. Для раціонального функціонування цеху важлива злагоджена робота всіх підрозділів і дільниць цеху, що забезпечують підготовку і подачу в піч сирих матеріалів, проведення доменної плавки і випускання продуктів плавки - чавуну і шлаку.

Сучасні доменні цехи мають буквально схожу структуру, обумовлену технологією виробництва: цех являє собою комплекс споруд, агрегатів і механізмів. Головним технологічним агрегатом цеху вважається доменна піч. Зазвичай у цеху є 3 - 4 доменні печі, кожна з яких оснащена персональними допоміжними агрегатами (система газоочищення, система подачі та підготовки дуття та ін.), а також засобами, призначеними для забезпечення головного виробництва і переробки побічних продуктів і відходів.

Доменний цех, що розглядається у кваліфікаційній роботі, має проєктну потужність 5190 тис. т. передільного чавуну на рік за вмісту заліза в шихті 50,3%. У складі цеху чотири доменні печі: №1 - ємністю 1719 м^3, №2 - ємністю

по 2035 м^3, №3 - ємністю 3200 м^3, №4 - ємністю 3200 м^3. Крім того, є 4 розливні машини, 2 грануляційні установки, шлакопереробний комплекс.

На печах виплавляють чавун для мартенівського та конверторного процесів. Будь-яка піч обслуговується 4 повітронагрівачами, що здійснюють нагрівання дуття до 1100-1150°С.

Залізорудна частка шихти на 80-90% складається із офлюсованого агломерату фракції +5мм, що надходить з аглофабрики. Паливом слугує кокс фракції +35 мм, що надходить з коксохімічного виробництва. Сировина надходить на бункерну естакаду, а з бункерів до скіпів за підтримки стрічкових транспортерів.

Ключовими техніко-економічними показниками роботи доменної печі вважаються продуктивність і питома витрата коксу.

Для зниження витрат коксу застосовують вдування в піч мазуту. Мазут вдувають у піч у складі водомазутної консистенції, яку готують безпосередньо в цеху. Витрата водомазутної консистенції - до 90 кг/т чавуну.

Для інтенсифікації плавки печі працюють із підвищеним тиском під колошником - 1,5-2,1 атм.

Звичайна робота доменних печей неможлива без своєчасного випуску чавуну і шлаку, перетримка яких призводить не тільки до порушення звичайного ходу печі, а й до аварій під час випуску. Випуск продуктів плавки здійснюється періодично 9-18 разів на добу за встановленим графіком. Основна кількість чавуну, що виплавляється, припадає на частку передільного - до 85%, який транспортують у сталеплавильні цехи чавуновозними ковшами. Ливарний і товарний передільний чавун передається на розливання. Для розливання товарного чавуну цех має в своєму розпорядженні чотири розливні машини продуктивністю 1600 т на добу кожна.

Весь рідкий шлак надходить для грануляції на грануляційні установки загальною потужністю 25 млн. т гранульованого шлаку на рік.

Доменний газ піддається газоочищенню і використовується на виробництві як енергетичне паливо.

Місцерозташування доменних печей у доменному цеху острівне з відстанню між печами 1 і 2 - 120 м, між печами 2 і 3 - 270 м, між печами 3 і 4 - 340 м.

Доменні печі № 1 і №2 обладнані одним ливарним двором і мають по одній шлаковій стороні та по 2 чавунних льотки. На печах також збережено багатоноскове розливання чавуну і шлаку. Печі мають по два постановочні шляхи для чавуновозних ковшів і по два постановочні шляхи для шлаковозних ковшів. Для пересування ковшів під печами кожна піч обладнана візковими штовхачами.

Для механізації гірничих робіт доменна піч №1 містить кран ливарного двору вантажопідйомністю 30/5 тс, консольно-поворотні крани вантажопідйомністю 10 тс для обслуговування фурменої зони, електровібротрамбовки і ручні пневматичні трамбовки.

Доменні печі працюють за графіком випусків чавуну, що визначається продуктивністю доменної печі. Доменні печі №1 і 2 працюють за дванадцятиразовим або п'ятнадцятиразовим графіком випусків.

На більшості металургійних заводів сировину для аглофабрики і доменного цеху розвантажують і зберігають окремо на рудному дворі. Прибувають вагони з рудою, вапняком і доломітом подають до стаціонарного або пересувного вагоноперекидача і розвантажують у приймальню траншею, звідки рудногрейферним перевантажувачем переносять і укладають у штабелі на рудному дворі.

Для досягнення сталості фізико-хімічних властивостей сировини вивантажені матеріали на рудному дворі усереднюють. Великі шматки руди і вапняку (80-100 мм) грейфером перевантажують в електровагони (трансферкари), які розвозять матеріали по бункерах доменних печей. Дрібну руду і вапняк (менше 30 мм) подають на аглофабрику залізничними поїздами і трансферкарами, що завантажуються грейфером рудного перевантажувача.

Агломерат з аглофабрики на бункерну естакаду доменного цеху подають в спеціальних залізничних вагонах.

Розвантаження вагонів із сипучим матеріалом здійснюють стаціонарними вагоноперекидачами роторного типу. Подальше транспортування матеріалів від вагоноперекидача на склади здійснюють стрічковими конвеєрами. Склади сировини розташовують ближче до аглофабрики, оскільки майже вся сира руда проходить через неї. Застосування вагоноперекидачів дає змогу повністю механізувати процес розвантаження руди з вагонів і подачу матеріалів на аглофабрику або на склад сировини [1].

Роторний вагоноперекидач являє собою циліндричний барабан, усередині якого прокладено залізничні рейки, що стикуються у вихідному положенні по обидва боки із залізничними коліями. Навантажений вагон подається штовхачем (або паровозом) на внутрішню платформу ротора, одночасно виштовхуючи з нього порожній вагон. Під час повороту ротора на 3-5 град вагон лягає бортом на опорну стінку і спеціальними поздовжніми брусами притискається до платформи, перекидання триває до повороту ротора на 170 град., при цьому вагон повністю розвантажується. Для кращого очищення вагона часто застосовують вібратори, увімкнення яких відбувається при перекинутому положенні вагона. Повернення вагона у вихідне положення відбувається автоматично через 5-7 с. Встановлення вагона, перекидання і повернення у вихідне положення тривають приблизно 120 с. Обертання вагоноперекидача з вагоном здійснюється двома двигунами змінного струму. Керування двигунами здійснюється стандартною апаратурою, встановленою на типових магнітних станціях.

Транспортування сировини зі складу на аглофабрику, а також готового агломерату з аглофабрики і коксу з коксохімічного цеху в доменний цех здійснюється системами конвеєрного транспорту.

Технологічна схема транспортерної подачі рудних і коксових матеріалів у бункери доменної печі має таку структуру. Бункери на естакаді розташовані у два ряди. Дванадцять бункерів призначені для руди або агломерату, чотири - для коксу і чотири - для добавок. Від аглофабрики трьома стаціонарними стрічковими конвеєрами охолоджений агломерат подають на три реверсивні

(катучі) конвеєри перевантажувальної станції, розташованої біля торця бункерної естакади. Ці реверсивні конвеєри направляють потік матеріалів на будь-який зі стаціонарних (проміжних) конвеєрів, що подають матеріал на бункерну естакаду. На бункерній естакаді встановлено чотири реверсивних конвеєра для розподілу шихти по бункерах і передачі на сусідню піч. Кокс від коксосортування двома стаціонарними конвеєрами подають на реверсивні конвеєри перевантажувальної станції, потім перевантажують на один із конвеєрів для подачі в коксові бункери естакади. Реверсивний конвеєр служить для передачі коксу на іншу доменну піч.

Для приймання і подачі добавок у бункери призначений спеціальний приймальний пристрій, що складається з шести бункерів. З них добавки перевантажують стаціонарним конвеєром на реверсивний конвеєр, з якого їх можна подати в бункери цеху одним із транспортерів. Видача матеріалів із бункерів приймального пристрою на конвеєр здійснюється пластинчастими живильниками.

Для створення нормальних, санітарних умов у місцях розташування транспортерів передбачають спеціальні аспіраційні установки.

Керування всіма механізмами і контроль їхньої роботи здійснюють із центрального диспетчерського пункту.

Сучасна доменна піч являє собою піч шахтного типу, що складається з колошника, шахти, розпару, заплічиків і горна. Це високоавтоматизований і механізований агрегат.

Для отримання завданий техніко-економічних характеристик доменної плавки сирі матеріали спочатку піддають спеціальній підготовці (рис. 1.1).

Флюс у сирому вигляді завантажують у доменні печі лише в незначній кількості для отримання заданого хімічного складу шлаку. Основну масу флюсу вводять у шихту в процесі окускування руд, тому на схемі (див. рис. 1.1) лінія флюсу показана пунктиром [1].

Підготовлені шихтові матеріали в строгому співвідношенні завантажують у доменну піч зверху за допомогою засипного апарату. У

нижню частину доменної печі - горн через фурми подають повітря, стиснене повітродувною машиною. Для зменшення витрат коксу і підвищення продуктивності доменної печі повітря нагрівають до 1000-1200°С, збагачують киснем, а в горн вдувають природний газ, мазут або пиловугільне паливо. У результаті протікання в доменній печі складних фізико-хімічних процесів між вихідними шихтовими матеріалами і дуттям утворюються чавун, шлак і газ.

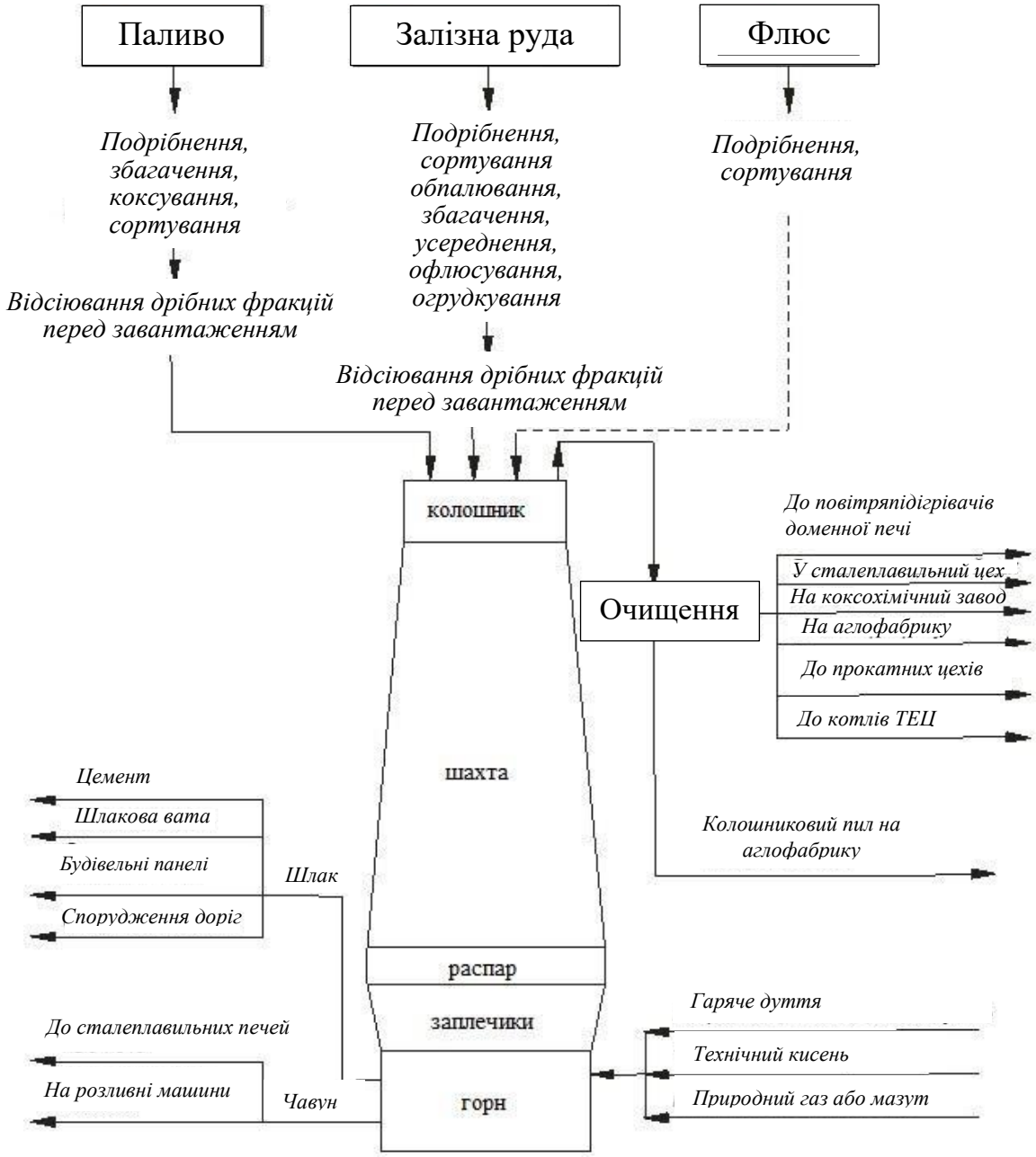


Рисунок 1.1 – Схема доменного виробництва

Основний продукт доменного виробництва - передільний чавун - випускають із горна доменної печі через чавунну льотку 8-14 разів на добу та направляють до сталеплавильних цехів для переділу на сталь або на розливальні машини для розливання в чушки та відправки споживачам.

Шлак у печі утворюється в результаті плавлення порожньої породи руди, флюсу і золи коксу. Шлак із доменної печі випускають періодично через шлакові льотки (верхній шлак) і під час випуску чавуну через чавунні льотки (нижній шлак). Основну масу рідкого шлаку піддають грануляції, а частину шлаку зливають на шлакових відвалах. Доменний газ, що утворюється в печі під час взаємодії кисню дуття і шихти з вуглецем коксу, після очищення використовують як металургійне паливо в доменному і суміжних цехах. Колошниковий пил направляють на аглофабрику для виробництва агломерату.

Для автоматичної роботи механізмів подачі матеріалів у бункери на кожному з них передбачають установку датчиків верхнього рівня. Були застосовані датчики рівня типу ІКС24, які випускає електропромисловість. Однак ці датчики не виправдали себе в умовах доменного цеху, оскільки опір гарячого агломерату занадто великий і реле не може нормально працювати; електроди датчиків механічно ушкоджуються У разі зниження рівня шихти в бункері ланцюг реле через верхній електрод розмикається, але залишається замкнутим нижній електрод, завдяки чому продовжує діяти сигнал про наявність матеріалу в бункері. У міру розвантаження бункера нижній електрод виходить із зіткнення з агломератом і котушка реле знеструмлюється, подаючи сигнал про порожній бункер. Сигналізатор наявності рудних матеріалів, застосовуваний на конвеєрі, являє собою електронний прилад релейного типу, що реагує на зміну омічного опору шару агломерату в контрольному ланцюзі.

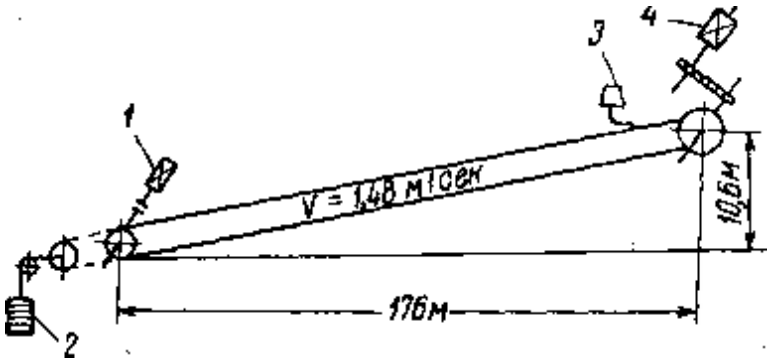
Для вимкнення приводу в разі обриву стрічки конвеєра в схемі передбачено датчик швидкості тахогенераторного типу, на вихід якого включено через випрямляч реле. Це реле вмикає інше реле, що подає імпульси в схему автоматики.

Автоматичне або дистанційне керування системою транспортерів подачі матеріалів до бункерів повинно забезпечувати послідовність пуску механізмів, розташованих у порядку, протилежному руху матеріалів, а їхню зупинку за рухом. У разі відключення будь-якого механізму автоматично зупиняються всі попередні за технологічним потоком механізми. Ці умови виконуються взаємним блокуванням електроапаратури в схемах управління.

Принцип дії сигналізатора рівня полягає в такому: щойно короткий електрод через шар агломерату з'єднається з корпусом бункера, створюється ланцюг на ввімкнення поляризованого реле. Увімкнення цього реле призводить до замикання нормально відкритих контактів у колі котушки вихідного реле, що дає імпульси в схеми керування та сигналізації конвеєрами.

Автоматичне увімкнення і вимкнення лінії механізмів можливе тільки за відповідного рівня матеріалів у бункерах, а дистанційне - незалежно від наявності та кількості останніх. У цих режимах усі необхідні технологічні взаємоблокування зберігаються, а при місцевому вони виключаються. Для всіх конвеєрів передбачають аварійні вимикачі або перемикачі заборони роботи, які встановлюють біля механізмів, а у конвеєрів зі значною протяжністю встановлюють приблизно через кожні 30-40м додаткові аварійні вимикачі.

Принципи побудови схем управління всіма стаціонарними і котучими конвеєрами аналогічні. Кінематична схема конвеєра наведена на рис. 1.2.



1 - датчик швидкості; 2 - натяжна станція; 3 - сигналізатор наявності матеріалів; 4 - приводний двигун

Рисунок 1.2 – Кінематична схема конвеєра

Станція програми шихтоподачі визначає якісний склад рудно-флюсової частини шихти, що занурюється в скіп, і є додатковою ланкою до програми

подач і циклів під час транспортерного подавання матеріалів від бункерів у скіпи. Програма визначає, механізми якого боку мають у цей момент подавати матеріали в скіпи, і забезпечує завантаження домішок.

Подача матеріалів у скіпи може здійснюватися механізмами шихтоподачі будь-якої однієї сторони або обох сторін. Навантаження матеріалів механізмами обох сторін можливе за п'ятьма схемами:

- агломерат і добавки вантажать механізмами одного боку;

- агломерат вантажать механізмами одного боку, а добавки - механізмами іншого боку тощо.

На рис. 1.3 представлено фото двох грохотів доменної печі. Працюють вони одночасно, дрібний відсів відвозиться малим скіпом (рис. 1.4) на повторну переробку.



Рисунок 1.3 – Грохоти, що використовуються на доменній печі



Рисунок 1.4 – Малий скіп

На рис. 1.5 показано два скіпи, які подають агломерат на колошник доменної печі №1, в один з яких засипають кокс, а в інший - руду. На рис. 1.6 показано конвеєр, яким матеріал надходить на грохоти.



Рисунок 1.5 – Скіповий підіймач доменної печі



Рисунок 1.6 – Конвеєр нижнього завантаження доменної печі

1.2 Аналітичний огляд систем автоматизації завантаження шихтових матеріалів

Основне завдання доменного виробництва полягає в отриманні чавуну із залізних руд шляхом їхньої переробки в доменних печах. Сирими матеріалами доменної плавки вважаються кокс, агломерат, залізорудні окатиші та марганцеві руди. На всіх доменних печах постачання шихтових матеріалів здійснюється у два етапи:

- дозування матеріалів і доставка їх до скіпового підйомника (нижнє завантаження);

- завантаження матеріалів у піч і їх розосередження на колошнику (верхнє завантаження).

Точний розподіл на колошнику і правильне дозування шихтових матеріалів забезпечують відповідні умови для протікання інших процесів доменної печі та отримання чавуну відповідного складу і якості.

Завданням автоматичної системи набору і зважування шихти є точне дозування шихтових матеріалів і їхня доставка до скіпового підйомника.

На підприємствах використовуються дві системи набору, зважування і доставки матеріалу до скіпів:

- з підтримкою вагон-вагів, що дозують і транспортують рудно-флюсову частку подачі, і грохотів з ваговими воронками, що дозують масу коксу;

- з підтримкою стрічкових транспортерів з ваговими воронками.

Проаналізувавши ці дві системи, можна зробити висновки, що зважування і транспортування рудно-флюсової частини шихтових матеріалів за підтримки вагон-вагів має такі недоліки:

- відносно велика тривалість циклу набору і доставки матеріалів до скіпів обмежує продуктивність доменних печей; виключається вірогідність відсіву дрібних фракцій агломерату перед завантаженням у піч;

- ускладнена автоматизація системи завантаження.

Порівняння техніко-економічних характеристик конвеєрної системи подачі на колошник зі скіповою виявило такі переваги першої:

- витрати (на 1 т готового чавуну) нижчі на 15-20%;

- експлуатаційні витрати завдяки меншим амортизаційним відрахуванням, витратам на ремонт, електроенергію та заробітну плату нижчі на 15-20%;

- запас у продуктивності з коефіцієнтом запасу 1,5;

- єдина система машин безперервного транспорту від бункерів до колошника;

- абсолютна її автоматизація із застосуванням ЕОМ.

Відсів дрібниці на доменних печах здійснюється вібраційними або дисковими грохотами. Дискові грохоти мають такі недоліки [2]:

- додаткове подрібнення коксу до 3%;

- швидке спрацьовування дисків і підвищення при цьому втрати металургійного коксу.

Внаслідок таких недоліків дискові грохоти поступаються вібраційним, для яких характерні:

- кращий відсів дрібноти;

- відсутність додаткового подрібнення;

- сталість сортування за крупністю та простота пристрою.

У [3] розглянуто систему завантаження доменної печі металургійного комбінату U S Steel Kosice, одного із найбільших металургійних комбінатів Словаччини, розташований у м. Кошице. Працює на привізній залізній руді та остравському коксівному вугіллі. Випускає чавун, сталь, сталеву стрічку, труби, металеві та мостові конструкції. Завантаження в доменному цеху здійснюється за допомогою складної системи, до якої входить: рудний двір із бункерною естакадою, система набору, зважування і транспортування шихти на колошник, завантажувальний пристрій доменної печі та система управління завантаженням доменної печі.

На деяких підприємствах використовується система з механізмами періодичної дії, яка має недоліки через складну маніпуляцію з вагонами, тривалий час розвантаження вагонів, високу концентрацію пилу, значний негативний вплив кліматичних умов і неможливість відсіву фракції менше ніж 5 мм рудної частини шихти, що не дає змоги провести повну автоматизацію процесу.

На підприємстві [4] була впроваджена автоматизована система дозування сухої шихти у виробництві електродної продукції. Під час модернізації дозувальної лінії та розроблення нової системи управління передбачалося вирішити такі завдання, що виникли завдяки посиленню вимог до якості електродної продукції, які висуваються в умовах сучасного ринку: підвищення ефективності роботи заготівельної сировини змішувально-пресового виробництва в умовах обмежених ресурсів управління; підвищення точності дозування; синхронізація роботи агрегатів дозувальної лінії та прискорення процесів дозування; збільшення точності дозування завдяки застосуванню шнекових живильників; підвищення ефективності роботи шнека.

Для побудови комплексу технічних засобів системи управління було використано обладнання фірми Advantech [4]. Система побудована за магістрально-модульним принципом і має трирівневу ієрархічну структуру. Нижній рівень системи призначений для збирання та перетворення інформації,

що надходить із датчиків, а також для передавання керувальних впливів на виконавчі механізми. Устаткування нижнього рівня скомпоновано у вигляді блоків місцевого управління і шаф управління приводами шнекових живильників. На середньому рівні відбувається реалізація логіки управління. Це завдання вирішується центральним контролером АСУ ТП дозування, який оснащений необхідним комплексом пристроїв зв'язку з об'єктом, що включає модулі цифрового введення і виведення, а також модуль аналогового введення. Верхній рівень - адміністративний, призначений для представлення процесу дозування для оперативного персоналу, аналізу технологічних ситуацій і протоколювання ходу технологічного процесу. Апаратне забезпечення цього рівня представлено типовим офісним комп'ютером.

Програмне забезпечення верхнього і нижнього рівнів розроблено з використанням SCADA-системи і запускається під управлінням виконавчих модулів.

Впровадження цієї системи дало змогу завдяки застосуванню сучасних засобів автоматизації, частотного керування приводами та конструкційним доопрацюванням значно підвищити точність дозування і продуктивність, а також істотно поліпшити інформаційне забезпечення технологічного процесу і його керованість.

У [5] представлено математичну модель імітації доменного процесу, результатом якої стало збільшення продуктивності доменного виробництва.

Автоматична система нижнього завантаження доменної печі здійснює управління всіма механізмами шихтоподачі. В алгоритмі роботи цієї системи існує місцеве і дистанційне керування, всі техніко-економічні параметри виводяться на екран, так само графічно візуалізується все технологічне обладнання, необхідне для нижнього завантаження. Одним із недоліків системи візуалізації є велика кількість параметрів в одному вікні, що може призвести до незручності читабельності інформації.

У ливарному цеху заводу «Лієпайсільмаш» (м. Лієпая) тривалий час успішно експлуатується напівавтоматична лінія дозування шихти з

дистанційним керуванням. Лінія включає чотири установки подачі для основних металевих компонентів (брухту, чушкових чавунів, повернення), дві установки подачі для феросплавів, пристрої подачі для коксу і вапняку та багатокомпонентні пересувні бункерні ваги конструкції ІПЛ, які переміщаються рейковим шляхом уздовж фронту бункерів. Керує процесом складання шихти один оператор з пульта. Результати дозування реєструються друкувальним пристроєм.

Існує декілька систем дозування шихтових матеріалів:

- послідовна;
- параллельна;
- комбінована;
- дискретна;
- автоматичного керування вагон-вагами.

При послідовній системі шихтування для вагранок здійснюється за допомогою пересувних ваг [6]. Конструктивно ці ваги складаються з паралелограмного вантажоприймального механізму, магнітопружного датчика, електронного блоку з реле часу, аналогового компенсатора і шести виносних пультів з електролюмінесцентними табло. Магнітопружний датчик видає електричний сигнал, пропорційний масі дозованого матеріалу, що надходить до електронного блоку. В основу роботи електронного блоку покладено компенсаційний метод вимірювань сигналу і перетворення його в десяткове число. За структурою ваги являють собою систему стеження, на виході якої є перетворювач аналогового сигналу в дискретний у десятковій системі числення. Перед початком роботи ваги вмикаються електронним реле часу. Оператор, який перебуває на електроваговому візку, під'їжджає по черзі до кожного живильника. Під час завантаження бункера візка компонентом шихти на табло відображаються цифри, що показують масу компонента. Після закінчення набору цього компонента оператор переводить візок до наступного живильника. У цей час друкувальний пристрій фіксує фактичну масу віддозованого компонента. Червона лампочка на пульті фіксує, що триває

процес запису, і завантаження наступного компонента заборонено. Після закінчення запису оператор здійснює набір наступного компонента. Пристрій автоматичної компенсації маси тари забезпечує індикацію на на табло істинної маси кожного компонента шихти.

Послідовна система дозування та завантаження шихти у вагранки з двома пересувними платформними вагами працює на бакінському заводі «Електроцентроліт». Система має пристрої цифрової індикації та реєстрації результатів дозування.

Основні переваги послідовної системи дозування шихти:

- простота;

- наявність одних ваг для дозування всіх компонентів шихти.

До недоліків системи можна віднести порівняно низьку продуктивність, що зумовлена послідовним методом дозування. Однак розташування пристроїв по обидва боки рейкового шляху дещо підвищує продуктивність системи за рахунок зменшення часу на переїзди.

Особливість паралельних систем дозування шихтових матеріалів, порівняно з послідовними, полягає в одночасному дозуванні всіх компонентів, що дозволяє застосовувати ці системи для плавильних агрегатів великої продуктивності. Основний елемент паралельних систем - електромеханічний дозатор, що складається з установки подачі матеріалу, стаціонарних бункерних ваг і пристрою, що управляє.

Комбінована система з електромеханічними вагами бункерів. Компоненти шихти подаються в бункер ваг послідовно підйомним електромагнітом з витратних засіків, розташованих у два ряди. Набрана металева колоша розвантажується в баддю, встановлену на пересувному самохідному візку. Відкриття затвора бункерних ваг та команда на переміщення візка виробляються дистанційно з кабіни крана. Завантажувальний кран транспортує баддю у вагранку і повертає назад на візок, який автоматично повертається у вихідне положення за черговою

порцією шихти. Кокс, вапняк і феродомішки видаються в це електромеханічними дозаторами.

У комбінованих системах дозування та подачі шихти в плавильні агрегати поєднуються паралельний та послідовний методи дозування. За продуктивністю ці системи поступаються паралельним, але перевищують послідовні. Основними елементами, на базі яких будують комбіновані системи, є електромагнітні дозатори феромагнітних компонентів шихти, стаціонарні електромеханічні дозатори немагнітних компонентів і пересувні ваги різних конструкцій.

Для дискретного дозування феромагнітних матеріалів застосовують напівавтоматичний пристрій. Пристрій містить підйомний електромагніт типу з тиристорним джерелом живлення, регулятор підіймальної сили електромагніту, датчик маси тензометричний з вимірювальним приладом і програмним коригуючим пристроєм.

Система автоматичного керування вагон-вагами передбачає набір подач за п'ятьма різними програмами, кожна з яких може включати один або два рудні скіпи. У чотирьох із п'яти програм є можливість набору шести компонентів шихти, у однієї - лише одного компонента. Система дозволяє задавати цикл завантаження з одинадцяти подач всіх п'яти програм, що чергуються. в межах циклу в будь-якій послідовності. В роботі можуть знаходитися 24 рудні бункери при одночасному рівномірному розвантаженні не більше 4 бункерів з однаковим вмістом. Система автоматизації вагон-вагів найбільш проста, виконана вона із застосуванням стандартної сильноточної апаратури. Однак, незважаючи на простоту електросхем, набір програми дуже складний. Вузол зважування в цій системі вирішено також найбільш просто, але він не дозволяє набирати будь-яку масу будь-якого матеріалу в кожній подачі і дає відносно більшу похибку при зважуванні (100-150 кг).

Вирішити цей недолік можна, якщо в системі автоматичного керування застосувати комплексну автоматизацію: автоматичний набір матеріалів, зважування та переміщення. Система дозволяє працювати з п'ятьма різними

програмами набору подач. Кожна подача може включати один і два рудні скипи. Системою передбачено цикл завантаження, що складається з 24 подач з чергуванням 5 програм набору матеріалів будь-якої послідовності. У роботі можуть бути 56 рудних бункерів, причому досягається рівномірне розвантаження бункерів з однаковим вмістом. Таким чином, ця система управління вагон-вагами за технологічними можливостями є найбільшою.

Проведений аналітичний огляд різних способів завантаження шихтових матеріалів та автоматизації даного процесу дозволяє виявити переваги та недоліки різних систем керування. На основі розглянутого досвіду експлуатації буде визначено структуру системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі та проведено модернізацію.

1.3 Постановка задачі на розробку системи автоматизації завантаження доменної печі

Сучасне доменне виробництво є складним комплексом технологічного, енергетичного та транспортного обладнання. Нижнє завантаження доменної печі відповідає за підготовку суміші матеріалів у потрібній пропорції та завантаження її в скіпи верхнього завантаження.

Технологічне обладнання для нижнього завантаження: бункери; вагові вирви з затворами; гуркоту; конвеєрні лінії.

Система завантаження з ручною зміною програм, що працює в даний момент на доменній печі, побудована на релейно-контактній апаратурі, не задовольняє сучасному рівню розвитку доменного виробництва. Релейно-контакторна апаратура, шляхові вимикачі та деякі датчики системи завантаження мають ряд недоліків, до яких належать: підгоряння контактів; перегорання котушок, що втягують; порушення контактних поверхонь; приварювання та поломка пружин контактів; поява зазору в редукторі колійного вимикача в процесі роботи, внаслідок чого порушується точність зупинки, прискорюється зношування кулачків і пластмасових деталей, що

викликає необхідність переналаштування командоапаратів; недосконаліть конструкцій датчиків; слабкість канатів; викид ртуті відцентровим вимикачем.

Автоматична система нижнього завантаження має забезпечити:

- точність дозування матеріалів;

- збільшити кількість подач;

- забезпечити персонал оперативною інформацією про перебіг процесу завантаження;

- забезпечити інформацією про витрату сипких матеріалів та феросплавів на кожну плавку.

Система повинна вести автоматичне керування технологічним обладнанням та трактом загалом за допомогою операторської станції, а також здійснювати дистанційне керування технологічним обладнанням та трактом загалом за допомогою операторської станції.

АСУ зобов'язана гарантувати в центральному пункті управління піччю безперервне відображення значень технологічних показників у цифровій формі шляхом світлової індикації у вигляді графіків, світлову і звукову сигналізацію порушень нормального технологічного режиму роботи устаткування.

Основне завдання розробки АСУ нижнім завантаженням шихти спричинене необхідністю досягнення максимальних техніко-економічних показників доменного виробництва. Характер завантаження шихти в доменну піч визначає хід її технологічного процесу, тому однією з основних умов економічного та ефективного функціонування доменної печі є розподіл газу за її перерізом, що залежить від системи завантаження печі, ступеня та рівня її автоматизації.

Модернізація системи дозволить:

- покращити якісні характеристики чавуну за рахунок підвищення точності дозування та оперативного розрахунку складу шихти;

- знизити собівартість компонентів шихти внаслідок економії сировини, підвищити оперативність оцінки витрат за виробництво чавуну, зокрема безперервної оцінки вартості сировини на складах;

- провести заміну морально застарілої та фізично зношеної системи дозування компонентів, включаючи заміну ваго-дозуючого та ваго-вимірювального обладнання;

- оптимізувати оперативний розрахунок складу шихти в умовах зміни хімічного складу компонентів шихти, вологості та їх кількості;

- зменшити час на ліквідацію наслідків зупинки або аварій потоково-транспортної системи за рахунок своєчасного виявлення та запобігання аварійним та передаварійним ситуаціям завдяки застосуванню сучасних засобів візуалізації та оперативному контролю параметрів технологічного процесу та стану обладнання;

- забезпечити роботу вимірювального та дозуючого обладнання в автоматичному режимі, з можливістю обробки та накопичення даних.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

2.1 Система завантаження доменної печі

Одним із вирішальних факторів підвищення продуктивності всієї системи завантаження доменної печі є можливість поєднання роботи низки механізмів. При транспортерній подачі матеріалів у скіпи під час руху скіпу одночасно працюють зонди, малий та великий конуси, живильники та транспортери агломерату та домішок.

Робота механізмів в даний час протікає у такому порядку. Після повернення правого скіпу в крайнє нижнє положення затвор правої вагової воронки агломерату автоматично відкривається і після висипання матеріалу в скіп закривається. Закрите положення затвора дає імпульс на відправлення першого в подачі скіпу, на встановлення перекидного лотка в положення наповнення правої вагової воронки, включення пластинчастого конвеєра і віброгуркотів бункерів агломерату. Після наповнення вагової лійки до заданої маси механізми відключаються у зворотній послідовності. Якщо за програмою задано вантажити добавки, то відкриття затвора вагової воронки агломерату відбувається або до відкривання проміжного бункера, або після (залежно від перебігу процесів доменної печі). При закритому положенні затвора проміжного бункера добавок дається імпульс висипання матеріалів із заданих програмою вагових воронок добавок на стрічковий транспортер.

Як тільки скіп починає рухатися, подається імпульс на відкривання зрівняльних клапанів малого конуса для вирівнювання тиску в міжконусному просторі з атмосферою, після чого малий конус здійснює один цикл (відкривається, висипає матеріал останнього скіпу попередньої подачі на великий конус і закривається).

Згідно з програмою, великий конус має висипати всю подачу в піч. Допустимість висипання матеріалів визначається рівнем шихти в печі, який

заміряється лівим та правим зондами. Якщо перед опусканням великого конуса зонди відзначили, що рівень шихти нижчий за точку заборони, то вони піднімуться у верхнє положення, потім відкриються і закриються зрівняльні клапани великого конуса (для вирівнювання тиску між піччю і міжконусним простором). Великий конус здійснює один цикл, після чого зонди опускаються вниз для подальшого прямування за рівнем шихти.

Якщо ж перед опусканням великого конуса зонди заміряли, що рівень шихти стоїть на точці заборони або вище, то великий конус не здійснює циклу в належний момент, через що перший скіп подальшої подачі, вивантажений у лійку розподільника, що обертається, не буде відрахований програмою, а другий скіп цієї подачі, що знаходиться в ямі, не завантажуватиметься. Система стоятиме доти, доки шихта в печі не знизиться і зонди не дадуть дозволу на завантаження [7].

Таким чином, зонди є не лише сигналізаторами та реєстраторами рівня шихти, а і основними датчиками циклічної роботи всієї системи завантаження.

Правий навантажений скіп рухається похилому мосту вгору до крайнього верхнього положення, перекидається і висипає матеріал у вирву, а лівий скіп у цей час досягає крайнього нижнього положення в ямі. У цьому командоконтроллер подач (ККП) відраховує правий скіп і дає команду, чим завантажувати лівий порожній скіп.

Після того, як весь матеріал з правого скіпу висипався у вирву розподільника, що обертається, останній повертає шихту на заданий кут. Навантаження та відправлення наступного (лівого) скіпу з рудою, а також робота механізмів відбуваються аналогічно з тією самою послідовністю.

Командоконтролер подач, відрахувавши другий скіп подачі, подає імпульс на навантаження третього скіпу. Згідно з програмою, механізми навантаження коксу правої сторони здійснюють один цикл; після прибуття третього (правого) в подачі скіпу в яму відкривається затвор вагових воронок, кокс висипається в скіп і, після того як весь матеріал з вагової вирви висипався і стрілки ваги стоять на нулі, затвор закривається, скіп відправляється на

колошник, а віброгуркотіння починають наповнювати вагову лійку коксом до заданої маси. Усі перелічені операції навантаження коксу виконуються автоматично. Після прибуття в скіпову яму четвертого (лівого) скіпу подачі механізми навантаження коксу лівої сторони здійснюють аналогічний цикл.

Під час руху третього та четвертого скіпів механізми засипного апарату працюють так само, як при русі перших двох скіпів. Навантаження та відправлення першого скіпу наступної подачі, як і інших, аналогічна першому скіпу попередньої подачі.

Подальший процес завантаження матеріалів у піч безперервно повторюється відповідно до набраної програми та заданих режимів роботи.

На рис. 2.1 наведено схему командних взаємозв'язків між станціями управління механізмами доменної печі. На схемі станції управління з'єднані між собою променями, на початку яких вказаний номер імпульсу із якої станції він виходить, а в кінці – в яку станцію подається даний імпульс.

Читати схему найкраще починаючи з моменту, коли шихта в печі починає опускатися вниз від рівня «піч сповнена» і зонди знімають свою заборону на навантаження шихти в піч. Як тільки шихта йде з позначки «піч сповнена», зонди починають опускатися і колійні вимикачі лебідок дають перший імпульс на завантаження, після чого всі механізми починають працювати за заданою програмою.

На схемі наведено командні імпульси для завантаження агломерату в правий скіп та його відправлення, наповнення правої вагової лійки агломератом та добавками, завантаження лівого скіпу коксом та його відправлення, а також наповнення лівої вагової лійки коксом.

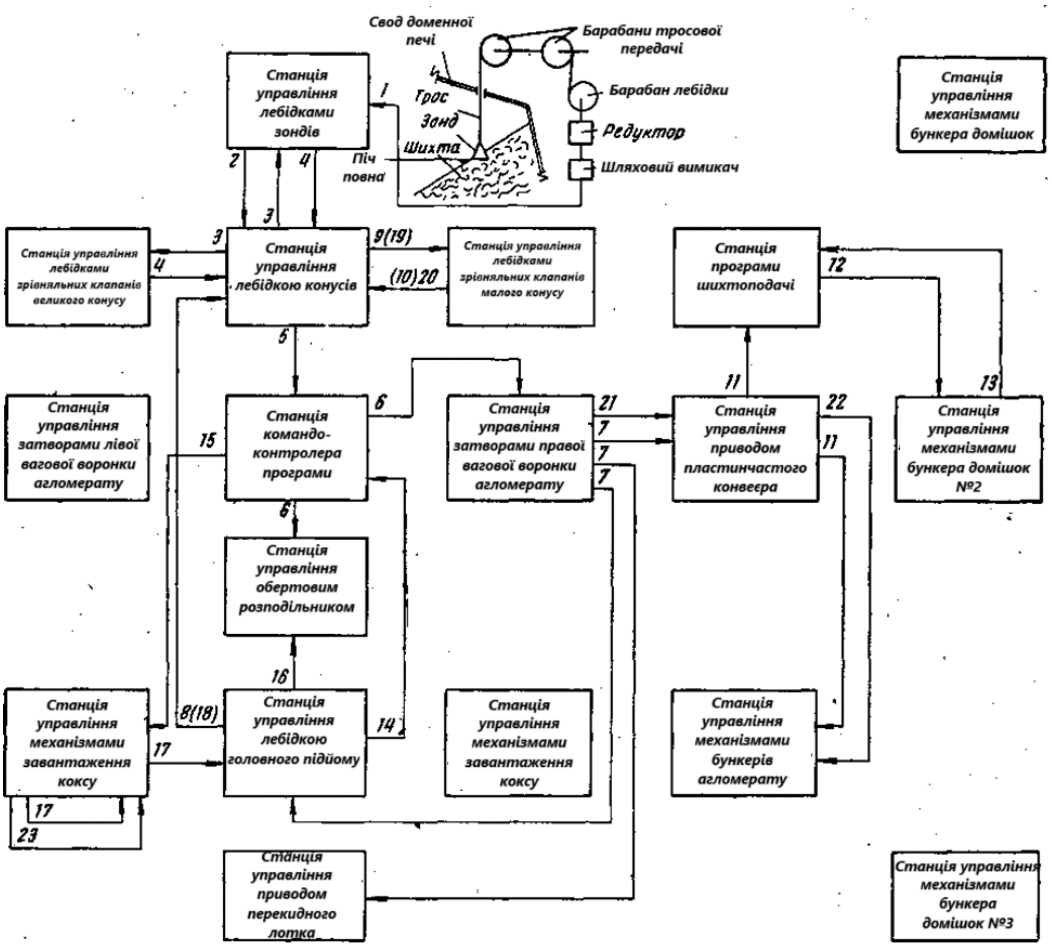


Рисунок 2.1 – Структурна схема командних взаємозв'язків між станціями управління механізмами системи завантаження доменної печі

2.2 Вимоги до системи нижнього завантаження доменної печі

АСУ ТП має будуватися як людино-машинна система, що працює в темпі технологічного процесу (режимі реального часу) і містить технологічний, обслуговуючий персонал та комплекс технічних засобів (КТЗ), що включає програмно-технічний комплекс (ПТК), резервні засоби контролю та управління (РСКУ)), датчики, засоби на процеси (рис. 2.2).

Автоматизована система управління технологічним процесом завантаження призначена для ведення технологічного процесу завантаження доменної печі в оптимальних режимах з метою отримання чавуну заданої якості та обсягу.

Головною ланкою АСУ ТП має бути оператор-технолог, який виконує загальну та детальну оцінку технологічної ситуації та приймає відповідно до ситуації, що склалася, передбачені інструкціями, правилами та нормами рішення.

Основною частиною КТЗ має бути ПТК (програмно-технічний комплекс), що забезпечує оператору-технологу всі можливості для

ефективного та безпечного управління технологічними процесами у всіх режимах роботи технологічного обладнання. ПТК повинен являти собою

сучасну систему контролю та управління, побудовану на основі програмованих логічних контролерів та локальних обчислювальних мереж.

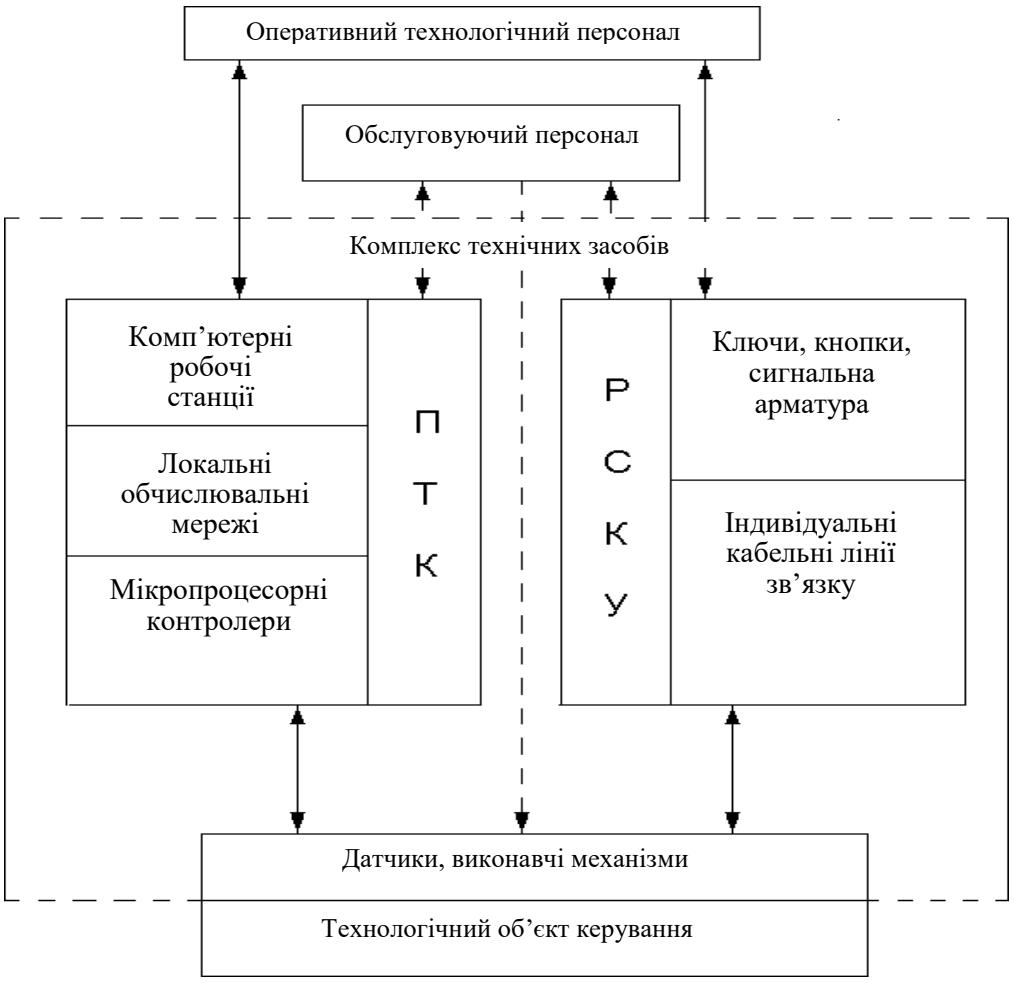


Рисунок 2.2 – Загальна структура АСУ ТП нижнього завантаження доменної печі

Резервні засоби контролю та управління повинні містити мінімальний набір засобів дистанційного керування, що забезпечує пряме індивідуальне керування основними механізмами.

Обслуговуючий персонал повинен забезпечити працездатний стан КТЗ відповідно до встановлених правил, норм та вимог.

Система має забезпечувати виконання таких функцій.

а) інформаційні функції:

1) збір та первинна обробка аналогових сигналів; б) збір та обробка дискретних сигналів;

2) відображення інформації оператору-технологу;

3) технологічна сигналізація;

4) протоколювання інформації (складання звітів);

5) розрахунок та аналіз техніко-економічних показників;

6) реєстрація подій;

7) реєстрація аварійних ситуацій;

8) аналіз дії захисту (з'ясування за трендами, причин спрацьовування захисту);

9) архівація (наповнення даних у архіві);

б) керуючі функції:

1) дистанційне керування електроприводами та обладнанням;

2) автоматичне регулювання;

3) автоматичне логічне управління та технологічні блокування;

4) технологічні захисту;

в) інші функції:

1) забезпечення точності інформації;

2) забезпечення єдиного часу системи;

3) тестування та самодіагностика системи;

4) захист від руйнування програмного забезпечення та несанкціонованого доступу до інформації.

Мінімальна конфігурація системи має передбачати три рівні ієрархії.

Перший рівень: датчики вимірюваних аналогових і дискретних сигналів, регулююча та запірна арматура (клапана, засувки, вентилі, відсічки), електроприводи, виконавчі механізми.

Другий рівень: контролери та показуючі прилади.

Третій рівень: операторські станції, сервер бази даних, локальна обчислювальна мережа типу Ethernet та інше мережеве обладнання (HUB).

Другий рівень АСК ТП може складатися з технологічних підсистем «Дозування» та «Завантаження».

Управління зазначеними технологічними підсистемами має бути реалізоване засобами наступних функціональних підсистем:

- підсистемою технологічних захистів, що реалізує функції захисту персоналу та технологічного обладнання;

- підсистемою автоматичного регулювання, що реалізує алгоритми стабілізації чи зміни за заданим законом технологічних параметрів;

- підсистемою дистанційного управління, що забезпечує реалізацію команд оператора-технолога та керуючих підсистем, а також формує інформацію про стан виконавчих органів підсистеми;

- підсистемою логічного управління, що реалізує технологічні блокування;

- інформаційними підсистемами, що реалізують функції розрахунків, реєстрації, архівації, документування, відображення інформації та технологічну сигналізацію;

- інструментальною (інженерною) підсистемою, що забезпечує функціонування ПТК.

Робота функціональних підсистем повинна здійснюватися шляхом взаємодії таких видів забезпечення АСК ТП (рис. 2.3):

- лінгвістичного забезпечення у вигляді сукупності засобів та правил для формалізації природної мови, що використовується при спілкуванні експлуатаційного персоналу з комплексом засобів автоматизації;

- інформаційного забезпечення у вигляді сукупності нормативної бази, класифікаторів, документів та реалізованих висновків за обсягами, розміщенням та формами існування інформації;

- математичного забезпечення у вигляді сукупності математичних методів, моделей та алгоритмів;

- програмного забезпечення у вигляді сукупності програм, призначених для налагодження, функціонування та тестування працездатності АСУ ТП;

- технічного забезпечення у вигляді сукупності засобів обчислювальної техніки та інших технічних пристроїв, що використовуються під час функціонування системи;

- метрологічного забезпечення у вигляді сукупності методів, правил та програмно-технічних засобів, що дозволяють реалізувати функції АСУ ТП відповідно до встановлених вимог до достовірності інформації;

- організаційного забезпечення у вигляді сукупності документів, що встановлюють організаційну структуру, права та прямі обов'язки експлуатаційного персоналу в умовах функціонування, тестування та забезпечення працездатності АСК ТП.

Третій рівень повинен містити: робоче місце оператора-технолога; робоче місце начальника зміни; станцію візуалізації на постах керування.

Перелік завдань покладених на третій рівень:

- збір та первинна обробка сигналів;

- контроль параметрів, сигналізація запобіжна та аварійна, видача блокувань та захистів;

- відображення станів завантаження бункерів у вигляді мнемосхем та відеограм;

- протоколювання роботи системи завантаження та дій персоналу;

- накопичення даних, графічне відображення оперативних історичних трендів;

- формування та видача змінно-добових документів;

- у всіх постах управління нижнім завантаженням, що знаходяться на загальному щиті управління, передбачити можливість дублювання керування.



Рисунок 2.3 – Структура функціональних підсистем та видів забезпечення АСК ТП

Вимоги до швидкодії системи АСК ТП:

- повна зміна кадру на дисплеї – не більше ніж 1с;

- цикл оновлення оперативної інформації на дисплеї – не більше ніж 0,5с;

- час обробки сигналів у підсистемі реєстрації аварійних ситуацій – для пасивних сигналів 100 мс, для ініціативних сигналів 20 мс;

- загальна затримка у передачі команд управління з боку оператора – не більше 250 мс;

- час квантування тривалості імпульсу регулятора – 100 мс;

- загальна затримка у передачі інформації каналами технологічних захистів - 50 мс.

Вимоги до мережного інтерфейсу. Зв'язок між окремими компонентами системи (контролери системи 2-го рівня, операторська станція) має здійснюватися за інтерфейсом промислової мережі MPI відповідно до вимог міжнародного стандарту VME сумісних контролерів або протоколу TCP/IP Ethernet. АСК ТП повинна мати фізичний зв'язок по мережі Ethernet з наявними та впровадженими автоматизованими системами управління та контролю доменного процесу.

Діагностування ліній зв'язку має здійснюватись стандартними програмно-апаратними засобами. Діагностування роботи датчиків вироблятиме прикладне програмне забезпечення.

Системотехнічні рішення щодо складу та структури повинні допускати розширення та модернізацію системи силами експлуатаційного персоналу.

Вимоги щодо первинної обробки сигналів:

а) аналогові параметри:

1) фільтрація;

2) контроль достовірності надлишкової інформації (груповий контроль);

3) відновлення даних щодо надлишкової інформації;

б) дискретні параметри:

1) фільтрація брязкоту фронтів;

2) контроль достовірності із сукупності сигналів.

АСУ ТП має бути працездатною за будь-яких допустимих значень технологічних параметрів за умови дотримання технологічного процесу. При зміні вимог до складу вхідних та вихідних даних, що призводять до зміни структури даних (при введенні в роботу нового обладнання), АСУ ТП має допускати коригування програмного забезпечення силами експлуатаційного персоналу.

Вимоги до надійності усієї системи визначаються надійністю технічних та програмних засобів. Відмовою прикладних програм, розроблених виконавцем, вважати невиконання функціонального призначення програм під

час її використання відповідно до технічної документації (інструкції з експлуатації).

Відмовою апаратних засобів вважається невиконання функцій збору даних та видачі сигналів протягом 15 секунд за параметрами контролю та не більше двох секунд для параметрів захисту.

Виявлення відмови контролерів має виконуватися системою візуалізації системними та прикладними програмами за станом зв'язку з нижнім рівнем та контрольними параметрами працездатності програм у контролерах. Час відмови має реєструватися у протоколі роботи системи.

У системі має бути передбачена можливість діагностики відмов скорочення часу відновлення роботи системи.

Система візуалізації має бути продубльована персональним комп'ютером, що має зв'язок із шиною контролерів та основним комп'ютером.

Система має передбачати можливість «гарячої» заміни окремих компонентів АСУ ТП.

Усі завдання системи повинні функціонувати лише після встановлення користувачем відповідного запиту пароля, у тому числі на вид роботи з даними (введення даних, коригування даних таблиць, отримання вихідних форм).

Зміни даних у базі мають бути зареєстровані в момент внесення коригувань із фіксуванням користувача, дати, часу, параметрів бази даних.

Збереження інформації має забезпечуватись у разі втрати живлення системними мережевими засобами за умови наявності блоку безперебійного живлення (блоку UPS) на файл-сервері.

Процедури захисту та відновлення даних наводяться в дію та контролюються адміністратором банку даних з використанням спеціального програмного забезпечення.

Математичне, інформаційне, програмне, технічне та метрологічне забезпечення повинні забезпечити повноту реалізацій функцій системи відповідно до цього технічного завдання.

Математичне забезпечення має забезпечити:

- фільтрацію вхідних аналогових та дискретних сигналів від випадкових перешкод та хибних спрацьовувань;

- розпізнавання аварійних ситуацій;

- своєчасну видачу інформації про наближення рівня матеріалу у бункері до критичного;

- розрахунок витратних коефіцієнтів шихтових матеріалів з метою отримання заданого хімскладу агломерату у будь-який момент часу;

- оперативна зміна витрат компонентів шихти на весодозаторах при зміні завдання на продуктивність;

- регулювання витрат компонентів шихти на ваго-дозаторах у межах припустимої помилки;

- виділення оперативних та історичних трендів сигналів;

- Розрахунок виробничих показників роботи.

Інформаційне забезпечення має забезпечити:

- збереження даних при перезапуску, відмови системи;

- відновлення оперативних даних за 120 хвилин до аварії;

- історичний тренд на інтервалі 120 хвилин;

- накопичення виробничих показників за зміну, добу та збереження архівів протягом 1 місяця;

- зв'язок локальної мережі з АРМ виробництва у системі реального часу.

Системне програмне забезпечення має відповідати вимогам міжнародних стандартів та мати у своєму складі:

- мережну операційну систему реального часу;

- засоби підтримки промислової мережі;

- засоби програмування контролерів;

- засоби візуалізації процесів на операторській станції;

- засоби коригування та налагодження програмного забезпечення.

Усі частини системного забезпечення повинні бути сумісні та працювати в одному операційному середовищі.

Прикладне програмне забезпечення має забезпечити:

- роботу системи у реальному режимі часу;

- збір, обробку, відображення та накопичення даних відповідно до вимог цього технічного завдання;

- модульну розробку, налагодження та коригування програм системи.

2.3 Розробка функціональної схеми системи автоматизації завантаження доменної печі

Функціональні схеми систем автоматизації є основним технічним документом, що визначає функціонально-блочну структуру систем автоматичного керування, а також окремих вузлів контролю, керування та регулювання технологічних параметрів, а також дають повне уявлення про оснащеність об'єкта керування приладами та технічними засобами автоматизації.

Складання функціональних схем приступають після докладного вивчення об'єкта регулювання. Під час розробки функціональних схем необхідно вирішити такі питання:

- яким чином буде отримано первинну інформацію про стан технологічного процесу та обладнання стану;

- яким чином здійснюватимуться безпосередні на технологічний процес управління у ньому;

- як стабілізувати дані параметри технологічного процесу;

- як здійснити контроль та регулювання технологічних параметрів об'єкта автоматизації;

- взаємозв'язку між окремими параметрами та їх взаємний вплив один на одного.

Усі перелічені питання вирішують виходячи з аналізу технологічного устаткування виявлених законів і критеріїв управління об'єктом регулювання, та вимог, що висуваються до точності регулювання, контролю та реєстрації технологічних параметрів, якості регулювання та надійності системи

автоматичного регулювання. На рис. 2.4 наведена функціональна схема нижнього завантаження доменної печі.

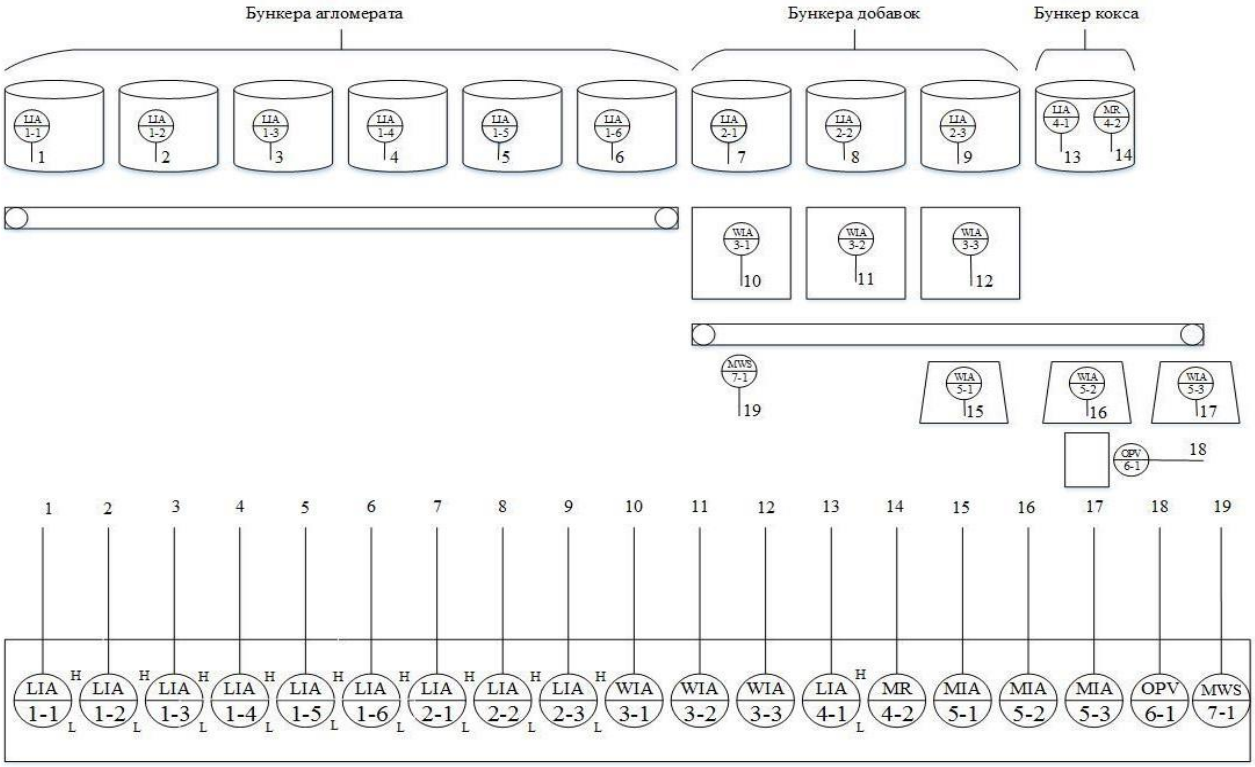


Рисунок 2.4 - Функціональна схема нижнього завантаження доменної печі

2.4 Обґрунтування та вибір структурних варіантів системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі

У сфері промислового виробництва з позицій управління можна назвати такі основні класи структур систем управління: децентралізовану, централізовану, централізовану розосереджену та ієрархічну [8].

Побудова системи з такою структурою ефективна при автоматизації технологічно незалежних об'єктів управління з матеріальних, енергетичних, інформаційних та інших ресурсів. Ця система є сукупність кількох незалежних друг від друга систем зі своєю інформаційної та алгоритмічної базою.

Для вироблення керуючого на кожний об'єкт управління важлива інформація про стан тільки цього об'єкта.

Централізована структура здійснює реалізацію всіх процесів управління об'єктами в єдиному органі управління, який здійснює збір та обробку

інформації про керовані об'єкти та на базі їх аналізу відповідно до критеріїв системи виробляє керуючі сигнали. Поява цього класу структур пов'язана із збільшенням числа контрольованих, регульованих та керованих параметрів і, як правило, з територіальною розосередженістю об'єкта управління.

Плюсами централізованої структури є досить проста реалізація процесів інформаційної взаємодії; можливість оптимального управління системою загалом; досить неважка корекція вхідних параметрів, що оперативно змінюються; можливість досягнення максимальної експлуатаційної ефективності за мінімальної надмірності технічних засобів управління.

Недоліки централізованої структури: складність забезпечення високої надійності та продуктивності технічних засобів управління задля досягнення прийнятної якості управління; висока сумарна довжина каналів зв'язку за наявності територіальної розосередженості об'єктів управління.

Основна особливість даної структури - збереження принципу централізованого управління, тобто вироблення керуючих впливів на кожен об'єкт управління на основі інформації про стан всієї сукупності об'єктів управління. Деякі функціональні пристрої системи керування є спільними для всіх каналів системи і за допомогою комутаторів підключаються до індивідуальних пристроїв каналу, утворюючи замкнутий контур керування.

Переваги такої структури: зниження вимог до продуктивності та надійності кожного центру обробки та управління без шкоди для якості управління; зниження сумарної довжини каналів зв'язку.

Недоліками системи є: ускладнення інформаційних процесів у системі управління через необхідність обміну даними між центрами обробки та управління, а також коригування інформації, що зберігається; надмірність технічних засобів, призначених для обробки інформації; складність синхронізації процесів обміну інформацією.

Зі зростанням числа завдань управління у складних системах значно збільшується обсяг переробленої інформації та підвищується складність алгоритмів управління. В результаті здійснювати управління централізовано

неможливо, оскільки має місце невідповідність між складністю керованого об'єкта та здатністю будь-якого керуючого органу отримувати та переробляти інформацію.

Крім того, в таких системах можна виділити такі групи завдань, кожна з яких характеризується відповідними вимогами за часом реакції на події, що відбуваються в керованому процесі:

а) завдання збору даних з об'єкта управління та прямого цифрового управління (час реакції – секунди, частки секунди);

б) завдання екстремального управління, пов'язані з розрахунками бажаних параметрів керованого процесу та необхідних значень уставок регуляторів, з логічними завданнями пуску та зупинки агрегатів та ін. (час реакції - секунди, хвилини);

в) завдання оптимізації та адаптивного управління процесами, техніко-економічні завдання (час реакції – кілька секунд);

г) інформаційні завдання для адміністративного управління, завдання диспетчеризації та координації в масштабах цеху, підприємства, завдання планування та ін. (час реакції – години).

Вочевидь, що ієрархія завдань управління призводить до необхідності створення ієрархічної системи засобів управління. Такий поділ, дозволяючи впоратися з інформаційними труднощами кожного місцевого органу управління, породжує необхідність узгодження прийнятих цими органами рішень, тобто створення з них нового управляючого органу. На кожному рівні має бути забезпечена максимальна відповідність характеристик технічних засобів заданому класу завдань.

Крім того, багато виробничих систем мають власну ієрархію, що виникає під впливом об'єктивних тенденцій науково-технічного прогресу, концентрації та спеціалізації виробництва, що сприяють підвищенню ефективності суспільного виробництва. Найчастіше ієрархічна структура об'єкта управління не збігається з ієрархією системи управління. Отже, із зростанням складності систем вибудовується ієрархічна піраміда управління.

Керовані процеси в складному об'єкті управління вимагають своєчасного формування правильних рішень, які б призводили до поставлених цілей, приймалися б своєчасно, були взаємно узгоджені. Кожне таке рішення потребує постановки відповідного завдання управління. Їх сукупність утворює ієрархію завдань управління, яка у ряді випадків значно складніша за ієрархію об'єкта управління [8].

Таким чином, виходячи з вимог до системи управління, вимог щодо ведення технологічного процесу та аналізу можливих структурних варіантів, АСК ТП, що модернізується, повинна бути виконана у вигляді багаторівневої, розподіленої, децентралізованої системи управління комплексом завантаження доменної печі.

2.5 Висновки до розділу 2

Розглянуто існуючу систему завантаження доменної печі. Визначено вимоги до системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі, визначено структуру АСУ ТП. Розроблено функціональну схему АСУ. Визначено та обґрунтовано структуру системи управління нижнього завантаження доменної печі як багаторівнева розподілена децентралізована система.

3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

3.1 Обґрунтування та вибір технічних засобів автоматизації

Основні проблеми при виборі технічних засобів – забезпечення високої надійності у промислових умовах (вібрація, пил, волога, температура) та розробка інтелектуального програмного забезпечення, що реалізує функції людино-машинного інтерфейсу.

Для системи автоматизації завантаження необхідно технологічне обладнання:

- вагові стрічкові дозатори на кожні вагові вирви та бункери;
- датчики рівня бункерів та вагових воронок;
- тензодатчики ваги для вимірювання маси матеріалу у вагових лійках;
- датчик потоку сипких речовин, що рухаються на стрічках конвеєрів.

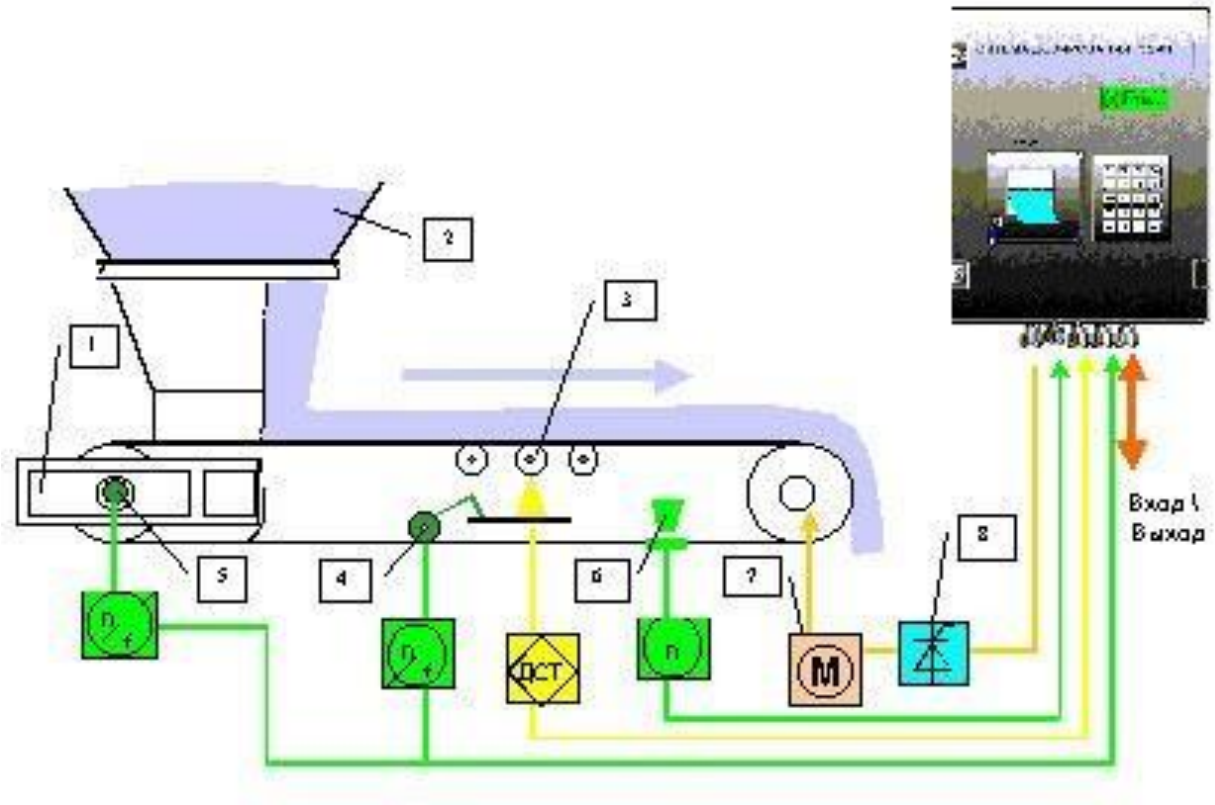
Зупинимося докладно на кожному технологічному обладнанні.

Вагові стрічкові дозатори призначені для безперервного динамічного зважування і дозування сипучих матеріалів в технологічних потоках. Дозатори застосовуються у металургійній промисловості, на підприємствах цементної, вугільної, гірничорудної, будівельних матеріалів та інших галузей промисловості.

Для системи, що модернізується, підходить дозатор ДВЛ-400. Даний дозатор є частиною комплекту обладнання в системах управління технологічними процесами, але можливе і його автономне самостійне застосування. Дозатор ДВЛ складається з вагового конвеєра, електронного приводу, мікроконтролера та функціонує за принципом безперервного зважування та дозування.

Системою управління, вимірювання та регулювання обробляються сигнали вагових навантажень на стрічку та сигнали швидкості її руху з метою підтримки необхідної витрати матеріалу. Постійне порівняння заданої

продуктивності з фактичною регулюється швидкістю руху конвеєрної стрічки [9]. Функціональна схема дозатора ДВЛ-400 наведена рис 3.1.



1 – стрічковий конвеєр; 2 – видатковий бункер; 3 - ваговий пристрій; 4 – датчик швидкості стрічки; 5 - датчик прослизання; 6 – датчик обороту стрічки; 7 – двигун приводу асинхронний; 8 – частотний перетворювач

Рисунок 3.1 – Функціональна схема ДВЛ-400

На рис. 3.2 наведено структуру системи керування дозаторами.

У комплект цієї системи входить дозатори вагові стрічкові безперервної дії ДВЛ-400-14 шт., у складі:

- шафа управління ШУ-3 шт.;
- контролер Simatic S7-300, CPU 314-2DP;
- модулі дискретного введення-виводу;
- блоки живлення: SIMATIC S7-300 PS 307 та SITOP POWER;
- ваговимірювальні модулі SIWAREX U;
- панель оператора OP-77B;
- перетворювачі частоти для управління швидкістю електроприводів дозаторів.

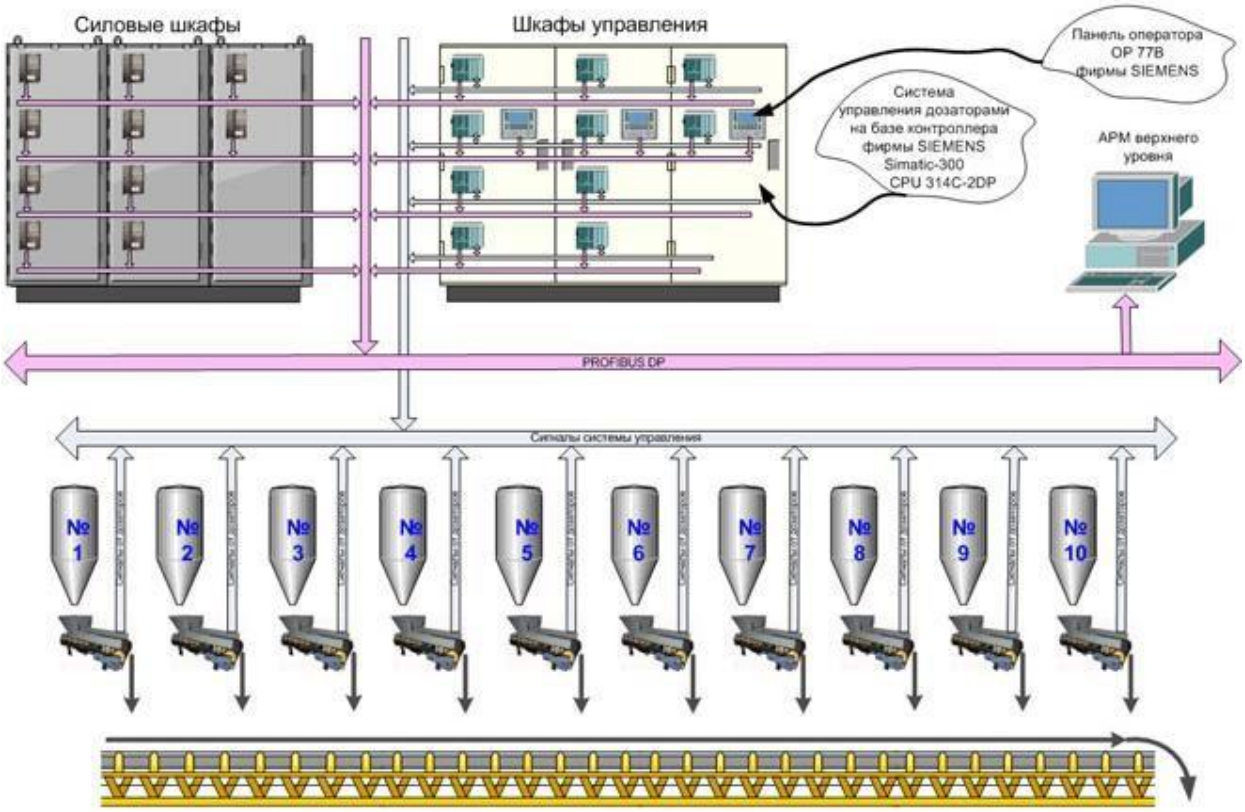


Рисунок 3.2 – Структура системи керування дозаторами

Для вимірювання рівня матеріалу у бункерах використовуємо датчики рівня ДНЕ-4Н. Моноблочні ємнісні датчики рівня ДНІ застосовуються для контролю та вимірювання рівня сипких та рідких речовин. Ці датчики вимірюють рівень, а також контролюють його максимальне та мінімальне значення.

Датчики ДНЕ зазвичай встановлюються на верхній поверхні резервуарів і крім формування аналогового вихідного сигналу (струмова петля), вони видають і порогові сигнали контролю верхнього і нижнього рівня. Зовнішній вигляд та спосіб застосування датчика наведено на рисунках 3.3 та 3.4 [10].

Ємнісні датчики ДНЕ дозволяють заміряти рівень у резервуарах висотою до 30 м. Вибір датчиків серії ДНЕ залежить від властивостей контрольованого середовища, а довжина та вид чутливого елемента датчика залежить від особливостей резервуара [10].

Технічні характеристики занурювальних датчиків рівня ДНЕ-4Н наведено у таблиці 3.1.

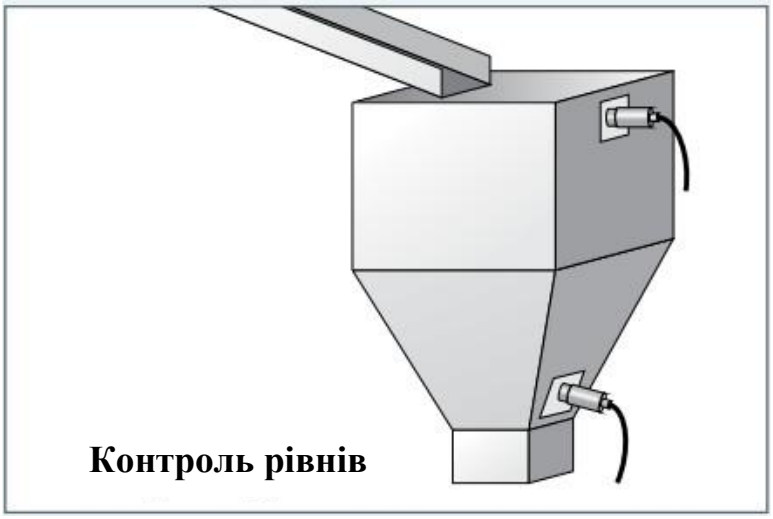


Рисунок 3.3 – Спосіб підключення ємнісного датчика рівня ДНЕ-4Н



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд датчик уровня ДНЕ-4Н

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики датчиків рівня ДНЕ-4Н

Параметр	Значення
Номінальна напруга живлення = 24 В	
Струм споживання < 60 мА	
Аналоговий вихідний сигнал вибирається	
перемикачем 0...20 мА / 4...20 мА	

Опір навантаження 0...700 Ом	
Час відгуку на виміряне	
значення рівня 1,0 с	
Похибка виміру < 5%	
Ступінь захисту згідно з ГОСТ 14254 IP67	
Температура навколишнього середовища -40...+60°С	
Температура вимірюваного середовища -55...+150°С	
Робочий тиск вимірюваного середовища ≤ 20 атм	
Матеріал корпусу Алюміній	
Матеріал ЧЕ сталь 12Х18Н10Т сталь 45	
Матеріал ізоляції ЧЕ Фторопласт	

Для вимірювання ваги матеріалів, що завантажуються у вагові вирви використовуються тензодатчики – це основний ваговимірювальний елемент, який застосовується практично у всіх типах вагового обладнання.

Саме від тензодатчика безпосередньо залежить точність та швидкість вимірювань ваги. На рис. 3.5 наведено зовнішній вигляд тензодатчика CAS SBA-1 [11].



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд тензодатчика CAS SBA-1

Технічні характеристики тензодатчика SBA-1 наведено у таблиці 3.2.

Для визначення наявності матеріалу на конвеєрній стрічці застосовується мікрохвильовий датчик наявності/відсутності потоку твердих сипких матеріалів MWS-DP-3, зовнішній вигляд якого наведено на рис. 3.6.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики тензодатчика SBA-1

Найменування	SBA-1
Найбільша межа зважування	50кг, 100кг, 200кг,500кг, 1, 2, 5т
Робочий коефіцієнт передачі (РКП), мВ/В	3±0,3
Діапазон значення нуля, мВ/В	0±0,03
Клас точності	С3 (OIML)
Сумарна помилка, %	0,02
Повторюваність, %	0,01
Повзучість (30 хв.), %	0,017
Температурний дрейф %/10°С	
Нуля	0,014
Сигналу	0,011
Напруга збудження,	
Рекомендована	10
Максимальна	15
Опір, Ом	
Вхідний	400 ± 25
Вихідний	350 ± 3,5
Ізоляції	>2000
Безпечне навантаження, % НПВ	150
Діапазон температур, що компенсується, °С	-10 до +40
Робочий діапазон температур, ° С	-30 до +80



Рисунок 3.6 – Мікрохвильовий датчик наявності/відсутності потоку твердих сипких матеріалів MWS-DP-3

Датчик MWS-DP-3 є мікрохвильовим безконтактним датчиком наявності руху твердого тіла, принцип дії якого заснований на ефекті Доплера. Даний датчик має такі особливості:

- функцію уникнення зайвих вхідних сигналів, таких як сигнали від стінок вібруючих труб або конвеєра та покращує відношення сигнал / шум;

- вбудований індикатор рівня сигналу;

- потужність відбитого сигналу відображається на вбудованому багаторозрядному індикаторі чутливості, що дозволяє полегшити налаштування та технічне обслуговування датчика;

-вибір режиму виявлення (наявність або відсутність потоку матеріалу).

Технічні характеристики даного датчика представлені таблиці 3.3 [12].

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики мікрохвильового датчика наявності/відсутності потоку твердих сипучих матеріалів MWS-DP-3

Тип	MWS-DP-3	MWS-DP-3-24
Метод виявлення	принцип Доплера	
Джерело живлення	AC100 ~ 120V або AC200 ~ 240В ± 10%, 50/60Гц	DC24V ± 10%
Потужність	2 Вт	
Робоча відстань	1500 мм	
Частота та потужність випромінювання	24GHz, 10мВт	

Для вимірювання вологість коксу застосовано потоковий вологомір МИКРОРАДАР-113AN. Поточний НВЧ-вологомір МІКРОРАДАР-113AN призначений для безперервного вимірювання вологості вугілля, піску, глинозему, концентратів мінеральних солей та інших високо абразивних матеріалів у транспортних потоках на стрічкових конвеєрах в умовах агресивних середовищ та нестабільних за потужністю потоків. Прилад виконаний із стійких до стирання та корозії матеріалів, має шину зв'язку з комп'ютером та керується мікропроцесором. Простота градуювання та обслуговування забезпечується ясним та зручним інтерфейсом. Принцип дії вологоміра заснований на вимірі величини поглинання НВЧ енергії вологим матеріалом і перетворення цієї величини цифровий код, відповідний вологості матеріалу. Вологомір забезпечує автоматичну корекцію результатів

вимірювання при зміні температури матеріалу, має струмовий вихід та послідовний канал зв'язку з ЕОМ RS485. Сигнал сенсорів надходить у мікропроцесорний блок обробки, в якому відбувається обчислення вологості. Величина вологості показується на індикаторному табло мікропроцесорного блоку і перетворюється на аналогові виходи 4-20 мА та 0-5 В. По каналу RS485 вологість, температура та сигнали сенсорів можуть передаватися на комп'ютер. У комплект приладу входить програма накопичення та відображення вологості у реальному масштабі часу, що дозволяє записувати на комп'ютер, спостерігати, зберігати та друкувати інформацію про вологість за будь-який період часу. Точність вимірювання вологості від 0,15% до 1% залежно від діапазону вологості, з урахуванням похибки пробовідбору та похибки вимірювання вологості стандартним методом, наприклад, сушінням у сушильній шафі [13]. Загальний вигляд вологоміра наведено на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Загальний вигляд потокового вологоміру МІКРОРАДАР-113AN

Прилад являє собою мікрохвильовий вологомір, побудований на основі техніки сантиметрового діапазону хвиль, що забезпечує надзвичайно низьку чутливість приладу до температури матеріалу та вмісту солей. Принцип дії вологоміра заснований на вимірі величини поглинання мікрохвильової енергії

вологим матеріалом перетворення цієї величини на цифровий код з використанням сучасної мікропроцесорної техніки. Його основні технічні характеристики представлені таблиці 3.4 [14].

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики вологоміру МІКРОРАДАР-113AN

Уніфікований аналоговий вихід	Струм (4 … 20; 0-5; 0-20) мА
Здатність навантаження струмового виходу, Ом	< 500
Канал зв'язку з ЕОМ	RS485
Час встановлення робочого режиму	не більше 20 хв.
Режим роботи	безперервний
Напруга живлення	220В (+22 В…-33В)
Споживана потужність	50В*А
Габаритні розміри блоку перетворення	255*180*90 мм
Маса блоку перетворення	не більше 1,0 кг
Габаритні розміри блоку індикації	130*130*75 мм
Маса блоку індикації	не більше 0,5 кг
Габаритні розміри блоку сенсора	175*234*274 мм
Маса блоку сенсора	не більше 6,0 кг
Видалення блоку сенсора від блоку перетворення	не більше 25 м
Видалення блоку перетворення від блоку індикації	трохи більше 100 м
Виконання корпусів блоків	IPI54

Перелік вхідних та вихідних сигналів системи АСУ ТП представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Перелік вхідних та вихідних сигналів АСУ ТП

Найменування та призначення сигналу	Тип сигналу	Примітка
Конвеєр агломерату лівої сторони		
Стан конвеєра (роб./не роб.) Звукова сигналізація Датчик швидкості конвеєра	дискретний дискретний аналоговий	
Конвеєр домішок левої сторони		
Стан конвеєра (роб./не роб.) Звукова сигналізація Датчик швидкості ковеєра Датчик наявності матеріалу Управління (вкл./відкл.)	дискретний дискретний аналоговий дискретний дискретний	
Конвеєр агломерату правої сторони		
Стан конвеєра (роб./не роб.) Сигналізація аварій конвеєра Звукова сигналізація Управління (вкл./відкл.) Датчик швидкості ковеєра	дискретний дискретний дискретний дискретний аналоговий	
Конвеєр домішок правої сторони		
Стан конвеєра (роб./не роб.) Сигналізація аварій конвеєра Звукова сигналізація Управління (вкл./відкл.) Датчик швидкості ковеєра Датчик наявності матеріалу	дискретний дискретний дискретний дискретний аналоговий дискретний	
Стан бункерів		
Для кожного із бункерів: Стан: Бункер (роб./не роб.) Вибір бункера (вибраний/не вибраний) Верхній рівень в бункері Нижній рівень в бункері	 дискретний дискретний дискретний дискретний	 На кожен бункер та живильник
Гуркіти:		
Робота Індикація аварії гуркіта Сигнализація роботи	дискретний дискретний дискретний	На кожен гуркіт
Скіпи*:*		
Робота Індикація аварії скіпу Сигнализація роботи	дискретний дискретний дискретний	
Вагові воронки (додаток, агломерату, коксу)		

Вагова вирва (раб./не раб.) Вибір вагової вирви Верхній рівень у ваговій вирві Нижній рівень у ваговій вирві	дискретний дискретний дискретний дискретний	На кожну вагову воронку та живильники
Зонди:		
Робота Сигналізація заповненості шихти в доменній печі	дискретний дискретний	

Загальна кількість сигналів, що обробляються системою, складає: аналогових сигналів – 18; дискретних сигналів – 148.

Для розробки системи дозування шихти основним пристроєм, що управляє, був обраний модульний програмований контролер SIMATIC S7-300 (рис. 3.8). Цей контролер був обраний тому, що має ряд переваг:

- модульний програмований контролер для вирішення задач автоматизації різного рівня складності;

- широкий спектр модулів для максимальної адаптації до вирішення будь-якого завдання;

- можливість використання розподілених структур введення-виведення та просте включення до різних типів промислових мереж;

- зручна для обслуговування конструкція та робота з природним охолодженням;

- вільне нарощування можливостей під час модернізації системи;

- висока потужність завдяки великій кількості вбудованих функцій. SIMATIC S7-300C.



Рисунок 3.8 - Модульний програмований контролер SIMATIC S7-300

Ефективному застосуванню контролерів сприяє можливість використання кількох типів центральних процесорів різної продуктивності, наявність широкої гами модулів вводу-виводу дискретних та аналогових сигналів, функціональних модулів та комунікаційних процесорів.

Області застосування SIMATIC S7-300/S7-300C охоплюють:

- автоматизацію машин спеціального призначення;

- автоматизацію текстильних та пакувальних машин;

- автоматизацію машинобудівного обладнання;

- автоматизацію обладнання для виробництва технічних засобів керування та електротехнічної апаратури;

- побудова систем автоматичного регулювання та позиціонування; автоматизовані вимірювальні установки та інші.

Центральні процесори S7-300C оснащені набором вбудованих входів та виходів, а також набором вбудованих функцій, що дозволяє застосовувати ці процесори як готові блоки управління. SIPLUS S7-300 є ідеальним виробом для експлуатації у важких промислових умовах, що відрізняються сильним впливом вібрації та тряски, підвищеної вологості, широким діапазоном робочих температур. Він здатний керувати роботою: світлофорів та систем управління рухом; очисних споруд; холодильних установок; спеціальних транспортних засобів; рухомого складу; будівельних машин і т.д. Програмовані контролери SIMATIC S7-300F у поєднанні зі станціями розподіленого вводу-виводу SIMATIC ET 200S PROFIsafe та SIMATIC ET 200M, оснащеними F-модулями, дозволяють створювати розподілені системи автоматики безпеки (F-системи), в яких виникнення аварійних ситуацій обслуговуючого персоналу та загрози для навколишнього природного середовища. На основі розподілених структур можуть створюватися системи, що відповідають вимогам безпеки рівнів SIL 1...SIL 3 стандартів IEC/EN 61508, а також категорій 1...4 стандарту EN 954-1. Такі системи знаходять застосування в автомобільній промисловості, машино- та верстатобудуванні; для керування конвеєрами; у обробній промисловості; у системах керування

пасажирським транспортом; у системах матеріально-технічного забезпечення тощо [13].

Специфікацію апаратно-програмних засобів для АСУ ТП нижнього завантаження наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Специфікація апаратно-програмних засобів для АСК ТП нижнього завантаження

Найменування	Позначення	Кіл-ть
Комплект контролерів		
Блок живлення PS-307-1E ~230V/24V/5A	6ES7307-1EA00-0AA0	2
CPU315-2DP робоча пам’ять 64Kbyte	6ES7315-2AF83-0AB0	4
FERPROM пам’ять 64Kbyte	6ES7951-0KF00-0AA0	4
CPU314 робоча пам’ять 24Kbyte	6ES7314-1AF04-0AB0	10
FERPROM пам’ять 32Kbyte	6ES7951-0KE00-0AA0	10
Акумулятор для CPU-315-2DP	6ES7971-5BB00-0AA0	4
Модуль введення аналогових сигналів 8 входов, AI8*12Bit	6ES7331-7KF01-0AB0	2
Модуль виведення аналогових сигналів 4 выхода AO4*16Bit	6ES7332-7ND00-0AB0	2
Модуль введення дискретних сигналів DI32*DC24V	6ES7321-1BL00-0AA0	5
Модуль виведення дискретних сигналів DO8*DC24V	6ES7322-1BF01-0AA0	2
Панель оператора OP77-B	6AV6641-0CA01-0AX1	1
Панель оператора TP-177B	6AV3627-1LK00-1AX0	1
Інтерфейсний модуль IM365	6ES7365-0BA01-0AA0	2
Інтерфейсний модуль IM360	6ES7360-3AA01-0AA0	3

3.2 Оцінка метрологічних характеристик системи автоматизації завантаження доменної печі

Контрольовані параметри:

- рівень матеріалу у бункерах;

- маса матеріалу у вагових воронках;

- швидкість стрічки конвеєрів;

- наявність добавок на конвеєрах;

- наявність скіпів під ваговими воронками;

- сигналізація зондів;

- вологість коксу.

Контроль вищезазначених параметрів здійснюється засобами вимірювання (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Засоби вимірювання параметрів технологічного процесу

Найменування параметру	Значення параметру	Тип засобу вимірювання	Діапазон вимірювання	Клас точності ЗВ
Рівень матеріалу у бункерах	0.25-0.75	Датчик рівня ДНЕ-4Н	25%-75%	0,5
Маса матеріалу у вагових вирвах	10 – 20 т	ТензодатчикCAS SBA-1	10т.-20т.	0,5
Наявність домішок на конвеєрах	-	Мікрохвильовий датчикMWS-DP-3	-	0,5
Вологість коксу	0.03-0.15	Вологомір МИКРОРАДАР-113AN	3%-15%	0,5

3.3 Розробка інтерфейсу системи автоматизації нижнього завантаження доменної печі

Диспетчерське управління та збір даних (SCADA) є основним і в даний час залишається найбільш перспективним методом автоматизованого управління складними динамічними процесами у життєво важливих та критичних точках зору безпеки та надійності областях. SCADA - це програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збирання, обробки, відображення та архівування

інформації про об'єкт моніторингу або керування. SCADA може бути частиною АСК ТП.

Для розробки інтерфейсу системи нижнього завантаження доменної печі пропонується використовувати WinCC - систему HMI, що є програмне забезпечення створення людино- машинного інтерфейсу. Воно є складовою сімейства систем автоматизації Simatic, які виробляються компанією Siemens AG.

Вимоги до функцій підсистеми «Завантаження».

Ця функція виконує такі завдання: контроль роботи устаткування подачі шихтових матеріалів бункера. Проводиться опитування датчиків дискретних сигналів. Формуються таблиці стану конвеєрів за такими пунктами: у ремонті; у роботі; становище конвеєра; напрямок руху стрічки конвеєра.

Дані будуть записуватися в базу даних і на запит оператора відображатися на екрані операторської станції або видаватися на друк у формі звіту. Якщо якийсь конвеєр перебуває у крайньому положенні, формується аварійне повідомлення. Якщо йде завантаження матеріалу в бункер, а сигнал положення відповідного конвеєра відсутній, то буде фіксуватися аварійний стан.

У процесі переміщення конвеєрів до будь-якого бункеру контролюється наявність сигналів датчиків положення, що зустрічаються на шляху. У разі відсутності будь-якого сигналу формується повідомлення про аварійний стан.

Режим роботи вагових воронок та бункерів визначається за такими пунктами: у ремонті; у роботі; порожній; завантажується; працює вагодозатор.

Дані можуть бути представлені на екрані операторської станції на запит дозувальника.

Сигналізація аварійних станів: конвеєр перебувають у крайньому положенні; матеріал завантажується у вагову воронку, а відповідний сигнал положення конвеєра відсутній; при русі конвеєра над датчиком положення з нього не надійшов сигнал; надійшов сигнал верхнього рівня матеріалу у ваговій воронці або бункері; відсутній матеріал на виході будь-якого

вагодозатора; будь-який вагодозатор не справляється із заданою витратою більш ніж на 5%; група бункерів не справляється із заданою витратою більш як на 5%.

Усі аварійні ситуації негайно супроводжуватиметься звуковою сигналізацією з одночасною видачею повідомлення на екран операторської станції. Система протоколює всі аварійні повідомлення та реакцію на них системи чи оператора. Архів зберігається протягом місяця.

Підсистема «Завантаження» фіксуватиме роботу конвеєрів, а також положення затворів; реєструватиму всі аварійні стани обладнання; фіксуватиме всі зміни завдань на завантаження вагових воронок компонентами шихти, зроблені оператором або самою системою. На запит оператора ці дані можуть бути видані на друк у вигляді протоколу.

Розрахунок ваги матеріалу, що завантажується у вагові воронки та бункера. Безперервно повинні опитуватися аналогові сигнали з ваговимірювачів конвеєрів. За таблицею стану обладнання визначається, яка вагова воронка в даний момент завантажується. Розраховується вага матеріалу, що завантажується у вагову воронку або бункер.

Стеження та контроль нижнього та верхнього рівнів матеріалу в бункері та ваговій воронці. Залишок матеріалу в бункері розраховуватиметься на підставі даних про вагу матеріалу, завантаженого в бункер і вагу матеріалу, що пройшов через дозатор. Нижнім рівнем матеріалу в бункері вважається ситуація, коли він заповнений на 25% свого обсягу (визначається розрахунковим шляхом). Заповненим бункером вважається, якщо згідно з розрахунком бункер заповнений на 75% від свого обсягу. Кожна з цих ситуацій фіксуватиметься системою. Формується повідомлення про аварійний стан бункера.

Подання інформації оператору здійснюватиметься за такими параметрами: подання інформації щодо роботи обладнання ділянки; становище всіх конвеєрів та затворів; показується, у які бункера в даний

момент завантажується матеріал із зазначенням швидкості завантаження в т/год. Обладнання, що знаходиться в ремонті, виділяється блідим кольором.

За запитом дозувальника на екран операторської станції повинен виводитись план ділянки шихтових бункерів із зазначенням обладнання, що знаходиться в роботі. Контрастним кольором виділяються резервні бункери. Обладнання, що знаходиться в ремонті, виділяється блідим кольором. Показуватиметься загальна продуктивність кожного ланцюжка та окремо за компонентами в т/год.

Для отримання більш детальної інформації на екран операторської станції виводиться схема кожного ланцюжка окремо, на якій вказуються поточні завдання та фактичні витрати на кожному вагодозаторі, показується помилка дозування. Відображається рівень матеріалу в бункері із зазначенням меж між різними партіями.

За запитом оператора на екран операторської станції має виводитись статистична інформація у вигляді графіків:

- швидкість завантаження матеріалів у бункери;

- фактичні витрати на дозаторах та групах дозаторів із зазначенням заданих витрат;

- помилки дозування бункерами з відображенням моменту введення нового завдання;

- коливання загальної продуктивності шихтового відділення та кожного ланцюжка із зазначенням завдання;

- тимчасова діаграма простоїв кожного ланцюжка;

Проводитиметься безперервне опитування аналогових сигналів з ваговимірювачів. Фактична витрата буде порівнюватися із заданим і у разі їх розбіжності керуючий вплив коригується. Ці таблиці задаються окремо на кожен вагодозатор залежно від максимальної продуктивності і виду матеріалу в бункері. У процесі роботи вагодозаторів система за допомогою спеціальних тестів редагує таблиці. Це дозволяє адаптувати процес регулювання до умов роботи вагодозаторів, що постійно змінюються. Якщо це не допомагатиме -

вводиться в роботу резервний бункер. Якщо резервного бункеру немає – на «слабкий» вагодозатор задається поправка, що дорівнює різниці між заданою і фактичною продуктивностями і дається команда на перерахунок. Якщо на будь-якій групі бункерів відхилення від заданої продуктивності більше допустимого і ніяким способом не вдається досягти необхідної продуктивності, відповідний ланцюжок відключається.

У системі має бути передбачено збереження оперативних даних про виробництво та історичні тренди сигналів. Дані зберігаються на сервері бази даних. Тривалість зберігання даних щонайменше 1 рік. Дані попереднього року записуються на носій та зберігаються. Повинні бути передбачені засоби відновлення та роботи з архівними даними.

Для доступу до об'єктів введення та стеження в нижній частині екрана ПК буде розташоване основне меню з кнопками.

Кнопкою «Завантаження» здійснюватиметься управління всіма механізмами шихтоподачі.

При натисканні на обраний механізм буде відкриватися меню, в якому можна:

- виключити механізм із роботи, при цьому на зображенні механізму з'являється хрест червоного кольору, якщо механізм в автоматичному управлінні та хрест чорного, якщо виборець управління вимкнено або включено місцеве управління;

- вибрати дистанційний режим управління («Включити-вимкнути ДУ»); в автоматичному режимі механізм включається за програмою незалежно від оператора, у дистанційному – за командою оператора, яка реалізується натисканням на кнопки, що з'являються в цьому режимі, якщо включення не заборонено блокуванням;

- переглянути аварійні та інші повідомлення даного механізму;

- перейти у вікно встановлення завдань для механізму.

Якщо механізм увімкнено, то він або індикатор стану біля нього фарбується зеленим кольором, якщо вимкнено – сірим, якщо попередження – жовтим, якщо аварія – червоним.

Поряд з агломераційними воронками будуть розташовані вікна «Скіп» та «Подача», які відповідають виконанню програми завантаження. Там же знаходяться матриці видачі завдання пошарового завантаження агломераційних воронок. Порядок завантаження в матриці встановлено знизу нагору, тобто нижній шар буде завантажено першим. Завдання виду матеріалу, що завантажується і ваги здійснюється клацанням миші в клітці на перетині матеріалу і ваги (рисунок 3.9).

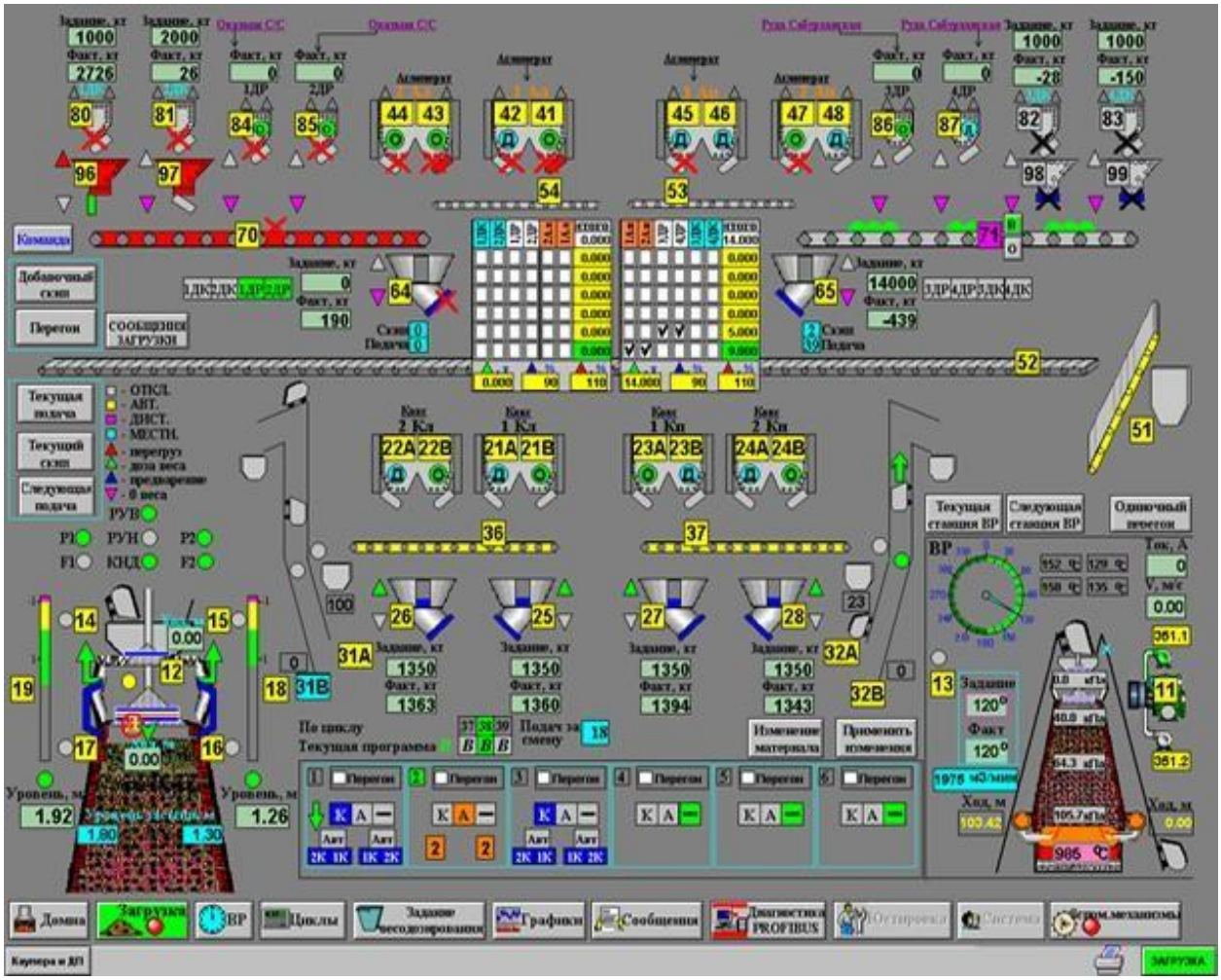


Рисунок 3.9 - Робоче вікно SCADA-системи завантаження доменної печі

Бункери агломерату розташовані у верхній частині форми. У верхній частині бункерів показано номери гуркотів 41-48. При натисканні на гуркіті повинно відкриватися меню, що дозволяє вибрати режим:

- «Основний» – включити гуркіт як основний. Позначається буквою "О" на зеленому тлі. При цьому гуркіт працює до досягнення попередньої ваги.

- «Досипка» – увімкнути гуркіт у режимі досипання. Позначається буквою «Д» на блакитному тлі. При цьому гуркіт працює до досягнення ваги. Цей режим можливий лише за внесення змін до роботи релейної схеми управління.

Бункери коксових добавок 1Дк…4Дк та бункери рудних добавок 1Др…4Др розташовані у верхній частині форми. Над бункерами розташовані написи, що визначають матеріал добавки, який встановлюється автоматично сигналом, що надходить від системи верхнього завантаження.

У верхній частині бункерів добавок показані номери живильників 80-87.

Під бункерами коксових добавок показані вагові воронки добавок з номерами затворів 96…99. При натисканні на затворі добавки буде відкриватися меню, що дозволяє:

- виключення із роботи затвору. При цьому на позначенні затвора з'являється червоний хрест;

- робота із відкритим затвором. Цей режим дозволяє використовувати живильники коксових добавок як грохоти агломерату. Затвор добавки при цьому залишається відкритим (на екрані встановлюється вертикальне положення зеленого кольору).

Конвеєри збирання дрібниці агломерату 51-54 та конвеєри збирання дрібниці коксу 36 та 37. При роботі конвеєрів імітується рух матеріалу.

У вікні SCADA системи завантаження доменної печі має выдображатися стан наступних механізмів:

- ВР – завдання на роботу («Завдання») та фактично відпрацьований кут («Факт»);

- головний підйом;

- конуси малий та великий;

- зонди лівий і правий із зазначенням їх положення, рівня шихти та рівня засипу;

- стан газовідвідних клапанів (відкритий підсвічується зеленим кольором);

- лампи РУВ, РУН, КНД, Р, F;

- кнопка «Перегони»;

- кнопка «Додатковий скіп»;

- напис «За циклом», «Програма А (Б, В)».

- програма (А, Б або В), що знаходиться під зображенням печі;

- поточна подача;

- інформаційне вікно «Подача»;

- кнопка «Одиночний перегін» – можливість перегнати один скіп;

- кнопка «Поточна подача» – можливість змінити номер поточної подачі;

- кнопка «Наступна подача» – можливість змінити номер наступної подачі;

- кнопка «Поточний скіп» – можливість змінити номер поточного скіпу;

- кнопка «Поточна станція ВР» - можливість змінити номер поточної ВР станції;

- кнопка «Наступна ВР станція» – можливість змінити номер наступної ВР станції;

- вікно «Рідке мастило» – можливість змінити режим «Основний-Резервний» або вивести з роботи;

На рис. 3.10 показано нижнє завантаження з бункерами агломерату, коксу, окатишів і руди. Під бункерами добавок присутні вагові воронки для дозування добавок, які надалі висипаються з конвеєра в загальну вагову воронку разом з коксом. У верхніх бункерах відсоток позначає заповненість їх шихтою, на нижніх вагових воронках позначено межу ваги для кожної з них, а для вагових воронок коксу і добавок додано функцію розрахунку відсотка вологості матеріалу.

Робота кожного механізму системи завантаження буде можлива у трьох режимах:

- АВТ – в автоматичному (вибір управління механізму положенні АВТ), від програми управління завантаженням. При цьому номер механізму підсвічуватиметься жовтим кольором;

- ДИСТ – у дистанційному (вибір керування механізму в положенні ДИСТ), що дозволяє вмикати та вимикати механізм із форми керування «Завантаження», використовуючи кнопки, які присутні на екрані в цьому режимі. При цьому номер механізму підсвічуватиметься бузковим кольором;

- РУЧ – у ручному (вибір управління в положенні РУЧ), що дозволяє керувати механізмом за допомогою органів місцевого управління в обхід блокувань. При цьому номер механізму підсвічуватиметься блакитним кольором.

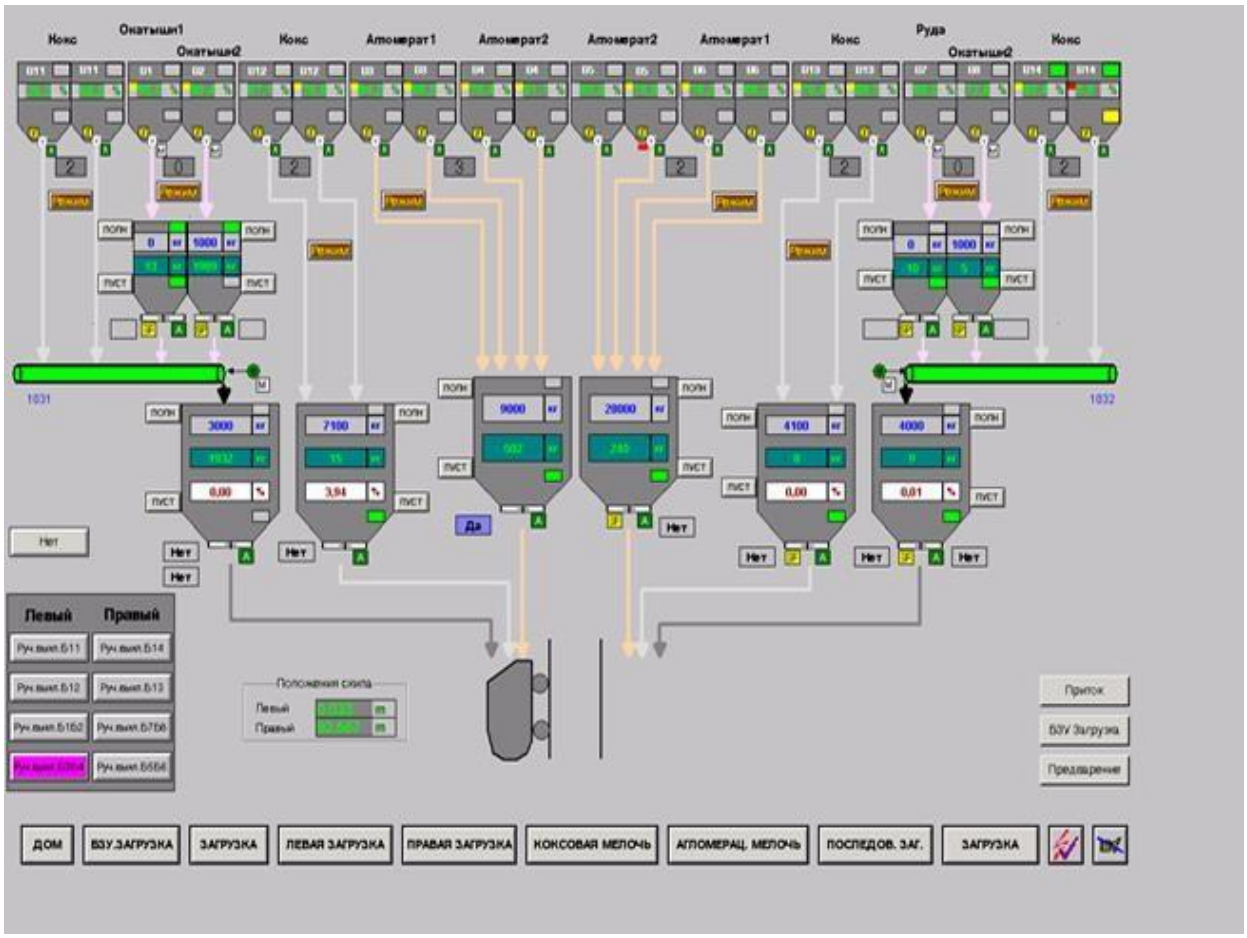


Рисунок 3.10 - Робоче вікно системи нижнього завантаження

Увімкнення системи завантаження має здійснюватися послідовним включенням непрацюючих механізмів завантаження.

Для включення механізму у роботу необхідно:

- встановити режим керування механізмом у положення АВТ;

- зібрати нульову схему, якщо механізм її має;

- натиснути кнопку «РЕСТАРТ», при цьому на механізмі повинен бути червоний колір;

- скасувати виключення механізму роботи.

Для перегону скіпу необхідно натиснути на кнопку «Перегони». У вікні вибрати вид перегону, після чого відбудеться перегін.

Для одиночного перегону скіпу можна скористатися кнопкою «Одиночний перегін».

Для зміни рівня засипу необхідно натиснути кнопку «Рівень засипу». У вікні встановити «Загальний» або «Роздільні» рівні засипу для різних подач. «Коксова», «Агломераційна» або «Класична» подачі визначаються автоматично.

Для замовлення додаткового скіпу необхідно натиснути кнопку «Додатковий скіп». У вікні вибрати матеріал додаткового скіпу і спостерігати появу напису «ТАК» - додатковий агломерат або «ДК» - додатковий кокс у вікні «Поточна подача».

Для оперативного виключення механізму з роботи необхідно натиснути на зображення механізму. У вікні, що відкрилося, натиснути кнопку «Виключити». При цьому поруч із кнопкою з'явиться покажчик, на зображенні механізму – хрест.

Для тривалого виключення механізму роботи (при цьому відключаються нульові або лінійні контактори) необхідно встановити вибір управління механізму в положення «Відключено». Натиснути кнопку «Рестарт» та переконатися, що зображення механізму або кружок поруч із ним не пофарбовано у червоний колір. В іншому випадку необхідно усунути

несправність механізму, вказану у верхній частині екрана або у вікні «Повідомлення».

3.4 Розробка алгоритму роботи АСУ нижнього завантаження доменної печі

Для складання програми, призначеної для розв'язання на ЕОМ будь-якої задачі, розробляється алгоритм її розв'язання — точного розпорядження, яке визначить процес, що веде від початкових даних до необхідного кінцевого результату.

Алгоритм - припис, що однозначно задає процес перетворення вихідної інформації у вигляді послідовності елементарних дискретних кроків, що приводять за кінцеве число їх застосувань до результату. Стосовно ЕОМ алгоритм визначає обчислювальний процес, що починається з обробки деякої сукупності можливих вихідних даних і спрямований на отримання певних вихідних даних результатів. Термін обчислювальний процес поширюється і обробку інших видів інформації, наприклад, символьної, графічної чи звукової. Алгоритм роботи АСУ нижнього завантаження представлений на рис. 3.11.

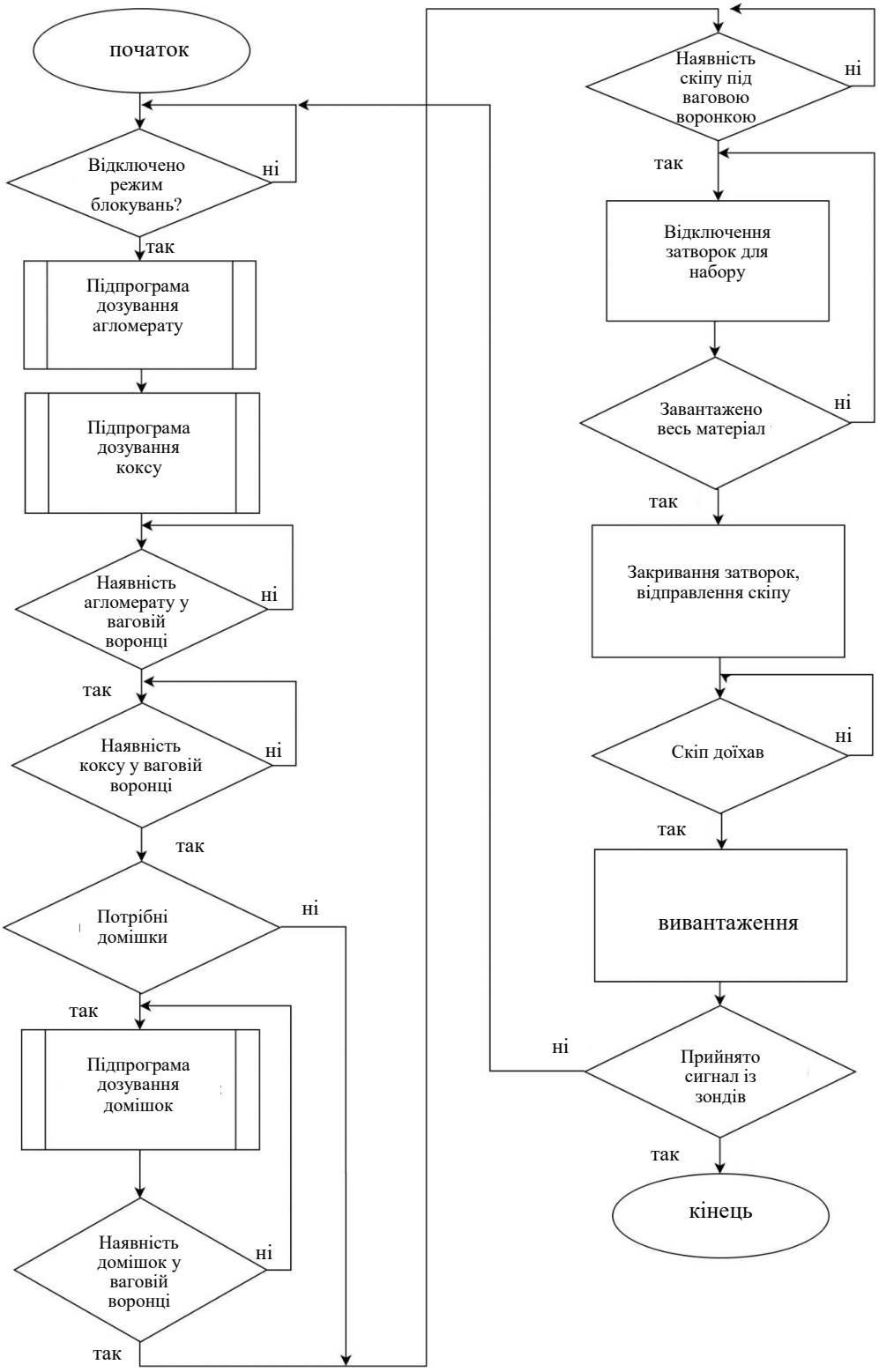


Рисунок 3.11 – Алгоритм роботи системи нижнього завантаження

У даному алгоритмі представлено точний розпорядження процесів для складання програми для нижнього завантаження. У першій умові визначається, чи відключено блокування. Далі йдуть підпрограми дозування агломерату та коксу, потім умови наявності їх у вагових воронках, а потім

умови, чи потрібні добавки. Якщо вони потрібні, то відповідно йде підпрограма дозування добавок, якщо ні, то відразу відбувається перехід до умови наявності скіпу під ваговими воронками.

І якщо скіп є під ними, то йде набір та відправлення скіпу на колошник. Як тільки відбулося вивантаження матеріалу перевіряється умова із зондів, а саме чи подали вони сигнал про заповненість доменної печі, якщо так, то процес нижнього завантаження закінчується, якщо ні, то починається все спочатку.

Нижче представлені підпрограми для дозування агломерату, коксу та добавок (рис. 3.12). У підпрограмі для дозування агломерату та коксу перевіряється умова наявності матеріалу в бункерах, потім йде завдання на відкриття затворок, роботу грохотів та конвеєрів, дрібниця йде на переробку.

Далі перевіряється умова, чи набрана задана кількість матеріалу у ваговій лійці, якщо умова задовольняється, далі йде дія на закриття затворок і відключення конвеєрів і гуркотів. У підпрограмі дозування добавок все аналогічно, тільки додається умова наявності матеріалу на стрічці конвеєра, а потім його відключення та закриття затворів, якщо матеріалу на стрічці немає.

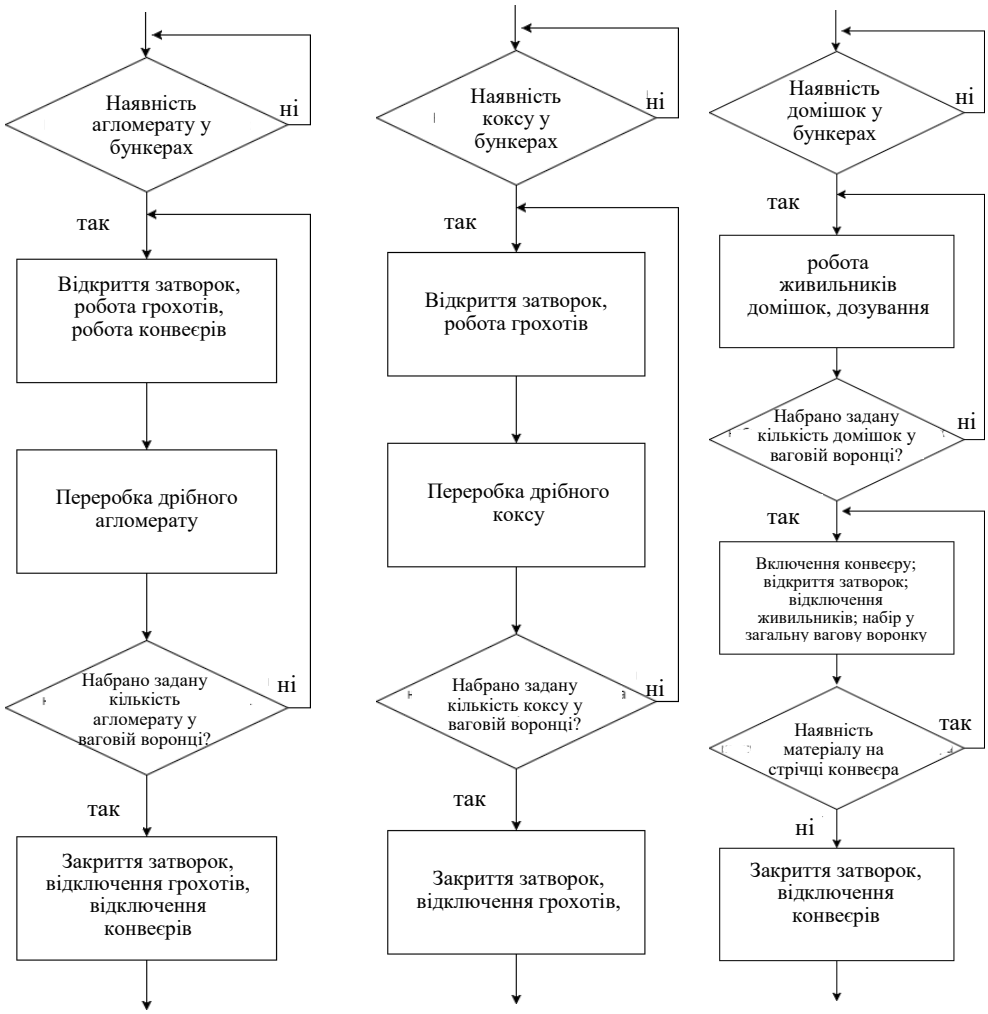


Рисунок 3.12 – Підпрограма дозування агломерату, коксу та домішок

3.5 Висновки до розділу

Зроблено вибір та обґрунтування технічних засобів для автоматизації системи нижнього завантаження, визначено перелік сигналів АСУ ТП нижнього завантаження. Для розробки системи вибрано основний керуючий пристрій, підібрано специфікацію апаратно-програмних засобів. Розроблено інтерфейс системи автоматизації, алгоритм роботи системи нижнього завантаження, а також визначено параметри, що контролюються при нижньому завантаженні доменної печі.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ НИЖНЬОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

4.1 Структура програмного забезпечення системи

Управління та стеження за процесом завантаження доменної печі та шихтоподачі пропонується здійснюється за допомогою трьох персональних комп'ютерів, один з яких встановлений у приміщенні машиніста шихтоподачі, інші – на посту управління. Підготовка даних та управління може здійснюватися одночасно лише від одного з комп'ютерів, стеження – з усіх.

Управління полягає у введенні в персональний комп'ютер за допомогою миші та клавіатури даних (параметрів), використовуючи які система автоматично виконує завантаження доменної печі.

Для доступу до об'єктів введення та стеження в нижній частині екрана ПК буде розташоване основне меню з кнопками:

- Домна;
- Завантаження;
- ВР;
- Цикли;
- Завдання вагодозування;
- Програми;
- Графіки;
- Повідомлення;
- Юстування;
- Система.

Перехід до вибраної форми, що відображає стан доменної печі, відбувається при встановленні курсору миші на кнопку основного меню і натисканні на ліву кнопку миші.

У верхній частині екрана знаходиться вікно, яке знаходиться на екрані незалежно від вибраної форми. Вікно включає наступні елементи, розташовані

зліва направо:

- два рядки для виведення останніх двох повідомлень про аварію або попередження;

- кнопка «Очистити» для видалення повідомлень, що прийшли раніше, з вищевказаних рядків;

- кнопка «Взяти керування», призначена для перемикання керування між ПК;

- кнопка «Рестарт», призначена для зняття сигналу аварійної ситуації після її усунення;

- кнопка «Скидання дзвінка», призначена для зняття звукової сигналізації, яка включається при затримці завантаження на час, що встановлюється у вікні завдань, а також при виникненні аварійної ситуації. Час увімкнення дзвінка відображається на кнопці;

- поточний час у годинах, хвилинах та секундах, та поточна календарна дата: день, порядковий номер місяця та рік. Нижче представлені специфікації WinCC (рис. 4.1), головне вікно (рис. 4.2) та таблиця 4.1 інтерфейсу програми WinCC.

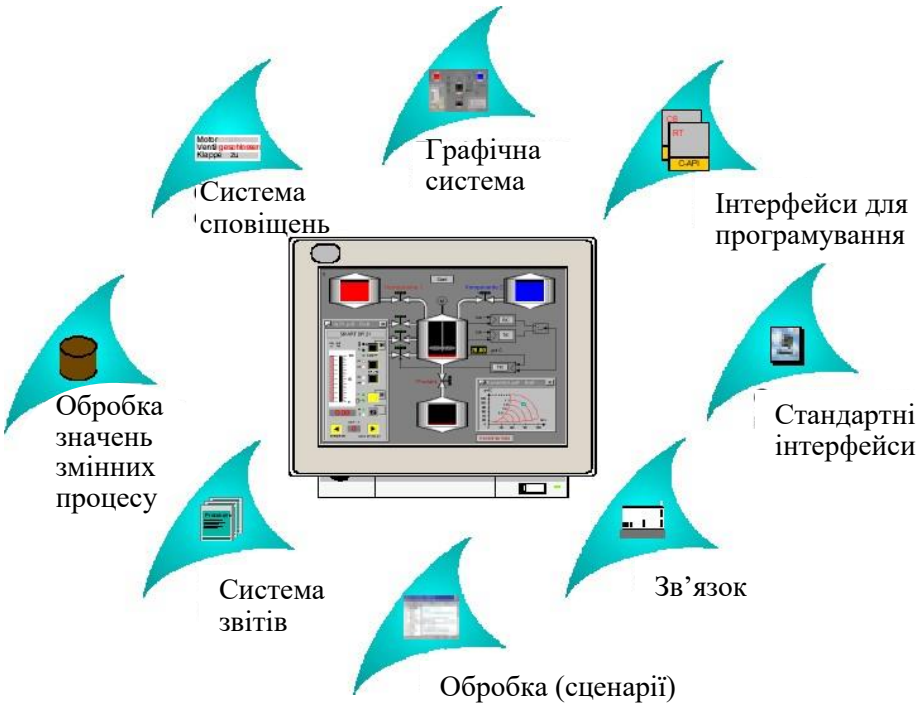


Рисунок 4.1 – Специфікації програми WinCC

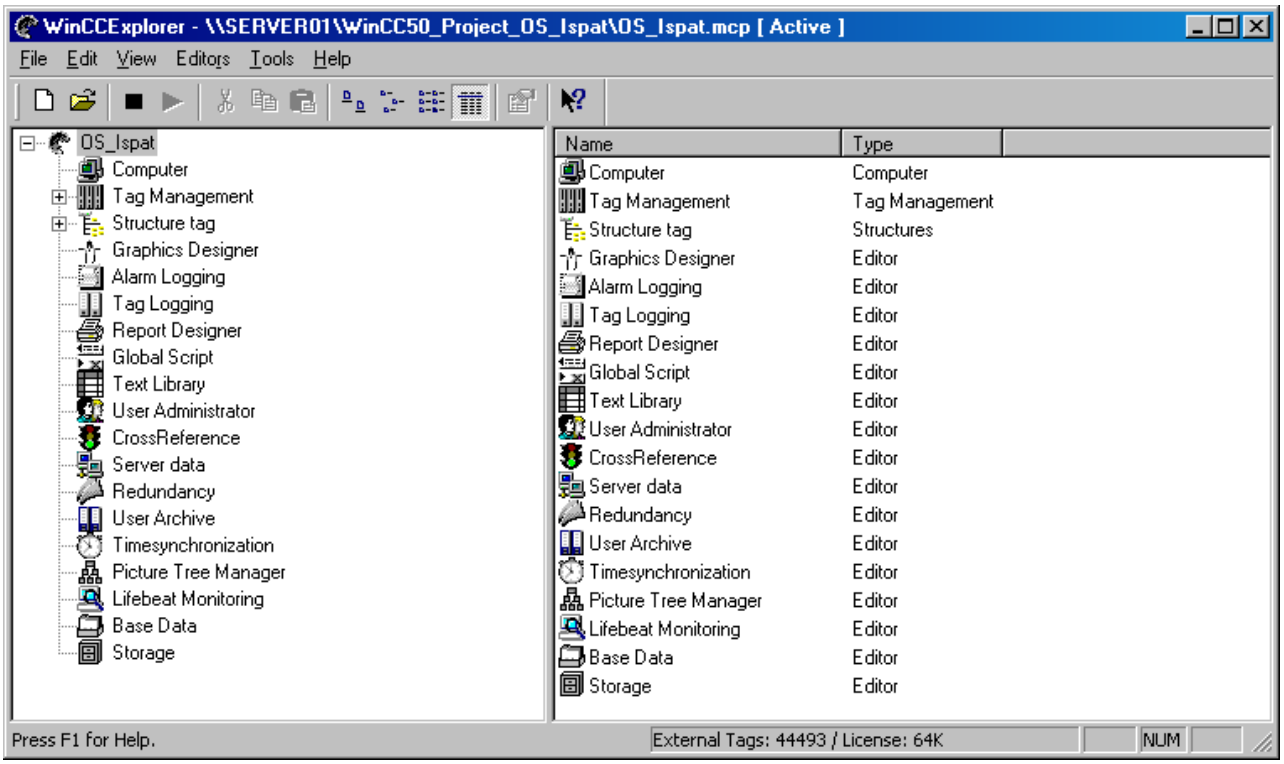


Рисунок 4.2 – Головне вікно WinCC

Таблиця 4.1 - Інтерфейс програми WinCC

Редактор та іинтерфейси WinCC	Завдання або функція етапу виконання, що проектується
WinCC Explorer (Провідник WinCC)	Централізоване управління проектом для швидкого доступу до всіх його даних та централізованеналаштування
Graphics Designer (Графічний дизайнер)	Графічна система для вільно формованої візуалізації та управління через повністю графічні об'єкти, причому всі їхні властивості можуть бути зроблені динамічними
Alarm Logging (Реєстрація аварийних повідомлень)	Система повідомлень для реєстрації та архівування подій з можливостями відображення та керування відповідно до DIN 19235; вільно вибираються класи повідомлень, відображення та протоколювання
Tag Logging (Реєстрація тегів)	Архівування значень змінних процесу для реєстрації, стиснення та збереження виміряних значень, наприклад, для подання у вигляді графіків та таблиць та подальшої обробки
Report Designer	Система звітів для керованого часом або

(Дизайнер звітів)	подіями документування повідомлень, керуючих впливів і поточних даних про процес у вигляді звітів користувача або проектної документації у вільному форматі
User Administrator (Адміністратор користувача)	Інструмент для зручного керування користувачем та його повноваженнями
Global Scripts (Глобальнісценарії)	Функції обробки з безмежними можливостями за допомогою вбудованого компілятора ANSIC
Канали зв'язку	Для обміну даними з підлеглими пристроями керування (протоколи SIMATIC, Profibus DP, сервер DDE та OPC в обсязі поставки)
Стандартні інтерфейси	Для відкритої інтеграції інших програм Windows (ODBC/SQL, ActiveX, OLE, DDE, OPC тощо)
Інтерфейси для програмування	Для індивідуального доступу до даних та функцій WinCC (C-API) та для вбудовування у програми користувача

Simatic Step 7 - програмне забезпечення фірми Siemens для розробки систем автоматизації на основі програмованих логічних контролерів Simatic S7-300/S7-400/M7/C7i WinAC. Програмне забезпечення випускається з інтерфейсом англійською, німецькою, французькою, італійською та іспанською мовами.

За допомогою цієї програми виконується комплекс робіт зі створення та обслуговування систем автоматизації на основі програмованих логічних контролерів Simatic S7-300 та Simatic S7-400 фірми Siemens. Step 7 дозволяє проводити конфігурування програмованих логічних контролерів та мереж (утиліти HWConfig та NetPro). У процесі конфігурування визначається склад устаткування загалом, розбиття на модулі, способи підключення, використовувані мережі, вибираються настройки для модулів. Система перевіряє правильність використання та підключення окремих компонентів. Завершується конфігурування завантаженням вибраної конфігурації обладнання, що по суті є налаштуванням обладнання. Утиліти конфігурування дозволяють діагностувати обладнання, виявляти апаратні помилки або неправильний монтаж обладнання. Програмування контролерів

здійснюється редактором програм, що забезпечує написання програм трьома мовами:

- LAD - мова релейно-контактної логіки;
- FBD-мова функціональних блокових діаграм;
- STL - мова списку інструкцій.

На додаток до трьох основних мов можуть бути додані чотири додаткові мови, що постачаються окремо:

- SCL-структурована мова управління, по синтаксису близька до Pascal;
- GRAPH 7 - мова управління послідовними технологічними процесами;
- HiGraph 7 - мова управління на основі графа станів системи;
- SFC - мова діаграм стану.

4.2 Висновки до розділу 4

Розроблено алгоритми роботи системи автоматизації завантаження доменної печі. Обрано програмне забезпечення для системи нижнього завантаження. Розроблені нетворки для автоматизації роботи електроприводів конвеєрів, що входять до системи нижнього завантаження: керування асинхронними двигунами з частотними перетворювачами для конвеєрів добавок, агломерату та дозаторів (Додаток А).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

5.1 Характеристика потенційно небезпечних шкідливих виробничих факторів

Основні професії в доменному цеху: апаратник доменних печей, газівник, слюсар КВП та інженер АСК ТП. Аналіз небезпек ведеться для інженера АСК ТП доменної печі [15].

До фізичних чинників відносять: підвищений рівень шуму та вібрації під час роботи пневмо- і вібротрамбування, відбійного молотка та від трубопроводу для подачі дуття в піч, небезпечний рівень напруги в електроприводах, недостатня освітленість робочого місця.

До хімічних чинників відноситься загально технічний СО, який викликає отруєння всього організму.

До психофізіологічних відносять: фізичні - перевантаження (статичні, динамічні), гіподинамія, нервово-психічні перевантаження. Основні шкідливості і небезпеки, що зустрічаються при експлуатації доменної печі наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Аналіз потенційних небезпек і виробничих шкідливостей

Ділянка	Обладнання	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори
Доменний цех	Шкафи управління	Ураження електричним струмом
	Щит КВПіА	Ураження електричним струмом

Оцінка факторів виробничого і трудового процесу дана для інженера АСК ТП доменного цеху представлена у вигляді карти умов праці в таблиці 5.2.

Дія пилу на шкірний покрив зводиться в основному до механічного подразнення. Внаслідок такого роздратування виникає невеликий свербіж, неприємне відчуття, а при розчісуванні може з'явитися почервоніння і деяка

припухлість шкірного покриву, що свідчить про запальний процес. Порошинки можуть проникати в пори потових і сальних залоз, закупорюючи їх і тим самим ускладнюючи їх функції. Це призводить до сухості шкірного покриву, іноді з'являються тріщини, висипки. Потрапивши разом з пилом мікроби в закупорених протоках сальних залоз можуть розвиватися, викликаючи гнійничкові захворювання шкіри - піодермії. Закупорка потових залоз пилом в умовах гарячого цеху сприяє зменшенню потовиділення і тим самим ускладнює терморегуляцію.

Таблиця 5.2 – Карта умов праці на робочому місці інженера АСУ ТП

Фактори виробничого середовища трудового процесу	Нормативне значення (ГДК, ГДР)	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови, характер праці			Тривалість дії чинника за зміну, %
			I ступінь	II ступінь	III ступінь	
Вуглецю оксид	20	22,4	1,12			15
Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м^3	4	5	1			75
Вібрація (загальна і локальна), дБ	92	95	3			75
Шум, дБА	80	90		10		20
Інфразвук, дБ	7	7				75
Ультразвук, дБ	5	3				75
Мікроклімат в приміщенні (теплий період)						
Температура повітря, ^oC	22	25		3		75
Швидкість руху повітря, м/с	0,3	0,3				75
Відносна вологість повітря, %	60	50				75
Категорія важкості і напруженості праці	Середня тяжкість-2б; напружена					

Дія пилу на верхні дихальні шляхи зводиться до їх подразнення, а при тривалому впливі - до запалення. У початкових стадіях це проявляється у вигляді першіння в горлі, кашлю, відхаркування брудної мокротою. Потім з'являється сухість слизових, скорочення відділення мокроти, сухий кашель, хрипота; в деяких випадках при впливі пилу хімічних речовин можуть з'явитися виразки слизової оболонки носа.

Вплив шуму на людину може викликати різні загально біологічні роздратування, патологічні зміни, функціональні розлади. Особливо піддається впливу центральна нервова система. Можливі зміни в органі зору людини (знижується стійкість ясного бачення і гострота зору, змінюється чутливість до різних кольорів тощо) і вестибулярному апараті, підвищення внутрішньочерепного тиску, порушення в обмінних процесах організму. Шум погіршує точність виконання робочих операцій, ускладнює прийом і сприйняття інформації (стеження, збір інформації та мислення), знижує продуктивність праці, збільшує брак у роботі.

Оксид вуглецю — належить до групи загально отруйної дії. Він немає кольору і запаху. В організм людини потрапляє за законом дифузії газів. Він проходить через легені внаслідок різниці парціального тиску крові та альвеолярного повітря. Чим більша ця різниця, тим більше насичується кров оксидом вуглецю. Потрапляючи до організму, він зв’язується з гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін, який не здатний транспортувати кисень. Внаслідок цього настає гіпоксія, а у важких випадках — аноксія. Це призводить до того, що порушується обмін речовин, в крові різко підвищується вміст цукру, накопичується молочна кислота, настає ацидоз.

Вплив виробничої вібрації на людину викликає зміни як фізіологічного, так і функціонального стану організму людини. Зміни у функціональному стані організму проявляються в підвищенні стомлюваності, збільшення часу рухової і зорової реакції, порушення вестибулярних реакцій та координації рухів. Все це веде до зниження продуктивності праці. Зміни у фізіологічному стані організму - у розвитку нервових захворювань, порушення функцій

серцево-судинної системи, порушення функцій опорно-рухового апарату, ураженні м'язових тканин і суглобів, порушенні функцій органів внутрішньої секреції. Все це призводить до виникнення вібраційної хвороби.

Висока температура впливає на людину і сприяє розширенню кровоносних судин. Відповідно має місце підвищений приплив крові до поверхні тіла і тепловіддача в навколишнє середовище значно підвищується. Однак, коли температура навколишнього середовища і поверхні досягає 30—35 °С, віддача тепла конвекцією і випромінюванням в основному припиняється. Більш висока температура повітря сприяє тому, що більша частина тепла віддається за рахунок випаровування його з поверхні шкіри. В таких умовах організм губить відповідну кількість вологи, а разом з нею і солі, які відіграють важливу роль в життєдіяльності організму.

5.2 Заходи з поліпшення умов праці

Для поліпшення умов праці в цеху передбачені наступні заходи: природна вентиляція (аерація), спецодяг і індивідуальні захисні пристосування – окуляри, раціональна організація режиму праці і відпочинку. Технічне приміщення де знаходяться інжнери АСУ ТП обладнане кімнатою відпочинку та прийому їжі.

Для зменшення рівня шуму у технологічному приміщені де працюють інженери АСУ ТП використовують спеціальний звуко поглинаючий матеріал стін – бетон. Він знижує рівень шуму на 36 – 40 дБ. Також для зменшення рівня шуму передбачено подвійні двері.

Для зниження рівня вібрації всі агрегати, що їх створюють встановлюють на самостійних фундаментах, віброізольованих від підлоги конструкцій будівель. Для ослаблення передачі вібрації і шуму по повітроводам і трубопроводам приєднання їх до вентиляторів і насосів виконується за допомогою гнучкої вставки з гумової тканини або гумового патрубка.

Для зменшення впливу високих температур на людину приміщення вентилюється, адже рух повітря в приміщеннях є важливим фактором, який впливає на теплове самопочуття людини. В умовах спекоти рух повітря сприяє підвищенню віддачі тепла організмом і покращує його стан, але здійснює несприятливий вплив під час холодного періоду року.

Мінімальна швидкість руху повітря, яку відчуває людина, становить 0,2 м/с. Взимку швидкість руху повітря не має перевищувати 0,2—0,5 м/с, а влітку 0,2—1,0 м/с.

5.3 Виробнича санітарія

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату приведені в таблиці 5.3 [16].

Таблиця 5.3 – Нормовані величини температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

Період року	Категорія робіт	Температура			Відносна вологість %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	допустима		Оптимальна	допустима	Оптимальна не більше	Допустима на робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа		На робочих місцях, не більше		
			Постійна	Постійна				
Теплий	II б	22	29	15	60	70 (при 25 ºС)	0,3	0,5
Холодний	II б	19	23	13	60	75	0,2	0,4

Робота інженера АСК ТП пов`язана з ходьбою, переносом невеликих за вагою вантажів і загальні енерговитрати не перебільшують 250 ккал/г, таким

чином роботу інженера можна віднести до робіт середньої тяжкості (категорія IIб).

Для забезпечення відповідних умов праці технічне приміщення обладнане централізованою системою опалення. Подача енергоносія відбувається від загальнозаводської системи опалення.

Технічне приміщення де знаходяться інженера АСУ ТА доменної печі обладнане спеціальними отворами на висоті 3м над рівнем полу для витяжки повітря. Додатково приміщення інженера АСУ ТП обладнане кондиціонером.

Так як в технічному приміщенні виконуються роботи IV розряду і не має світлових отворів то в якості джерела освітлення використовується система загального рівномірного штучного освітлення на основі люмінесцентних ламп яка забезпечує освітлення в 300 лк [17].

Розрахунок системи загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами для приміщення де знаходяться інженери АСК ТП і виконують зорові роботи IV розряду.

Розміри приміщення: довжина a = 8 м, ширина b = 6 м, висота h_o = 3,2 м. приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{стелі}$ = 70%, $\rho_{стін}$ = 50%. Висота робочих поверхонь (столів) h_p = 0,7 м. Мінімальне освітлення приміщення E = 300 лк.

Для освітлення прийнято світильники типу ЛПО01 (з двома лампами). Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над рівнем підлоги майже рівна висоті приміщення h_o = 3,2 м, що не суперечить вимогам СНиПII-4-79, відповідно до яких $h_{o\ тіл}$ = 2,6 – 4 м, коли в світильнику менше 4-х ламп, і $h_{o\ тіл}$ = 3,2 – 4,5 м – при 4-х і більше ламп.

Визначимо висоту світильників над робочою поверхнею: $h = h_o - h_p$ = = 3,2 – 0,7 = 2,5 м.

Показник приміщення i становить:

$$\text{i} = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{8 \cdot 6}{2.5 \cdot (8+6)} = 1{,}37$$

При i = 1,5 (i = 1,37 немає), $\rho_{стелі}$ = 70%, $\rho_{стін}$ = 50% для світильника ЛПО01 коефіцієнт використання η = 0,55.

Визначимо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світовий потік однієї такої лампи становить $\Phi_л$ = 3200 лм:

$$N = \frac{ESK_з Z}{2\Phi_л \eta} = \frac{300 \cdot 48 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}1}{2 \cdot 3200 \cdot 0{,}55} = 7{,}65$$

Приймаємо 8 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташуємо в 4 ряди по 2 штук в кожному. Оскільки довжина світильника мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в ному, то загальна довжина усіх світильників у ряді становить $\sum L_{св}$ = 1,2 · 2 = 2,4 м. Це значення менше ширини приміщення, тому між світильниками будуть розриви 1,8 м рисунок 5.1.

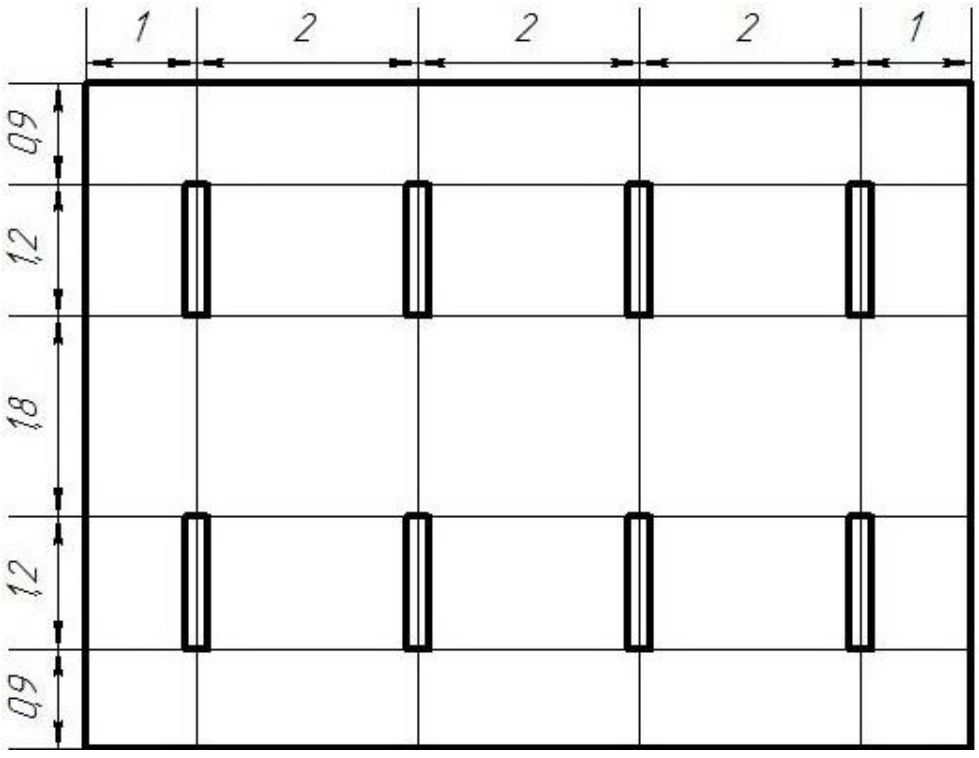


Рисунок 5.1 – Схема розташування світильників ЛПО01 у приміщенні

Для забезпечення рівномірного освітлення в приміщені, де знаходяться інженери АСУ ТП використовуємо 8 світильників ЛПО01. Вони забезпечують необхідний рівень освітлення на рівні робочої поверхні в 300 лк, що є оптимальним параметром при IV розряді зорової роботи.

5.4 Електробезпека

Приміщення де знаходяться інженери АСУ ТП відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через можливість одночасного доторкання до металевих елементів технологічного устаткування чи металоконструкцій будівлі, що з'єднані із землею, та металевих частин електроустаткування, які можуть опинитись під напругою.

Для живлення приладів використовується однофазна мережа змінного струму 220 В. Основні споживачі електроенергії: джерела освітлення (лампи газорозрядні та розжарення), персональні комп’ютери та шафа з контролерами.

В технологічному приміщенні, де працюють інженери АСК ТП, знаходиться 5 робочих місця з комп’ютером для яких потрібно 30 м^2 та об’єм приміщення не менше 100 м^3, площа приміщення складає 48 м^2, а об’єм 153 м^3, що відповідає нормам [18].

Кабелі для проведення електричного струму прокладені по периметру технологічного приміщення. Використовують 3-х жильні мідні кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією. В яких одна жила – це фаза, друга – нуль а третя – заземлення.

При обслуговуванні електроустановок застосовують основні і додаткові захисні засоби. До основних відносяться захисні засоби, ізоляція яких надійно витримує робочу напругу установки і при користуванні якими допускається безпосередній дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою а саме: покажчики напруги, інструменти з ізольованим покриттям та ізолювані кліщі. До додаткових відносяться засоби захисту, що підсилюють дію

основних засобів а саме: діелектричне взуття, захисні огородження, сигналізатори напруги та плакати і знаки безпеки.

5.5 Пожежна та техногенна безпека

Технологічне приміщення де працюють інженери АСК ТП за вибухопожежною та пожежною небезпекою можна віднести до категорії В так як в ньому знаходиться багато паперу, дерев’яні столи та інші тверді горючі та важкогорючі матеріали [19].

Клас можливих пожеж – Е (горіння електроустаткування).

Основними факторами виникнення пожежі можуть бути дефекти обладнання, неправильне ведення робіт, необережність і недбалість персоналу і коротке замикання.

Несучі та огороджувальні конструкції будівлі виконані з кам'яних матеріалів із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. Таким чином ступінь вогнестійкості приміщення II.

Приміщення де працюють інженери АСУ ТП обладнане пожежним щитом з інвентарем та вогнегасниками. Враховуючі клас пожежі Е встановлюється кількість необхідних вогнегасників: 2 вуглекислотних вогнегасників ВВ-5 об’ємом 5л [19].

Для попередження пожеж, що виникають від коротких замикань, на лініях і відгалуженнях електричних мереж послідовно включають запобіжники. При проходженні надмірно великого струму плавкі запобіжники перегорають і тим самим розривають електричний ланцюг, запобігаючи небезпечному в пожежному відношенні нагріву дротів [20].

Для сигналізації о займанні використовуються датчики диму.

При виникненні пожежі небезпеку для людини становлять високі температури, зниження концентрації кисню в повітрі приміщень і можливість втрати видимості внаслідок задимлення будівель. Допустима тривалість евакуації залежить від часу досягнення критичних для людини умов:

критичної температури (60 °С), зменшення концентрації кисню, втрати видимості внаслідок задимлення і вона не перевищує 6 хвилин, що відповідає вимогам пожежної безпеки. Довжина шляхів евакуації (відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу) в приміщенні де знаходяться інженери АСУ ТП при об'ємі приміщення до 15 тис. м^3, категорії приміщення В та ступеня вогнестійкості споруди ІІ повинна бути не більше як 100 м. Максимальна довжина шляхів складає 20 м, кількість евакуаційних виходів – 1 та ширина евакуаційного виходу – 0,8 м, що відповідає вимогам пожежної безпеки. План евакуації з приміщення приведений на рисунку 5.2.

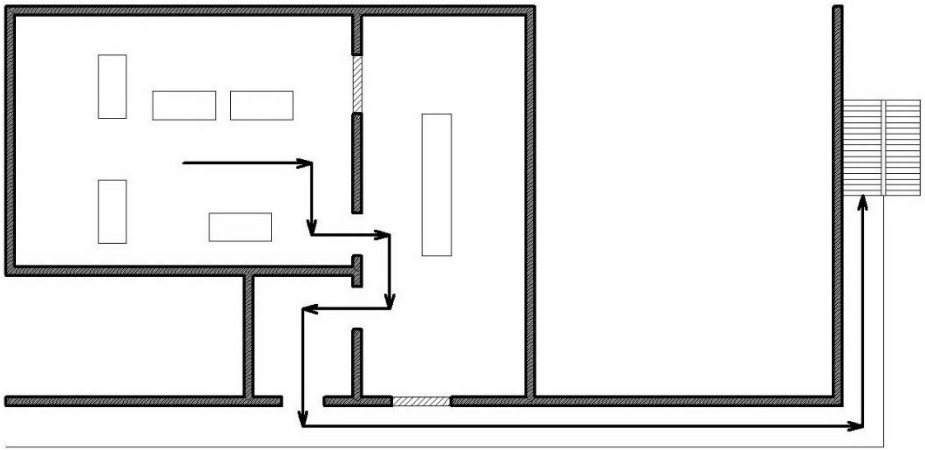


Рисунок 5.2 – План евакуації з приміщення

Будівля цеху з приміщенням де знаходяться інженери АСУ ТП відноситься до І категорії будівель залежно від характеру та розмірів руйнувань від дії блискавки, та знаходиться у зоні А по типу зон блискавкозахисту. Для захисту будівлі від потрапляння блискавки використовується пасивних захист від прямого потрапляння блискавок - блискавковідвід, виконаний з нержавіючої сталі з перетином 5х5 мм.

5.6 Засоби індивідуального захисту

Інженер АСУ ТП повинен забезпечуватись наступними засобами індивідуального захисту: костюм х / б з кислотозахисним просоченням або суконний, фартух прогумований, спецвзуття (черевики шкіряні і чоботи гумові), рукавиці з кислотолугостійким просоченням, рукавиці, каска захисна з підшоломником, респіратор газозахисний, куртка ватяна в зимовий час, вкладки протишумові.

5.7 Організаційні заходи під час компонування робочої зони

Проектування робочих місць, забезпечених відеотерміналами, належить до важливих проблем ергономічного проектування в галузі обчислювальної техніки.

Ергономічними аспектами проектування відеотермінальних робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до розташування документів на робочому місці (наявність та розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрану, документа, клавіатури і т.д.), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, регулювання елементів робочого місця.

Головними елементами робочого місця програміста чи оператора є стіл та крісло. Основним робочим становищем є положення сидячи.

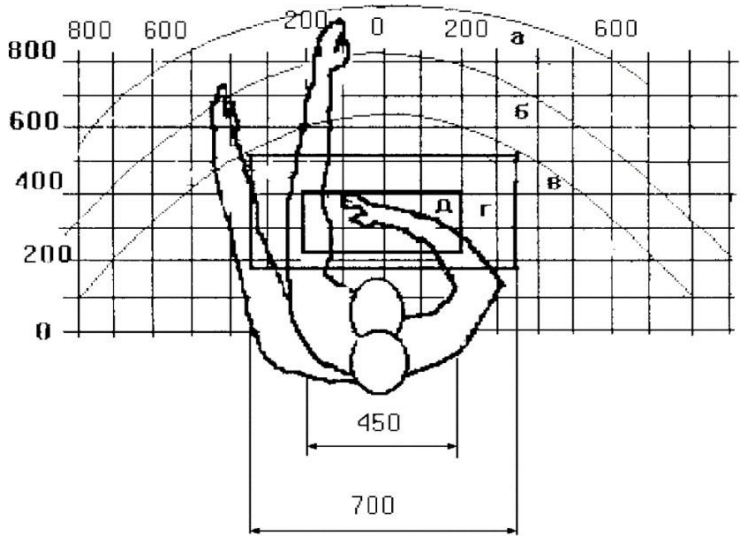
Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок та сталість розміщення предметів, засобів праці та документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Моторне поле - простір робочого місця, де можуть здійснюватися рухові дії людини.

Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля

робочого місця, обмеженого дугами, що описуються максимально витягнутими руками під час руху їх у плечовому суглобі.

Оптимальна зона - частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, що описуються передпліччям при русі в ліктьових суглобах з опорою в точці ліктя і відносно нерухомим плечем.



а – зона максимальної досяжності; б - зона досяжності пальців при витягнутій руці; в – зона легкої досяжності долоні; г – оптимальний простір для грубої ручної роботи; д – оптимальний простір для тонкої ручної роботи

Рисунок 5.3 - Зони досяжності рук у горизонтальній площині

Оптимальне розміщення предметів праці та документації у зонах досяжності:

- дисплей розміщується у зоні «а» (в центрі);

- системний блок розміщується у передбаченій ніші столу;

- клавіатура – у зоні «г»/ «д»;

- маніпулятор «миша» - у зоні «в» праворуч;

- документація: необхідна під час роботи - у зоні легкої досяжності долоні – «в», а у висувних ящиках столу - література, яка не використовується постійно.

Для комфортної роботи стіл повинен задовольняти такі умови:

- висота столу повинна бути обрана з урахуванням можливості сидіти вільно, у зручній позі, при необхідності спираючись на підлокітники;

- нижня частина столу має бути сконструйована так, щоб програміст міг зручно сидіти, не був змушений підтискати ноги;

- поверхня столу повинна мати властивості, що виключають появу відблисків у полі зору програміста;

- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних ящиків (не менше 3 для зберігання документації, лістингів, канцелярського приладдя).

- висота робочої поверхні рекомендується в межах 680-760 мм. Висота поверхні, на яку встановлюється клавіатура, має бути близько 650 мм.

Велике значення надається характеристикам робочого стільця (крісла).

Робочий стілець (крісло) має бути підйомно-поворотним і регульованим по висоті та кутам нахилу сидіння та спинки, а також регульованим по відстані спинки від переднього краю сидіння. Конструкція стільця повинна забезпечувати:

- ширину та глибину поверхні сидіння не менше 400 мм;

- поверхня сидіння із закругленим переднім краєм;

- регулювання висоти поверхні сидіння в межах 400 - 550 мм і кутів нахилу вперед до 15 ° і назад до 5 °;

- висоту опорної поверхні спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менше 380 мм і радіус кривизни горизонтальної площини - 400 мм;

- кут нахилу спинки у вертикальній площині в межах 0±30°;

- регулювання відстані спинки від переднього краю сидіння в межах 260-400 мм;

- стаціонарні або знімні підлокітники довжиною не менше 250 мм та шириною - 50-70 мм;

- регулювання підлокітників за висотою над сидінням у межах 230 ± 30 мм та внутрішньої відстані між підлокітниками в межах 350 – 500 мм.

Поверхня сидіння, спинки та інших елементів стільця (крісла) повинна

бути напівм'якою з нековзним, повітропроникним та таким, що не електризується, покриттям, що забезпечує легке очищення від забруднення.

Крісло слід встановлювати на такій висоті, щоб не відчувався тиск на куприк (це може бути при низькому розташуванні крісла) або на стегна (при надто високому).

Той, хто працює за ПЕОМ, повинен сидіти прямо, спираючись в області нижнього краю лопаток на спинку крісла, не сутулячись, з невеликим нахилом голови вперед (до 5-7 град). Передпліччя повинні спиратися на поверхню столу, знімаючи тим самим статичну напругу плечового поясу та рук.

Робоче місце повинно бути обладнане підставкою для ніг, що має ширину не менше ніж 300 мм, глибину не менше ніж 400 мм, регулювання по висоті в межах до 150 мм і по куту нахилу опорної поверхні підставки до 20°. Поверхня підставки повинна бути рифлена і мати по передньому краю бортик заввишки 10 мм.

Необхідно передбачати під час проектування можливість різного розміщення документів: збоку від відеотерміналу, між монітором та клавіатурою тощо. Крім того, у випадках, коли відеотермінал має низьку якість зображення, наприклад, помітні миготіння, відстань від очей до екрану роблять більше (близько 700 мм), ніж відстань від ока до документа (300 - 450 мм). Взагалі, при високій якості зображення на відеотерміналі відстань від очей користувача до екрана, документа та клавіатури може бути рівною.

Положення екрану визначається:

- відстанню зчитування (0,6 ... 0,7 м);

- кутом зчитування, напрямом погляду на 20 град нижче горизонталі до центру екрану, причому екран перпендикулярний цьому напрямку.

Повинна також передбачатись можливість регулювання екрану:

- за висотою +3 см;

- за нахилом від -10 град до +20 град по вертикалі;

- у лівому та правому напрямках.

Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. При незручній робочій позі можуть з'явитися болі у м'язах, суглобах та сухожиллях.

Вимоги до робочої пози користувача відеотерміналу:

- голова не повинна бути нахилена більш ніж на 20 град;
- плечі мають бути розслаблені;
- лікті - під кутом 80…100 град;
- передпліччя та кисті рук - у горизонтальному положенні.

Причина неправильної пози користувачів зумовлена такими факторами:

- немає хорошої підставки для документів;
- клавіатура надто високо, а документи – низько;
- нікуди покласти руки та кисті;
- недостатньо простір для ніг.

Створення сприятливих умов праці та правильне естетичне оформлення робочих місць з виробництва має значення як полегшення праці, так підвищення його привабливості, позитивно впливає продуктивність праці.

5.8 Висновки по розділу 5

Проаналізовано потенційно небезпечні та шкідливі виробничих фактори у доменному цеху підприємства. Розроблено заходи щодо поліпшення умов праці; розглянуто питання виробничої санітарії, електробезпеки, пожежної та техногенної безпеки. Проведено розрахунок системи загального рівномірного освітлення на робочому місці оператора та висвітлено організаційні заходи під час компонування робочої зони.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра виконано дослідження системи завантаження доменної печі, визначені основні недоліки існуючої системи, запропоновано шляхи її вирішення.

Основні висновки:

1. Сформульовано вимоги до автоматичної системи завантаження доменної печі: точність дозування матеріалів; збільшення кількісті подач; забезпечення персоналу оперативною інформацією про перебіг процесу завантаження; забезпечення інформацією про витрату сипких матеріалів та феросплавів на кожну плавку.

2. Модернізація системи дозволила покращити якісні характеристики чавуну за рахунок підвищення точності дозування та оперативного розрахунку складу шихти; знизити собівартість компонентів шихти внаслідок економії сировини, підвищити оперативність оцінки витрат за виробництво чавуну, зокрема безперервної оцінки вартості сировини на складах; провести заміну морально застарілої та фізично зношеної системи дозування компонентів, включаючи заміну ваго-дозуючого та ваго-вимірювального обладнання; оптимізувати оперативний розрахунок складу шихти в умовах зміни хімічного складу компонентів шихти, вологості та їх кількості; зменшити час на ліквідацію наслідків зупинки або аварій потоково-транспортної системи за рахунок своєчасного виявлення та запобігання аварійним та передаварійним ситуаціям завдяки застосуванню сучасних засобів візуалізації та оперативному контролю параметрів технологічного процесу та стану обладнання; забезпечити роботу вимірювального та дозуючого обладнання в автоматичному режимі, з можливістю обробки та накопичення даних.

3. Визначено та обґрунтовано структуру системи управління нижнього завантаження доменної печі як багаторівневу розподілену децентралізовану систему.

4. Проаналізовано потенційно небезпечні та шкідливі виробничих

фактори у доменному цеху підприємства. Розроблено заходи щодо поліпшення умов праці; розглянуто питання виробничої санітарії, електробезпеки, пожежної та техногенної безпеки. Проведено розрахунок системи загального рівномірного освітлення на робочому місці оператора та висвітлено організаційні заходи під час компонування робочої зони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єфименко Г. Г., Гиммельфарб А. А., Левченко В. Є. Металургія чавуну. Київ : Вища школа, 1988. 352 с.

2. Пристрій грохотів. URL: https://yak.bono.odessa.ua/articles/pristrij-grohotov.php (дата звернення 26.10.2024 р.).

3. Металургійний комбінат U S Steel Kosice. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/U.S._Steel_Ko%C5%A1ice (дата звернення 26.10.2024 р.).

4. Будзинский О. С., Філімонов В. О., Авраменко П. Я. Системи дозування сухой шихти для електродної промисловасті. *Кольорова металургія*. 1989. № 12. С. 39-41

5. ArticleInIsij International 32(4):470-480 January 1992 With 11 Reads Impact Factor: 1.14 · DOI: 10.2355/isijinternational.32.470

6. Промислові ваги. URL: https://metallurgy_dictionary.academic.ua (дата звернення 01.11.2024 р.).

7. Крячко Г. Ю. Теорія і технологія доменного процесу. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014р., 60 с.

8. Теорія АСУ. URL: https://ua.wikipedia.org/wiki/Автоматизована система керування (дата звернення 15.11.2024 р.).

9. Ваговий дозатор ДВЛ-400. URL: https://sweda.com.ua/ (дата звернення 01.11.2024 р.).

10. Датчик рівня ДНЕ-4Н. URL: https://www.sensor.ua/shop/%D0%B4%D0%BD%D0%B5-4%D0%B2100-110%D0%BA22/ (дата звернення 01.11.2024 р.).

11. Тезодатчики серії SBA. URL: https://vis.ua/ru/product/tenzodatchik-cas-sba-c3-500kg/ (дата звернення 01.11.2024 р.).

12. Мікрохвильовий датчик наявності/відсутності потоку твердих сипких матеріалів MWS-DP-3. URL: https://upo.com.ua/ru/product/dp-3/ (дата звернення 01.11.2024 р.).

13. Контролер Simatic S7-300. URL: https://www.siemens.com/ua /uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoyi-avtomatyzatsiyi-simatic/plc-kontrolery-simatic/simatic-s7-300.html (дата звернення 01.11.2024 р.).

14. Вологомір МІКРОРАДАР-113AN. URL: http://proflab.com.ua /produkt/product-details/1666-potochnyj-vlagomer-mikroradar-113an.html (дата звернення 01.11.2024 р.).

15. Воденніков С. А., Крутас М. В., Громак Г. О. Дослідження способів завантаження доменных печей. *Металургія : наукові праці Запорізької державної інженерної академії.* Запоріжжя : ЗДІА. 2010. Вип. 22. С. 20-25.

16. Електроапаратура систем автоматизації. URL: http://220volt.com.ua/ (дата звернення 08.11.2024 р.).

17. Технічні засоби автоматизації Modicon URL: http://modicon-market.ua/ (дата звернення 07.11.2024 р.).

18. Ніколаєнко А. М., Міняйло Н. О. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації: навч.-посіб. Запоріжжя : Видав. ЗДІА, 2011. 444 с.

19. Полянський Г. О. Методичні вказівки до розрахунку надійності та працездатності систем автоматизованого управління. Запоріжжя : ЗДІА, 2003 24 с.

20. Барішенко О. М., Овчинникова І. А. Контрольна робота з дисципліни «Техніко-економічне обгрунтування проектних рішень» : метод. вказівки. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 26 с.

21. Вимоги до ергономіки та технічної естетики. URL: http://wikipage.com.ua/1x400f.html (дата звернення: 13.11.2024).

22. Манько О. О., Кутя В. М. Методичні вказівки до виконання розрахунково – графічної роботи з дисципліни «Основи проектування систем автоматизації» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп’ютерно – інтегровані технології». Рівне, 2010. 31 с.

23. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: метод. вказівки до вик. курс. проекту для студ. спец. 7.092501 «Автоматизоване управління

технологічними процесами» та 7.092502 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» ден. та заоч. форм навчання ; уклад. К. С. Архангельська, О. Й. Рішан. Київ : НУХТ, 2005. 223 с.

24. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації: методичні вказівки до курсового проекту для студентів спеціальності 151 «Автоматизація так комп'ютерно-інтегровані технології» / ред. А. М. Ніколаєнко. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 34 с.

25. Мочалін В.Н., Кочнев Н.В. Моделювання та дослідження систем авто-тичних управління з використанням ПЕОМ : навч. посібник. Череповець : ЧГІІ, 2005. 178 с.

26. Румянцев В. Р. Охорона праці та техногенна безпека [Текст]: метод. вказівки до виконання розділу дипломних проектів (робіт) для студ. ЗДІА (спеціальності) напрямку 6.050401 «Металургія». Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 43 с.

27. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

28. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

29. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98.

30. НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

31. НАПБ Б.03.001-2004 Типові норми належності вогнегасників.

32. СНіП 31-03-2001 Протипожежні норми. Виробничі приміщення.

ДОДАТОК А

Лістінги програм для асинхронних двигунів

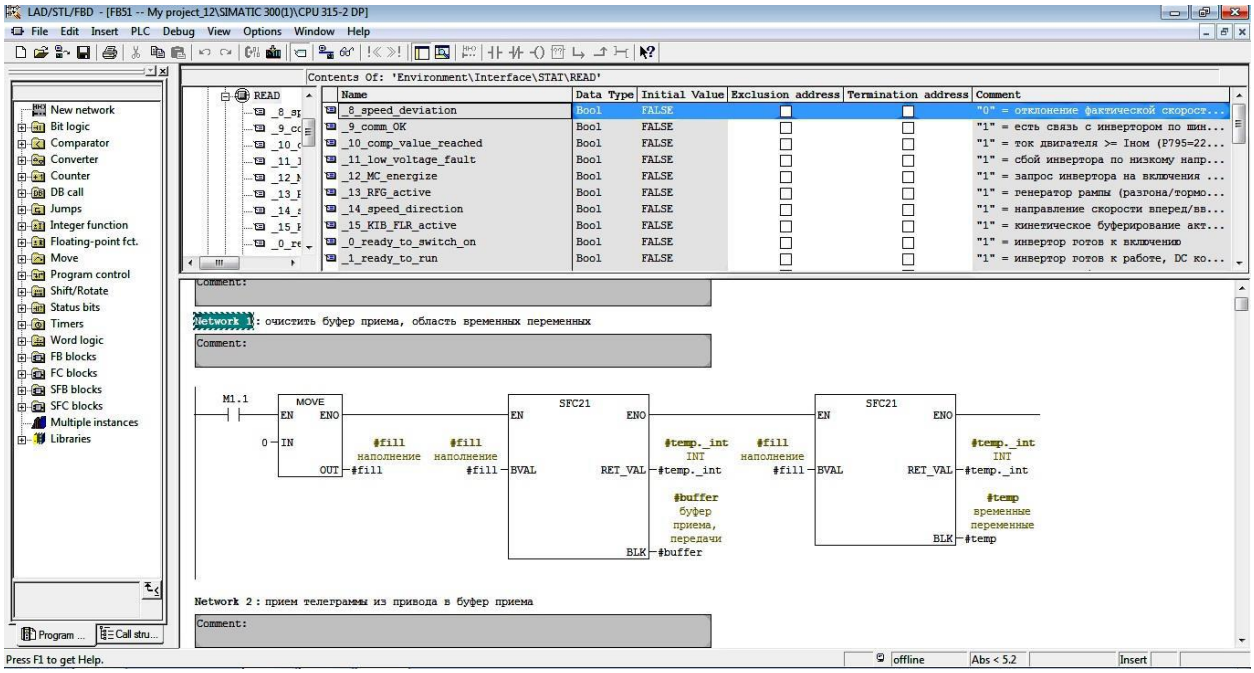


Рисунок А.1 - Лістинг програми для асинхронного двигуна з частотним перетворювачем

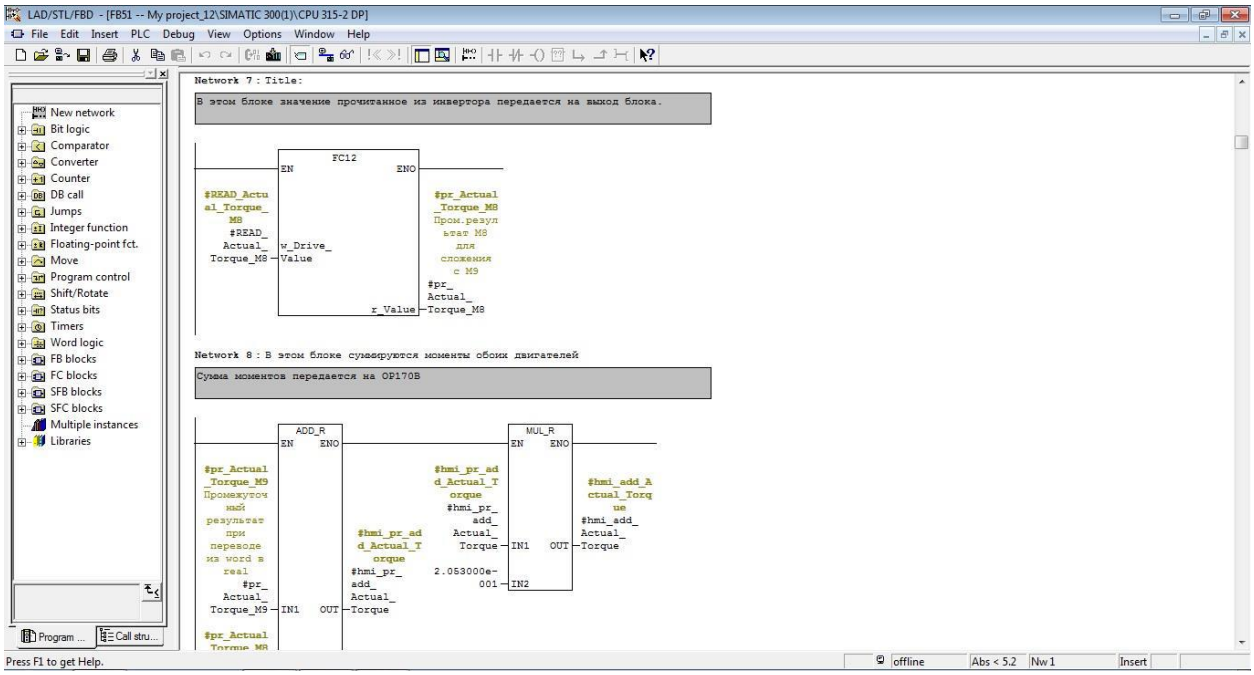


Рисунок А.2 – Лістинг програми для розрахунку суми моментів двох асинхронних двигунів