

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,  
електроінженерії та радіоелектроніки  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри АТ  
В.В. Поцєпаєв

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2020 р.

## Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка блоку автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті  
під-ківш»

Виконав : студент 4 курсу, групи АКТЗ-16  
(шифр групи)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-  
інтегровані технології  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Руденко Микола Сергійович  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник ст. викладач каф. АТ Жовтобрух С.А.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає  
запозичень з праць інших авторів без відповідних  
посилань.*

Студент  
(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,  
електроінженерії та радіоелектроніки  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації

(повна назва кафедри)

Захист відбувся \_\_\_\_\_

(дата)

з оцінкою \_\_\_\_\_

секретар ДЕК \_\_\_\_\_

(підпис)

## Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка блоку автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті  
під-ківш»

Виконавець студент групи АКТЗ-16

(підпис, дата)

Руденко М.С.

(ініціали, прізвище)

Керівник

(підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

(ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій

(підпис, дата)

В.В.Поцєпєв

(ініціали, прізвище)

Консультанти

(підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

(ініціали, прізвище)

(підпис, дата)

(ініціали, прізвище)

(підпис, дата)

(ініціали, прізвище)

Нормоконтролер

(підпис, дата)

Д.О.Жуковська

(ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації  
електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматики та телекомунікацій

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ / В.В.Поцєпаєв

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ Руденко Миколі Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Розробка блоку автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті піч-ківш»

керівник проекту Жовтобрух С.А. ст. викладач каф. АТ,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: практика \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1) Загальні відомості про базове підприємство

2) Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації. Мета проектування та вимоги до пристрою автоматизації

3) Обґрунтування напрямку автоматизації.....

4) Обґрунтування та розробка схемотехнічного рішення пристрою автоматизації

5) Розробка компонувальних рішень системи автоматизації.

6) Охорона праці і екологія

5. Перелік графічного матеріалу: \_\_\_\_\_ електронна презентація \_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ                                                                        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                                                               |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Загальне керівництво                                                          |                                           |                |                  |
| Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління                           |                                           |                |                  |
| Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації                                   |                                           |                |                  |
| Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної роботи |                                           |                |                  |
| Охорона праці і екологія                                                      |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів дипломного проекту                                               | Строк виконання | Примітка |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
| 1 | Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління                           | 20.04.20        |          |
| 2 | Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації                                   | 25.04.20        |          |
| 3 | Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної роботи | 08.05.20        |          |
| 4 | Огляд засобів збору технологічної інформації                                  | 15.05.20        |          |
| 5 | Охорона праці і екологія                                                      | 17.05.20        |          |
| 6 | Алгоритмізація наведених принципів управління                                 | 30.05.20        |          |
| 7 | Оформлення проекту                                                            | 10.06.20        |          |
| 8 | Захист проекту                                                                | 18.06.20        |          |

Студент \_\_\_\_\_ Руденко М.С.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Жовтобрух С.А.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

| Посада П.І.Б. | Суть зауваження, оцінка та підпис |
|---------------|-----------------------------------|
|               |                                   |

## АНОТАЦІЯ

Руденко Микола Сергійович «Розробка блоку автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті піч-ківш» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 50 сторінок, складається з вступу, шести розділів, висновків, переліка використаних джерел з 5 найменувань, 14 рисунків, 2 таблиці

Об'єкт дослідження – система автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті піч-ківш.

Мета роботи - розробка блоку автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті піч-ківш.

Проведено аналіз установки піч-ківш. Розроблено алгоритм функціонування, структурна, функціональна схеми пристрою автоматичного управління процесом подачі аргону в агрегаті піч-ківш. Новий пристрій виконано на базі мікроконтролера, що має необхідний об'єм пам'яті та швидкодію, також має зв'язок з зовнішніми пристроями, який здійснюється по промисловій інформаційній системі передачі інформації. Розроблений пристрій автоматизації дозволить значно підвищити ефективність роботи усієї системи автоматизації сталеплавильного цеху в цілому, знизить ризик аварійності в процесі його експлуатації.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ЦЕХ, ПІЧ-КОВШ, АРГО, ТРУБА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, АЛГОРИТМ, ДАТЧИК, ВИТРАТА, СХЕМА, СИСТЕМА, МЕТАЛ, ІНФОРМАЦІЯ

## ЗМІСТ

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                                                | 8  |
| 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВЕ ПІДПРИЄМСТВО.....                                                                          | 9  |
| 1.1 Характеристика підприємства .....                                                                                      | 9  |
| 1.2 Система транспорту на підприємстві .....                                                                               | 13 |
| Висновки до розділу 1 .....                                                                                                |    |
| 2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА<br>АВТОМАТИЗАЦІЇ. МЕТА ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО<br>ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ..... | 27 |
| 3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....                                                                                | 36 |
| 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ<br>ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....                                        | 37 |
| 5 РОЗРОБКА КОМПОНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ<br>АВТОМАТИЗАЦІЇ .....                                                            | 43 |
| 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ.....                                                                                            | 45 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                              | 49 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                            | 50 |

## ВСТУП

Агрегати піч - ківш здобувають все більшу значимість в області вторинної металургії. Процес плавки в установці піч - ківш відрізняє застосування зробленої технології й використання електричних дуг, що занурюються в шар шлаків, при нагріванні металу. Піч - ківш широко застосовується як у киснево-конверторному виробництві, так і в електросталеплавильних цехах.

Головною метою процесу обробки сталі у печі - ковшу - здійснення ряду технологічних операцій швидше й ефективніше, ніж у звичайних сталеплавильних агрегатах.

Агрегат піч - ківш також служить своєрідним амортизатором між процесом виплавки й розливання металу з високою точністю по вимогах до температури й допусків відносно хімічного складу.

Метою роботи є розробка блоку автоматизованого управління подачі аргону в агрегаті піч – ківш, що дозволить значно підвищити якість сталі, а також знизити витрати на її виробництво.

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВЕ ПІДПРИЄМСТВО

## 1.1 Загальні відомості про базове підприємство

ПАО "Авдіївський коксохімічний завод" ставиться до числа найбільших коксохімічних підприємств Європи. Його загальна територія займає 339,9 гектара. Будівництво ПАО "Авдіївський коксохімічний завод" почалося в 1960 році.

Історичною датою народження заводу є 30 листопада 1963 року, коли був виданий перший кокс коксової батареї №1 - однієї із самих потужних батарей того часу. З тих пор і дотепер іде постійне нарощування основних його виробництв.

Поряд з освоєнням нових технологій на заводі приділяється велика увага введенню в експлуатацію нового й більше продуктивного встаткування. В останні кілька років на заводі зроблена величезна робота з технічного переозброєння й реконструкції виробництва, підвищенню рентабельності, поліпшенню екологічної ситуації підприємства. З метою усунення важкої ручної праці при розвантаженні брил вугілля в зимовий період.

Будівництво закритих складів вугілля дозволило знизити його втрати, створити умови для збереження якісних показників, а також сполучити операції зберігання й дозування вугілля.

У хімічних цехах заводу вперше в країні були освоєні могутніші нагнітачі коксового газу, горизонтальні кожухотрубні холодильники для охолодження коксового газу з використанням його тепла для нагрівання поглинального розчину цехів сіркоочищення, двоступінчаста схема первинного охолодження газу, бесатураторний спосіб уловлювання аміаку й виробництва мінерального добрива. Впровадження зазначених і інших технічних і організаційних заходів сприяє зростанню виробництва коксу.

На рис. 1.1 наведено схему коксового виробництва на АКХЗ.



6 Сірководоксидний цех №1 з далекою газопередачею, що обслуговує батарею №-6.

7 Сірководоксидний цех № 2 з бензолним відділенням, що обслуговує батареї № 7,8,9.

8 Смолоперегонний цех з відділенням по виробництву збагаченого антрацену.

9 Цех по виробництву коксу пекового (І и ІІ черги).

10 Цех по виробництву фталевого ангідриду.

Усього 13 основних цехів.

Поряд з основними цехами в складі заводу є допоміжні цехи: ТЕЦ, залізничний, ремонтно-механічний, ремонтно-будівельний, електроремонтний, водопостачання, автотранспортний цех і інші цехи й служби.

Основні цехи випускають 35 найменувань готової продукції й напівфабрикатів і мають між собою наступні технологічні зв'язки. Вуглезбагачувальна фабрика збагачує високосольні вугілля (21,5-33%) і одержує концентрат і промпродукт. Концентрат передається на коксування в цеху №2. Промпродукт і частково концентрат відвантажуються на сторону іншим заводам.

Вуглепідготовчий цех № 2 одержує різні марки збагачення вугілля (концентратів), з яких становить шихту й передає коксовим цехам для виробництва коксу. При необхідності цех може відвантажувати шихту іншим коксохімічним заводам, а також на експорт.

Коксові цехи роблять кокс, що сортується на коксортировках на наступні фракції:

кокс доменний розміром шматків більше 25 мм, 25-60 мм, відвантажуються в основному металургійним заводам;

коковий горішок (10-25 мм) відвантажуються різним споживачам використовується як паливо;

коковий дріб'язок (0-10 мм) відвантажується металургійним заводами використовується для виробництва агломерату.

Попутною продукцією коксових цехів є коксовий газ, одержуваний у процесі коксування. З газу, переданого цехам уловлювання одержують: смолу, аміак для одержання сульфату амонію, бензол, феноляти й легені піридинові підстави.

Смола передається для подальшої переробки смолоперегонному цеху, крім того, смолоперегонний цех одержує смолу з боку.

Бензол, феноляти, легені піридинові підстави відвантажуються іншим заводам для подальшої переробки. Сульфат амонію відвантажується сільському господарству країни і на експорт.

Коксовий газ, після стадії очищення від хімічних продуктів направляється як паливо коксовим, хімічним цехам і ТЕЦ. частина коксового газу після глибокого очищення передається на Макіївський металургійний комбінат.

Сірчана кислота, отримана цехами сіркоочистки, передається цехам уловлювання для виробництва мінеральних добрив, а вільний залишок відвантажується на сторону різним споживачам.

Германієвий концентрат призначений для виробництва германію.

Антрацен технічний сирію передається віддаленню для одержання антрацену технічного збагаченого 93%, використовуваного перед прийняттями хімічної промисловості для одержання антрахинона.

З антраценового масла й пеку виготовляється дьоготь і відвантажується для будівництва доріг.

Залишок антраценового масла, поглинальне й шпалопросочувальне масло, сировина для виробництва сажі й інших продуктів відвантажуються споживачам по призначенню. Фталевий ангідрид використовується в лакофарбовій промисловості для одержання гліфталевих фарб і лаків (для покриття машин холодильників і т.п.)

## 1.2 Огляд засобів механізації типових технологічних процесів підприємства

На рисунку 1.2 наведено схему підготовки сировини на різних стадіях виробництва.

Характеристики механізованого обладнання, необхідного для виробництва коксу, наведено в таблиці 1.1.

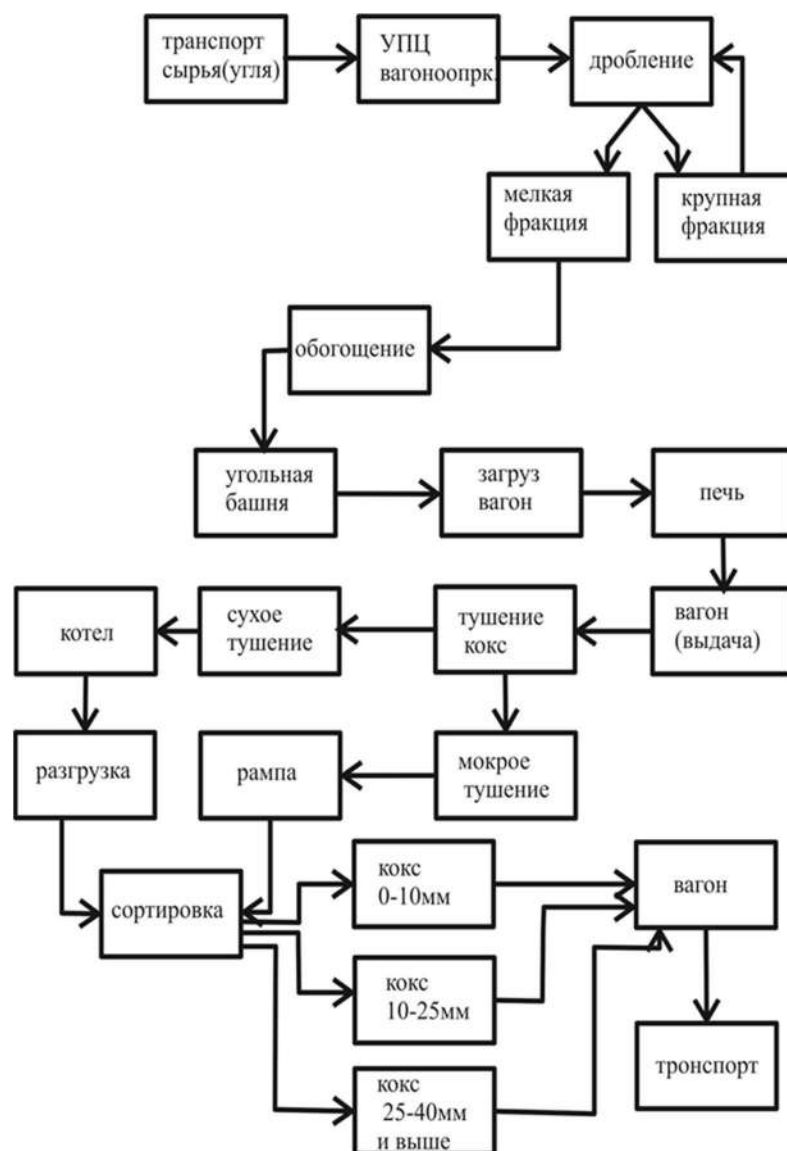


Рисунок 1.2 – Схема підготовки та транспортування сировини на різних стадіях виробництва

Таблиця 1.1 - Характеристики механізованого обладнання, необхідного при виробництві коксу

| Найменування, тип, модель                  | Призначення, область використання, технічна характеристика                                                                               |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дробарка валкова                           | Число обертів:<br>1-80 об/хв<br>11-70 об/хв.                                                                                             |
| Грохит універсальний підвисний (вібросито) | Розсів                                                                                                                                   |
| Сушільний барабан                          | Діаметр барабана – 2200 мм.<br>Довжина барабана – 4000 мм.<br>Число обертів – 50 об/хв.<br>Продуктивність – 8 т/год.                     |
| Дезінтегратор                              | Число корзин – 2.<br>Продуктивність – 10 т/год.<br>Швидкість обертання корзин, об/хв:<br>зовнішньої– 550,<br>внутрішньої – 610.          |
| Ваговий дозатор типу АВДЦ - 1200           | Довжина – 1800мм,<br>Висота – 2600мм,<br>Ширина – 960мм.<br>Тиск повітря – 6 атм.<br>Цикл зважування – 45сек.<br>Вага дозатора – 1000кг. |
| Конвеєри стрічкові                         | Ширина ленти – 800 мм;<br>Довжина – 10..100 м                                                                                            |
| Живильник стрічковий                       | Ширина стрічки – 800 мм;<br>Довжина - 4..150 м.                                                                                          |

### 1.2.2 Транспорт підприємства

Видобуток вугілля для коксування ведеться підземним способом. Для транспортування корисної копалини з вибою до перевантажувального майданчика на скіповому стволі прийнятий конвеєрний транспорт.

З дільниці вугілля подається перевантажувачем на забійний конвеєр, далі магістральним конвеєром транспортується до перевантажувального пункту скіпового підйому, потім транспортується до залізничного транспорту. Навантаження в залізничні вагони здійснюється через кінцевий перевантажувач або бункери.

Ширина стрічки вибирається в залежності від крупності транспортуючого матеріалу і складе 800-1200 мм. Споживана потужність приводів розрахована з умов часової продуктивності, довжини транспортування і кута нахилу конвеєра.

Перевезення корисної копалини на склад АКХЗ здійснюється залізничним транспортом з тепловозною тягою (тепловози ТЕМ-2) та в думпкари в/п 60 т.

Навантаження вугілля на перевантажувальному пункті у залізничний рухомий склад здійснюється через конвеєрний перевантажувач.

#### Внутрішньозаводський транспорт

Технологічний процес виробництва коксу складається з окремих послідовно проведених операцій, здійснюваних різними машинами, потребує переміщення великої кількості сировини та напівфабрикатів. Ці переміщення вантажів від одних машин до інших, з одного цеху в інший виконуються внутрішньозаводськими транспортними пристроями, які поділяються на міжцехові, призначені для розподілу вантажів між цехами, і внутріцехові - для передачі вантажів всередині цеху між окремими агрегатами, робочими місцями, внутрішніми складами та відділеннями.

Транспортуючі машини поділяються на дві групи: безперервної дії, що переміщують вантажі при безперервному робочому русі, і періодичної дії, що переміщують вантажі періодично.

Транспортні машини безперервної дії мають звичайно один рух - горизонтальне або під невеликим кутом (конвеєри, шнеки), вертикальне або під великим кутом (елеватори). До транспортних машин безперервної дії відносять пневматичні, самопливні пристрої.

До транспортних пристроїв періодичної дії відносять: скреперні установки, вагонетки, електролафети, мостові крани, автотранспортери, вантажні ліфти, автомобільний транспорт.

За конструктивними ознаками транспортні пристрої поділяють на три групи: з тяговим органом, без тягового органу і самопливного. До пристроїв з тяговим органом відносяться стрічкові, пластинчасті і скребкових конвеєри, елеватори. До пристроїв без тягового органу відносяться шнекові, вібраційні конвеєри. Самопливні пристрої являють собою різні жолоби, труби, спуски, встановлені під кутом, що сприяють руху матеріалу під дією сили тяжіння.

На підприємствах металургійної промисловості на складах сировини широко використовуються мостові грейферні крани для збирання сировини з площі складу, на якій його розвантажують з залізничного транспорту, штабелювання і подачі сировини в заготівельні цехи.

#### Стрічкові конвеєри

Стационарні стрічкові конвеєри широко застосовують для міжцехового і внутрішньоцехового транспортування насипних і штучних вантажів (напівфабрикату та готових виробів).

Стрічкові конвеєри-живильники застосовують для рівномірної подачі з бункерів зернистих матеріалів (крупності до 100-150 мм). Живильник встановлюють в горизонтальному або нахилі положенні.

На рисунку 1.3 приведений стрічковий конвеєр-живильник нормального типу.

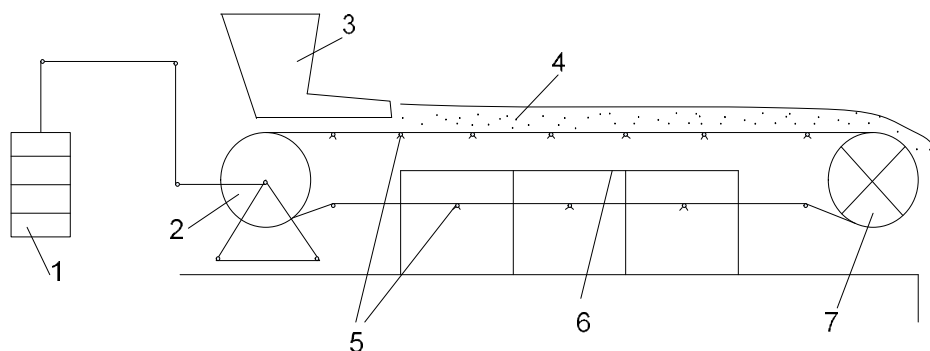


Рисунок 1.3 - Конструктивна схема стрічкового конвеєра

На рисунку 1.3 позначені: 1 - вантажний натяжний пристрій; 2 - натяжний барабан; 3 - завантажувальний пристрій; 4 - вантаж; 5 - ролікоопори; 6 - рама; 7 - привідний барабан.

### Ковшові елеватори

Ковшові елеватори застосовують на КХЗ для безперервного підйому сипучих матеріалів у вертикальних і похилих напрямках.

Робочими елементами елеватора є ковші, з'єднані з нескінченним тяговим органом (стрічкою або ланцюгами). З них верхній - приводний барабан насажен на вал, який обертається електродвигуном через редуктор; нижній - натяжний барабан насажено на вал, що обертається на рухомих підшипниках, за рахунок переміщення яких за допомогою гвинтового або вантажного пристрою здійснюється натяг тягового органу.

Кожух елеватора виконаний з тонколистової сталі і складається з окремих секцій. До кінців секції мають фланці, які з'єднуються болтами. Для герметизації на стиках фланців встановлюються ущільнювальні прокладки.

У таблиці 1.3 наведені короткі технічні характеристики обладнання.

Таблиця 1.2 – Коротка технічна характеристика головних об'єктів транспортної системи АКХЗ

| Найменування операції,<br>найменування обладнання | Коротка технічна характеристика |                     |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
|                                                   | Найменування показників         | Величина показників |
| Кран мостовий грейферний                          | Вантажопід'ємність, т           | 10                  |
|                                                   | Ємність ковша, м <sup>3</sup>   | 5                   |
|                                                   | Висота під'єму, м               | 12-15               |
|                                                   | Швидкість підйому, м/сек        | 40,3                |
|                                                   | Потужність електродвигунів, кВт | 139,5               |
| Живильник стрічковий<br>ПЛ-100-10                 | Довжина, мм                     | 10000               |
|                                                   | Ширина, мм                      | 1000                |
| Конвеєри стрічкові галерейні<br>типа 1Л80         | Довжина, м                      | 75                  |
|                                                   | Ширина стрічки, м               | 0,8                 |
|                                                   | Швидкість стрічки, м/сек        | 0,8                 |

|                    |                                                                                                                 |                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                    | Продуктивність, т/г                                                                                             | 57,6                            |
| Конвеєр стрічковий | Довжина, м<br>Ширина стрічки, м<br>Швидкість стрічки, м/сек<br>Продуктивність, т/г                              | 30<br>0,65<br>0,8<br>28,8       |
| Конвеєр стрічковий | Довжина, м<br>Ширина стрічки, м<br>Швидкість стрічки, м/сек<br>Продуктивність, т/г                              | 5,6<br>0,5<br>0,7<br>25,2       |
| Конвеєр стрічковий | Довжина, м<br>Ширина стрічки, м<br>Швидкість стрічки, м/сек<br>Продуктивність, т/г                              | 5<br>0,5<br>0,7<br>25,2         |
| Конвеєр стрічковий | Довжина, м<br>Ширина стрічки, м<br>Швидкість стрічки, м/сек<br>Продуктивність, т/г                              | 13<br>0,5<br>0,6<br>21,6        |
| Конвеєр стрічковий | Довжина, м<br>Ширина стрічки, м<br>Швидкість стрічки, м/сек<br>Продуктивність, т/г                              | 40<br>0,5<br>0,8<br>43,2        |
| Барабан сушильний  | Коефіцієнт заповнення<br>Діаметр барабану, мм<br>Довжина барабану, мм                                           | 0,2<br>2200<br>15000            |
| Елеватор ковшовий  | Ширина ковша, мм<br>Ємність ковша, м <sup>3</sup><br>Шаг ковшів, мм<br>Швидкість руху, м/сек                    | 300<br>0,01<br>500<br>0,9       |
| Дезінтегратор      | Діаметр валка, мм<br>Довжина валка, мм<br>Зазор між валками, мм<br>Частота обертання валків, об/хв              | 200<br>600<br>10<br>30          |
| Сито вібраційне    | Амплітуда коливань, мм<br>Число обертів вала, об/хв                                                             | 1510<br>1500                    |
| Живильник лотковий | Довжина, мм<br>Ширина, мм<br>Висота, мм<br>Хід рухомої частини живильника, мм<br>Число обертів кривошипу, об/хв | 1500<br>800<br>300<br>100<br>80 |

|                                  |                             |      |
|----------------------------------|-----------------------------|------|
| Дробарка молоткова               | Діаметр, мм                 | 400  |
|                                  | Довжина робоча, мм          | 450  |
|                                  | Число обертів у хв.         | 5    |
| Дробарка валкова крупного помолу | Діаметр валків, мм          | 1000 |
|                                  | Ширина валків, мм           | 350  |
|                                  | Число обертів валків, об/хв | 60   |
| Дробарка валкова дрібного помолу | Діаметр валків, мм          | 1000 |
|                                  | Ширина валків, мм           | 350  |
|                                  | Число обертів валків, об/хв | 35   |
| Живильник секторний              | Довжина, мм                 | 500  |
|                                  | Ширина, мм                  | 300  |
|                                  | Число хитання у хв.         | 40   |
|                                  | Ексцентриситет              | 150  |

### 1.2.3 Стаціонарні установки

Закриті склади являють собою ряд залізобетонних бункерів, над якими встановлюється розподільний стрічковий транспортер, з пересувним розвантажувальним візком. Вугілля з бункерів випускають на збірний транспортер за допомогою живильників або пересувних дозувальних столів. Склади закритого типу можуть бути у вигляді одного або декількох рядів прямокутних або круглих бункерів, а також у вигляді довгих сховищ із перегородками для вугілля різних шахтогруп.

Компактність і повна механізація подачі вугілля на склад і видачі його на виробництво - такі головні переваги складів закритого типу, завдяки яким з'являється можливість за певних умов (при великій кількості бункерів) робити 100%-ное усереднення вугілля. Крім того, з'являється можливість сполучення процесу зберігання й дозування вугілля, тобто використання, складу закритого типу як дозувального відділення.

Склад складається з типових секцій по вісьмох бункерів. Тому при прив'язці типового проекту до певного заводу кількість бункерів варто брати кратним восьми. Діаметр бункера 13 м, висота 35 м, ємність 2500 т. Споруджуються бункери з монолітного залізобетону в пересувній опалубці.

Випускні вирви бункерів металеві. Для запобігання зависання вугілля у вирвах є пневмообрушивающее пристрій (рис. 1.4).

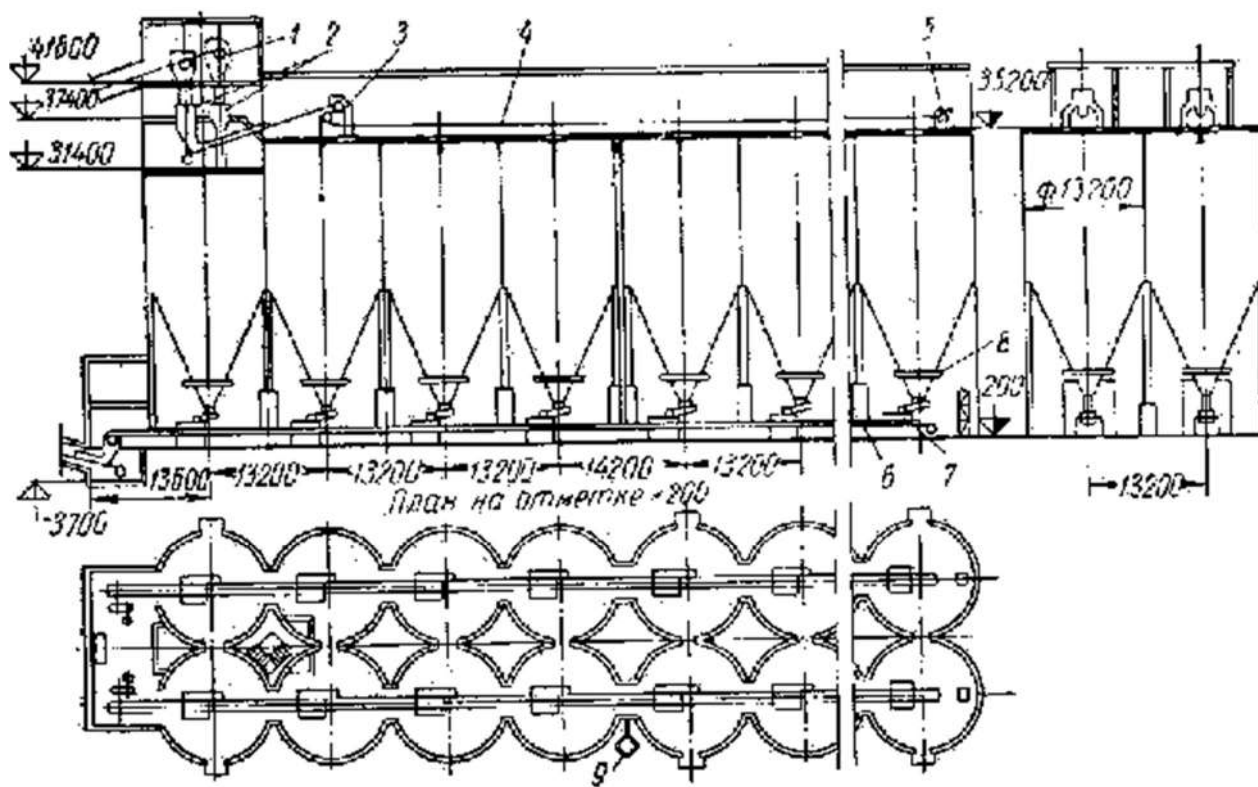


Рисунок 1.4 – Схема закритого складу (1 - минаючі конвеєри; 2, 4 - конвеєри; 3 - розвантажувальний візок; 5 - ринва; 6 - збірний конвеєр; 7 - автодозатор; 8 - пристрій для пневмообрушення; 9 - ресивер стисненого повітря для пневмообрушення

Величезне значення має оптимальний температурний режим охолодження газу в первинних холодильниках для наступних процесів, уловлювання аміаку, бензольних вуглеводнів і інших хімічних продуктів коксування.

Залежно від типу Застосовуваних холодильників - трубчастих з теплопередачею через стінку або безпосередню дію - розрізняють два відмінні друзі від друга схеми первинного охолодження газу. Обидві ці схеми знайшли широке застосування в практиці вітчизняної коксохімічної промисловості.

В останні роки в якості типової приймається схема первинного охолодження коксового газу в трубчастих холодильниках, як більше економічна.

На рис. 1.5 представлена технологічна схема первинного охолодження коксового газу із застосуванням трубчастих холодильників. За цією схемою коксовий газ, надсмольна вода, смола й фуси з газозбірників 1 приділяються по газопроводу в сепаратор 2, де коксовий газ відділяється від рідкої фази. Для забезпечення необхідної швидкості стікання рідкої фази газопровід від газозбірників до сепаратора укладається з ухилом 10-15 мм на кожний погонний метр.

Суміш надсмольної води, смоли й фусів із сепаратора 2 надходить у механізований відстійник-освітлювач 3, де через різке зменшення швидкості рідкої фази вона розшаровується внаслідок різниці плотностей. Фуси, що мають найбільшу щільність, осідають на дно освітлювача, звідки вони безупинно віддаляються скребковим транспортером.

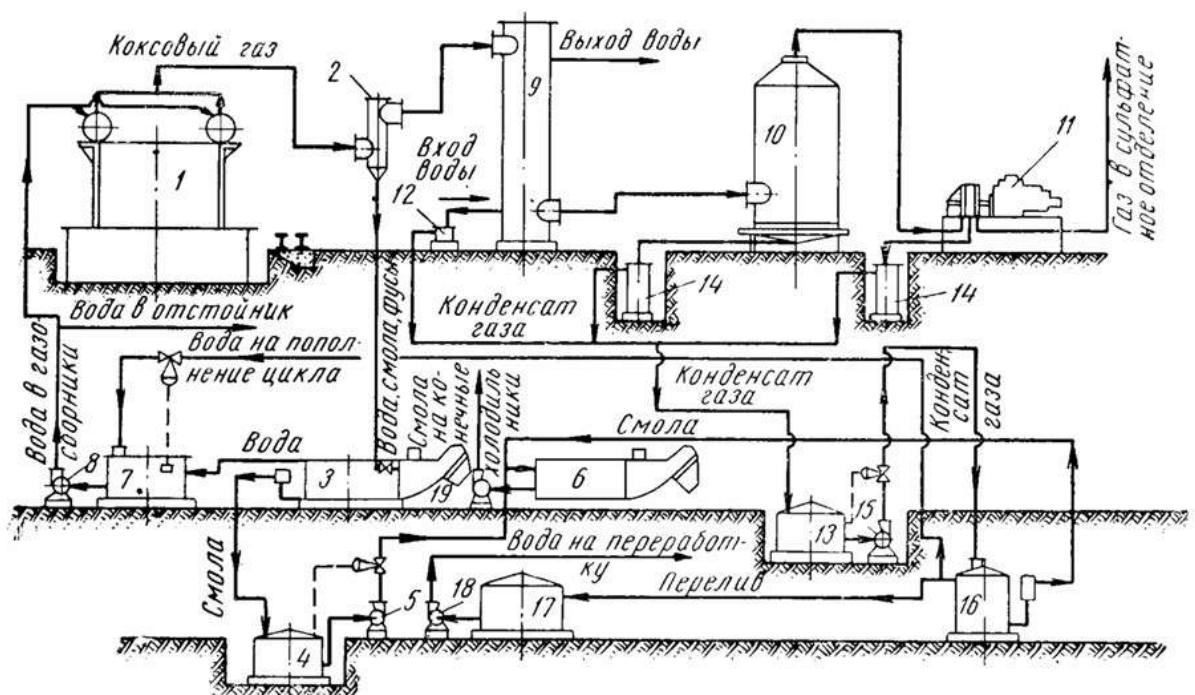


Рисунок 1.5 - Технологічна схема охолодження коксового газу із застосуванням трубчастих холодильників

Смола, що займає в освітлювачі проміжне положення, самопливом через регулятор рівня смоли надходить у заглублений проміжний збірник 4, звідки насосом 5 откачується в механізоване сховище для смоли 6. Установка механізованих сховищ ємністю 650 м<sup>3</sup> обумовлена тим, що в смолі після освітлителя усе ще втримується значна кількість фусів. Останні, осідаючи на дно сховищ, віддаляються також за допомогою скребкових транспортерів.

Відстояна від смоли й фусів надсмольна вода з верхньої частини освітлювача надходить у проміжний збірник 7, з якого насосом 8 подається в газозбірники на зрошення горя чого газу. Таким чином, надсмольна вода, що подається на зрошення газозбірників, перебуває в замкнутому циклі: газозбірники -> освітлювач -> проміжний збірник -> газозбірники.

Коксовий газ із сепаратора 2 надходить у міжтрубний простір газових холодильників 9 і прохолоджується холодною технічною водою, що надходить у трубний простір холодильників. При температурі вхідної охолодної води 20-25° С коксовий газ прохолоджується до 25-30° С.

У зв'язку з більшим обсягом газу на сучасних коксохімічних заводах установлюють кілька холодильників, що включаються паралельно або послідовно.

З холодильників 9 коксовий газ надходить в електрофільтри 10. Охолоджений і очищений від смоли газ засмоктується в нагнітачі 11, які під тиском 1700- 2000 мм вод. ст. транспортують газ безпосередньо в сульфатне відділення.

Конденсат газу з міжтрубного простору холодильників стікає через гідрозатвір 12 у заглублений проміжний збірник 13. У цей же збірник через гідрозатвори 14 надходить також конденсат газу з машинного відділення й електрофільтрів. Зі збірника 13 конденсат газу насосом 15 'подається у відстійник 16, де вода й смола розділяється в результаті різниці їх плотностей.

Трубчасті холодильники знайшли в останні десять-п'ятнадцять років найбільше застосування на новопорудженому й реконструйованому коксохімічному заводах (рис. 1.6).

Газ рухається в міжтрубному просторі, що прохолоджує вода - у трубах. Тому що коефіцієнт теплопередачі зростає зі збільшенням швидкості руху газу й води, то для збільшення цих швидкостей холодильник розділений вертикальними перегородками на шість секцій.

Холодильник по висоті розділений трьома горизонтальними перегородками, що утворюють нижню камеру для води, середню - камеру охолодження, заповнену трубами, і верхню камеру для переливу води.

Газ вступає в міжтрубний простір камери охолодження й послідовно проходить із однієї секції в іншу. Вода надходить у нижню камеру, розділену також на секції, і піднімається по трубах шостої по ходу газу секції (першої по ходу води) нагору, потім зливається по трубах долілиць. Таким чином, у всіх шести секціях дотриманий повний протік руху газу й води.

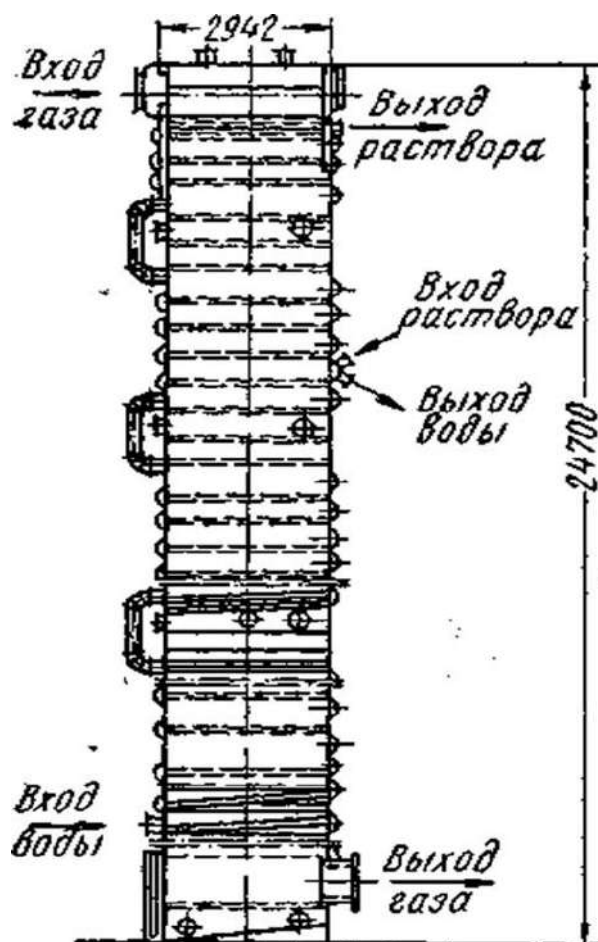


Рисунок 1.6 - Схема газового холодильника

Для підтримки постійної швидкості руху газу й води й, отже, сталості коефіцієнта теплопередачі від газу до води секції, по яких рухається газ, мають змінний перетин: найбільше в першій по ходу газу секції й найменше в останній по ходу газу секції. Для води, що рухається в протivotочном напрямку, найменший перетин труб у першій по ходу води секції й найбільше в місці виходу її з холодильника. Досить важливим фактором, значною мірою визначальна ефективність роботи трубчастих холодильників, є швидкість газового потоку. Вона, природно, буде тим вище, чим більше навантаження холодильника по газі. Тому краще охолодження газу при меншій витраті охолодної води виходить при послідовному проходженні газу через ряд з'єднаних один з одним холодильників. Однак при цьому різко зростає опір газовому потоку, тобто різниця розрідження газу до й після холодильників збільшується.

На АКХЗ при виробництві коксу та транспортуванні подрібнених матеріалів виділяється у повітря робочих приміщень значна кількість пилу. Для зменшення концентрації пилу в повітрі виробничих приміщень застосовуються наступні пилеуловлюючі установки: циклони, рукавні фільтри і електрофільтри.

### Циклони

Сухі циклонні пиловловлювачі широко застосовують для виділення з запиленого повітряного чи газового потоку твердих частинок розміром від 10 мкм і більше. Ступінь пилеочищення циклону знаходиться в межах 75-85%, тому їх застосовують як першу ступінь очищення.

На АКХЗ застосовуються циклони серії ЦН - 15 і ЦН - 24, кути нахилу кришки вхідного патрубку яких відповідно дорівнюють 15 і 240. На рисунку 1.7 представлений циклон серії ЦН - 15.

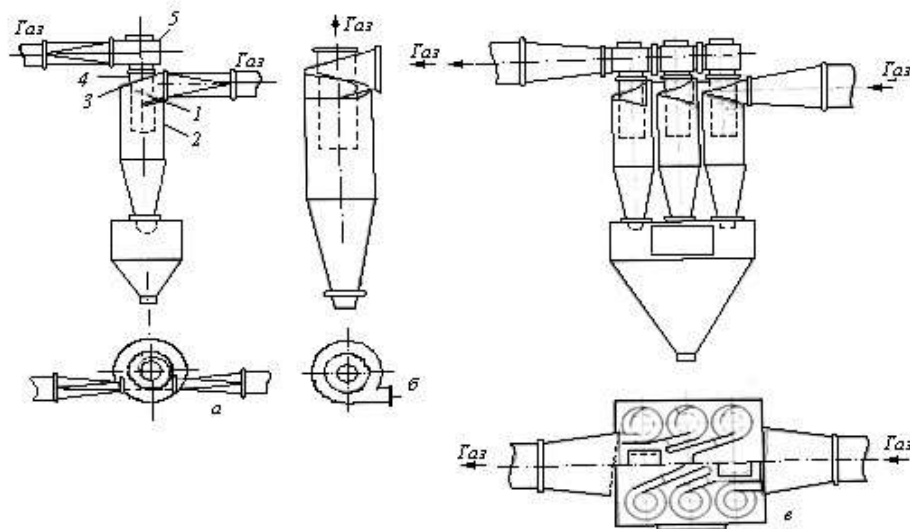


Рисунок 1.7 - Циклони: а - схема установки циклону; б - типовий циклон ЦН - 15; в - група з шести циклонів. На схемі позначені: 1 - патрубок; 2 - корпус циклону; 3 - кришка циклону; 4 - центральна вихлопна труба; 5 - «равлик» (для виведення очищеного газу).

### Фільтри

Тканеві рукавні фільтри застосовують у вогнетривкої промисловості для другого ступеня очищення запиленого повітря.

В рукавних фільтрах запилені повітря або газ пропускають через тканину, зшиту у вигляді рукавів, один кінець яких відкритий для входу газів, а другий закритий. При необмеженій швидкості фільтрації можна отримати високу ступінь очищення повітря і газів від дрібних частинок пилу.

На малюнку 1.8 представлено фільтр серії МФ, що використовується в умовах АКХЗ.

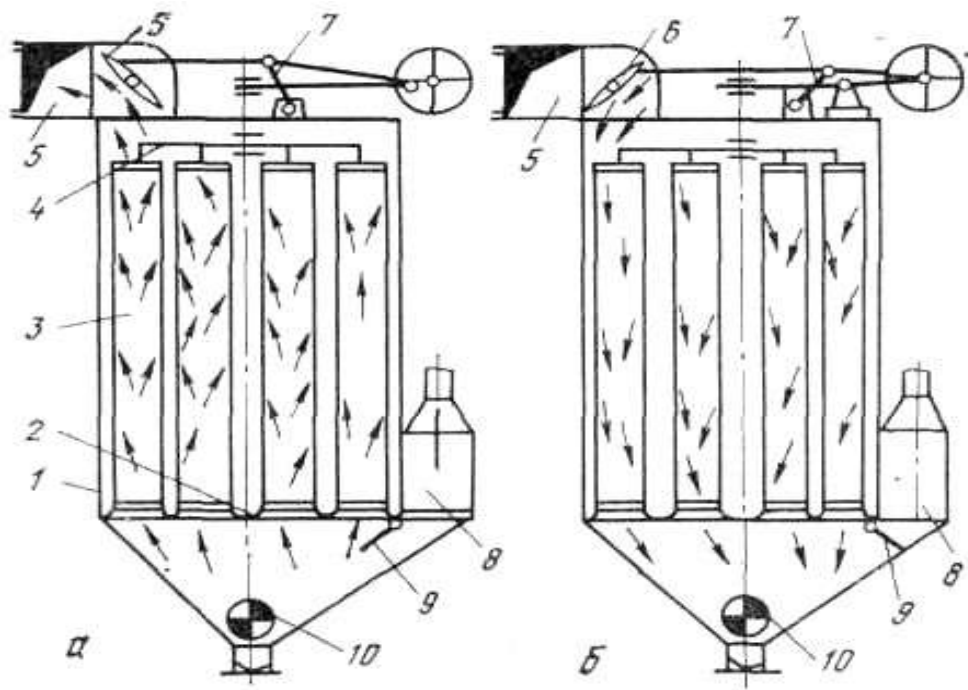


Рисунок 1.8 - рукавний фільтр: а - схема при фільтрації; б - схема при очищенні фільтра. На схемі позначені: 1 - корпус; 2 - основа; 3 - рукава; 4 - металева рамка; 5 - трубопровід; 6 - клапан; 7 - струшуючий механізм; 8 - трубопровід; 9 - клапан; 10 - гвинтовий конвеєр.

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ. МЕТА ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Піч-ківш (ПК) працює з високим коефіцієнтом потужності й з довгими зануреними в шлаки дугами, які забезпечують ефективне введення потужності.

Обробка на установці ПК починається з подачі ковша до сталевозу під кришку з електродами й підключення ковша до системи донної продувки інертним газом, що подається через пористі пробки, розташовані в днище ковша. Як інертний газ використовується аргон. Під час нагрівання додаються шлакоутворюючі матеріали, наводиться шлаки, усереднюється хімічний склад і температура металу. Після цього здійснюється відбір проб. За результатами аналізу виробляється присадка феросплавів для коректування хімічного складу металу й шлакоутворюючих для коректування складу шлаків. Температура підвищується до заданого рівня.

Отримана сталь подається на безперервне розливання.

На рисунку 2.1 представлена технологічна схема установки ПК. Ківш футерується основними вогнетривами. ПК накривається зверху повністю водоохладжуемым зводом. Енергія для нагрівання металу подається через три графітірованні електроди, подібні використовуються в електродуговій сталеплавильній печі. Палаючі на кінцях графітірованих електродів дуги поринають в основні білі шлаки, що захищає вогнетриви ПК від випромінювання дуг.

Технологія плавлення сталі в установці ПК полягає в наступному:

- Доведення сталі, що виключає атмосферне окислювання в інертному середовищі;
- Перемішування інертним газом;
- Турбулентні потоки для більше інтенсивного протікання реакцій на поверхні розділу шлаки - метал;

- Швидка асиміляція шлаками окисних включень;
- Ефективний розподіл енергії;

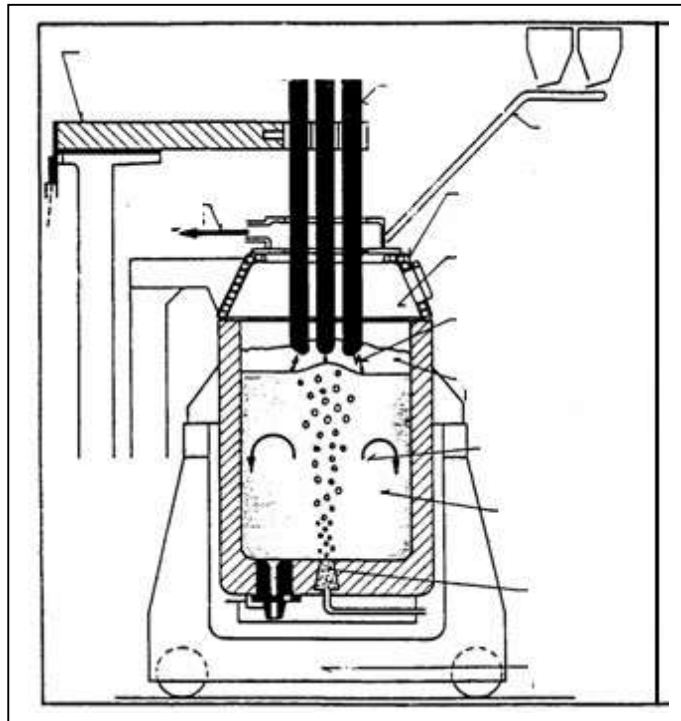


Рисунок 2.1 - Технологічна схема агрегату під –ківш (1 - подача енергії на електроди, 2 - електроди, 3 - подача сплавів, 4 - водоохолоджуючий звід, 5 - вихід газу, 6 - інертний газ, 7 - занурена дуга, 8 - білі шлаки, 9 - перемішування інертного газу, 10 - розплавлена сталь, 11 - пористий клапан, 12 – сталевоз)

- Одержання шлаків у ковші для доведення металу;
- Нагрівання високопотужною захищеною дугою, що стабілізує подачу електроенергії й захист вогнетривів ПК від випромінювання дуги;
- Доведення під шаром основних білих шлаків
- Ефективне дифузійне розкислення;
- Видалення неметалічних включень;
- Високий вихід легуючий і високий рівень якості;
- Твердий контроль дотримання заданого хімічного складу сталі;

Особливості роботи ПК

- Підвищує загальну продуктивність;
- Служить своєрідним буфером між сталеплавильною піччю й установкою розливання;
- Точне дотримання заданого хімічного складу сталі й температури розливання;
- Менший перегрів сталі;
- Низький зміст кисню;
- Більший строк експлуатації вогнетривів у ПК;

Регулювання потужності на електродах в агрегаті зводиться до змін схеми включення його первинної обмотки. У вторинній обмотці, включеній як правило в трикутник, протікають значні робочі струми, і тому безпосереднє перемикання вторинної обмотки ускладнене.

Регулювання проводиться чотирма способами.

1) Зміна числа витків первинної обмотки трансформатора. Як відомо, коефіцієнт трансформації

$$K = U_1/U_2 = W_1/W_2 \quad (2.1)$$

звідки

$$U_2 = U_1(W_2/W_1) \quad (2.2)$$

тобто величина вторинної напруги при незмінній кількості витків вторинної обмотки  $W_2$  назад пропорційна числу витків первинної обмотки. Підключення до мережі виводів від найменшого числа витків первинної обмотки відповідає найвищій вторинній напрузі.

2) Вмиканням первинної обмотки трансформатора зіркою або трикутником. При включенні первинної обмотки трансформатора трикутником на фазу приходять лінійна напруга живлячої мережі. При включенні первинної обмотки трансформатора зіркою на фазу доводиться фазна напруга живлячої

мережі. Тому вторинна напруга, відповідна трикутнику первинної обмотки, в раз вище за вторинну напругу, відповідну зірці первинної обмотки. Комбінуючи обидва способи регулювання напруги, отримують подвоєне число ступенів вторинної напруги.

3) Зміною індуктивності реактора, шляхом відключення частини витків його обмотки. Регулювання реактора дозволяє вводити в піч різні реактивні потужності. Потужність трифазного реактора

$$Q=3 \cdot I_2^2 \omega L \quad (2.3)$$

Звідки витікає, що при заданому струмі регулювання потужності можна виконати, міняючи індуктивність  $L$  за рахунок зміни числа витків обмотки.

Перемикання ступенів у електропечей малої місткості проводиться при знятті напруги живлячої мережі шляхом відключення високовольного вимикача. При великому числі ступенів вторинної напруги трансформаторів ПК застосовують так зване "перемикання ступенів напруги під навантаженням", тобто трансформатор перемикається в нормальному робочому режимі - під напругою і струмом. При цьому виключаються значні простой, неминучі при перемиканні без навантаження. Крім того, перемикання "під навантаженням" необхідне для автоматичного регулювання потужності печі. Комплексна автоматизація дугових електропечей зажадає можливості регулювання вторинної напруги під навантаженням і на невеликих печах.

4) Механізми переміщення електродів забезпечені електромеханічним або гідравлічним приводами. Виконавчий механізм з електромеханічним приводом складається з електродвигуна, редуктора (черв'ячного або циліндрового), механічної передачі (канатно-барабанною, рейковою або гвинтовою) і конструкцій, що несуть електрод. У електромеханічному приводі механізмів зазвичай застосовують шунтові двигуни постійного струму з лінійною залежністю числа оборотів двигуна від сили струму навантаження або двигуни змінного струму з використанням магнітних і напівпровідникових

підсилювачів, а також електромагнітних муфт ковзання. Для швидкої ліквідації поштовхів струму в період запалення дуги необхідний підйом електродів з великою швидкістю. Швидкість підйому залежить від швидкості сталого руху і від часу розгону механізму. Час розгону залежить від інерції рухомих частин механізму і від часу перехідних електромагнітних процесів в електричній схемі регулятора, яке порівняльне мало і складає соті долі секунд.

Інерційність і запізнювання системи автоматичного регулювання залежать від конструкції виконавчого механізму.

Виконавчий механізм з тросово-барабанною передачею має час запізнювання 300..400 мс, в процесі експлуатації унаслідок збільшення зазорів час запізнювання зростає до 800..1000 мс. Розрахунки показують, що запізнювання в системі  $\sim 100$  мс помітно знижує допустиму швидкість переміщення електродів. Високі значення інерційності і запізнювання обумовлені наявністю інерції двигуна, зазорів в передачах, сухого тертя в механізмах системи. Разом з цим швидкодія системи регулювання обмежена пружністю ланок виконавчих механізмів, яка при високих швидкостях переміщення електродів приводить до механічних коливань, що передаються регулятору і погіршує його роботу. Проте при даному механізмі забезпечується найбільша гарантія проти поломок електродів при зіткненні з твердою шихтою.

Також знаходять застосування механізми з жорстким зв'язком, в яких тросову передачу замінюють рейковою. Проте і в цьому випадку запізнювання значно і складає 75..150 мс. При цьому спостерігається велика довговічність і менший відхід в експлуатації в порівнянні з тросом.

Найменше запізнювання (не більше 60 мс) має гідравлічний привід. Гідравлічні приводи виконують з об'ємним і дросельним управлінням. Гідравлічний привід з об'ємним управлінням - це по суті електромеханічний привід з гідравлічною передачею, перевага якого - великий к.п.д. передачі, недоліки - складність і громіздкість. Гідравлічний привід з дросельним управлінням володіє малими габаритами і вагою, високою швидкодією, обумовленою головним чином малою інерцією рухомих частин і високою

силовою напруженістю, проте важко створити щільне і довговічне ущільнення в циліндрі.

На практиці широкого поширення набули струмові і диференціальні регулятори потужності. Параметром регулювання в першому випадку вибрана сила струму печі. Регулятор в процесі роботи підтримує незмінною силу струму печі, її реактивну потужність і потужність електричних втрат. Диференціальний регулятор підтримує постійним відношення напруги до сили струму печі, тобто опір фази.

Диференціальний регулятор, встановлений на дуговій сталеплавильній печі, має ряд істотних переваг в порівнянні із струмовим.

При зникненні напруги на печі (відключення головного вимикача) сигнал розбалансу в плечах струму і напруги регулятора відсутній і електроди нерухомі. Струмовий регулятор при зникненні напруги спрацьовує на опускання електродів, що обумовлює необхідність спеціального пристрою, що запобігає їх опусканню.

При включенні струмового регулятора електроди трьох фаз опускаються. Дуги запалюються тільки у тому випадку, коли два електроди (або три) одночасно стосуються металу. У інших випадках можлива поломка електроду або вуглецювання металеві ванни. На печах, де встановлений струмовий регулятор, пуск печі проводять уручну, а регулятор підключають в той момент, коли горять всі дуги. Диференціальний регулятор дозволяє здійснити автоматичний пуск печі, оскільки у момент зіткнення першого електроду з шихтою напруга стає малою і регулятор зупиняє електрод. При підході другого електроду запалюються дуги в двох фазах печі.

Недоліком струмової системи регулювання є те, що за відсутності нульового дроту або при включенні низької сторони пічного трансформатора в трикутник система працює нестійкий.

Можливі випадкові зміни сили струму однієї фази викликають зміни сили струму в двох інших фазах, унаслідок чого відбуваються непотрібні переміщення електродів, нерівномірний розподіл навантаження між окремими

фазами і встановлюються дуги різних довжин. Може відбутися занурення у ванну того електроду, під яким була найкоротша дуга.

При диференціальному регулюванні із збільшенням сили струму в одній з фаз переміщення електродів решти фаз значно менше (або зовсім відсутні), оскільки збільшення сили струму два інших фаз супроводжується одночасним підвищенням напруги в них (унаслідок "перекосу" зірки напруги).

Чутливість диференціального регулятора вище за інших рівних умов, оскільки одночасно із збільшенням сили струму знижується напруга відповідної фази, і навпаки.

Недоліком диференціального регулятора є велика залежність потужності печі від коливань напруги мережі. При зменшенні напруги мережі регулятор, підтримуючи постійним відношення напруги до сили струму, понизить відповідно значення останньої, тому збільшення потужності печі буде значніше, ніж збільшення напруги. Струмовий регулятор понизить потужність печі пропорційно першому ступеню напруги.

Необхідно також описати ті обурюючі дії, вплив яких і повинен усувати регулятор потужності:

1. повільна зміна режиму, обумовлена змінами як довжини дугового проміжку (поступове зменшення довжини електродів унаслідок їх обгорання), так і його характеристики (зміни опору дуги, температури, що викликаються нестабільністю, в зоні розряду);

2. короточасні і скороминущі порушення режиму можуть бути викликані кипінням ванни рідкого металу і флуктуаціями дуг під впливом електромагнітних сил. У першому випадку тривалість порушень режиму складає десятки долі секунди, тому регулятор унаслідок інерційності приводу не в змозі встигнути за цими коливаннями. Проте регулятор повинен підтримувати на заданому значенні середню силу струму протягом періоду. У другому випадку зміни режиму складають соті долі секунди і систематично повторюються кожен період. Ці коливання із-за короткочасності автоматичний регулятор не відпрацьовує;

3. зміни потужності, що підводиться до печі, викликана коливаннями напруга живлячої мережі. В умовах роботи більшості заводів напруга мережі протягом доби відхиляється від номінального на 5 -10 %. При цьому залежно від вибраного параметра регулювання потужність змінюється по-різному;

4. у промислових печах дуги утворюють зірку без нульового дроту, тому струм будь-якої дуги може повертатися до трансформатора через дві інші фази. Зміна сили струму в одній з фаз викликає однозначну зміну сили струму в двох інших фазах. При короткому замиканні електроду даної фази послідовно з короткозамкненою фазою виявляються включеними дві (або одна) інші фази, тому кидок струму зменшується, але одночасно викликає помітне збільшення струму в двох інших фазах;

5. на умови горіння дуг впливає нерівномірний розподіл потужностей по фазах. Основною причиною перенесення потужності є асиметричність значної частини короткої мережі печі - зазвичай на ділянках струмопроводу від виводів низької напруги пічного трансформатора до контактних поверхонь між щогою і електродом. В цьому випадку у одного з крайніх електродів потужність, що виділяється, виявляється найбільшою ("дика" фаза), у іншого крайнього - найменшою ("мертва" фаза) і у середнього - проміжною, часто близькою до найбільшої. Для вирівнювачі "дикої" і "мертвої" фаз рекомендується:

a. роздільне регулювання вторинної напруги окремих фаз трансформатора;

b. установку навколо ошиновки крайніх фаз залізних замкнутих магнітопроводів з вторинними обмотками, сполученими між собою так, щоб індуктивність між крайніми фазами посилювалася;

c. розташування струмопроводів по вершинах рівностороннього трикутника або шихтовку різних фаз;

d. збільшення сили струму у "мертвої" фази і одночасне зменшення сили струму у "дикої" фази.

6. швидкісна зміна потужності в порівнянні із заданим із-за помилки "стеження", спостережуване в період проплавлення дугами колодязів в шихті. Ця помилка буде тим вище, чим більше зона нечутливості регулятора (при опусканні електроду регулятор підтримує потужність на рівні нижньої межі зони нечутливості, при підйомі - на рівні верхньої межі зони нечутливості).

Перераховані обурюючі дії свідчать про те, що печі працюють в асиметричних режимах, тобто виділення потужності в окремих дугах в процесі плавки нерівномірно. Для отримання високих техніко-економічних показників необхідно створити умови для стабільного і рівномірного виділення корисній потужності в дугах, що до певної міри виконує регулятор електричного режиму.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка блоку контролю витрати аргону.

Технічні вимоги до пристрою автоматизації:

- висока швидкодія;
  - висока надійність;
  - стабільність живлячої напруги мікросхем;
  - пристрій повинен бути легкобудованим або в загальний блок керування, або поміщеним в окрему оболонку при використанні його як засобу локальної автоматизації подібних об'єктів.
- простота в використанні;
  - висока точність.

### 3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Звичайно продувка агрегату піч-ківш аргоном займає 3..12 minut.

Знаючи концентрацію аргону на виході з агрегату піч-ківш, можна прогнозувати поточний склад сталі усередині установки. Також за допомогою блоку контролю витрати аргону можна контролювати вміст у сталі вуглецю, марганцю і кремнію, що необхідно контролювати за довідником хімічного складу залежно від марки сталі.

Продувка аргоном приводить до зменшення параметра кристалічних ґрат твердого розчину з 0,35664 до 0,35653 нм і зростанню щільності з 8,3469 до 8,3595 г/см<sup>3</sup>, хоча концентрація газів і неметалічних включень після продувки практично не змінюється. Після продувки зростає ударна в'язкість і пластичні властивості металу. Загальним для всіх оброблених сталей є не тільки підвищення їхньої в'язкості, але й збільшення питомої роботи деформації, що характеризує в'язкість матеріалу твердих зразків. У міру підвищення однорідності розплаву й відповідно зменшення дефектності кристалічної структури твердого зразка умови для рівномірного розсіювання механічної енергії, повідомлюваній системі, виявляються більше сприятливими. Пластичність і стійкість металу стосовно руйнівних навантажень зростає.

За допомогою блоку контролю витрати аргону можна точно регулювати хімічний склад. Блок контролю аргону дозволить знизити: витрати аргону, витрати електроенергії на нагрів газів, що відходять, а також підвищить якість сталі.

## 4 ОБІРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Алгоритм процесу продувки агрегату піч-ківш наведено на рис. 4.1.

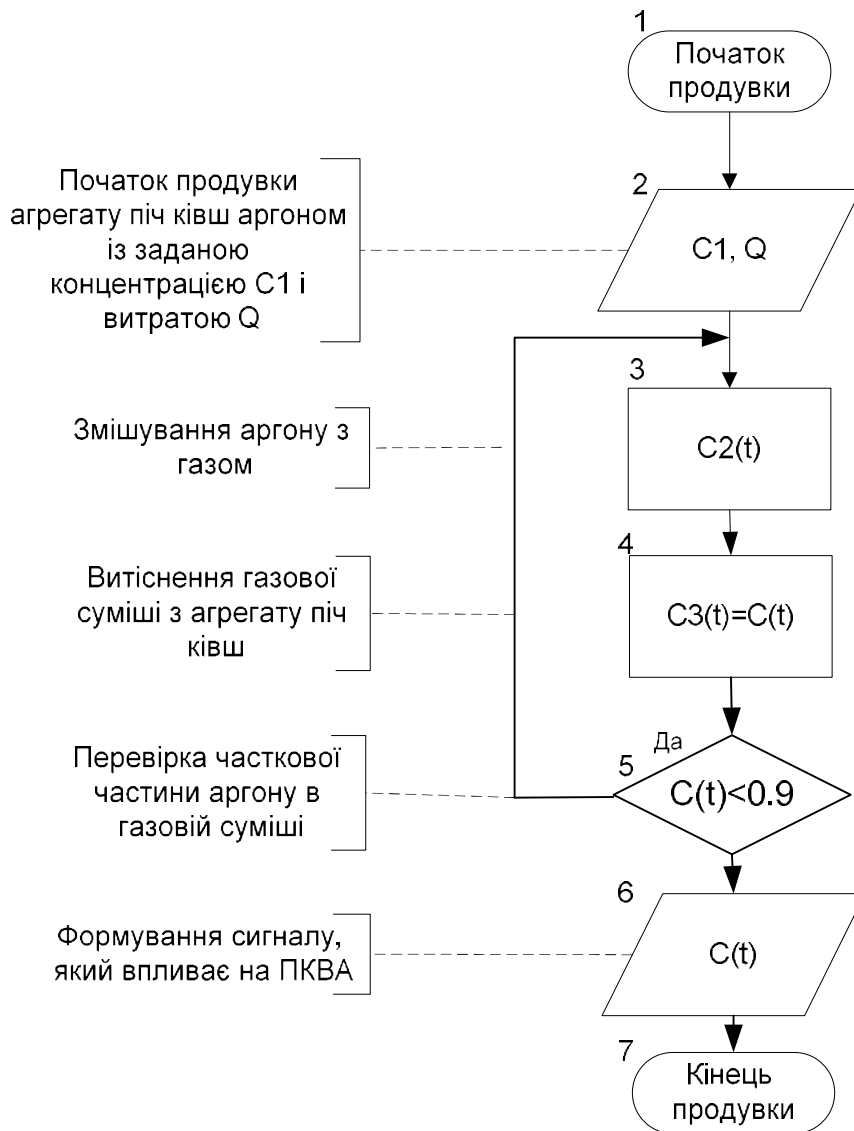


Рисунок 4.1 - Алгоритм процесу продувки агрегату піч ківш аргонм

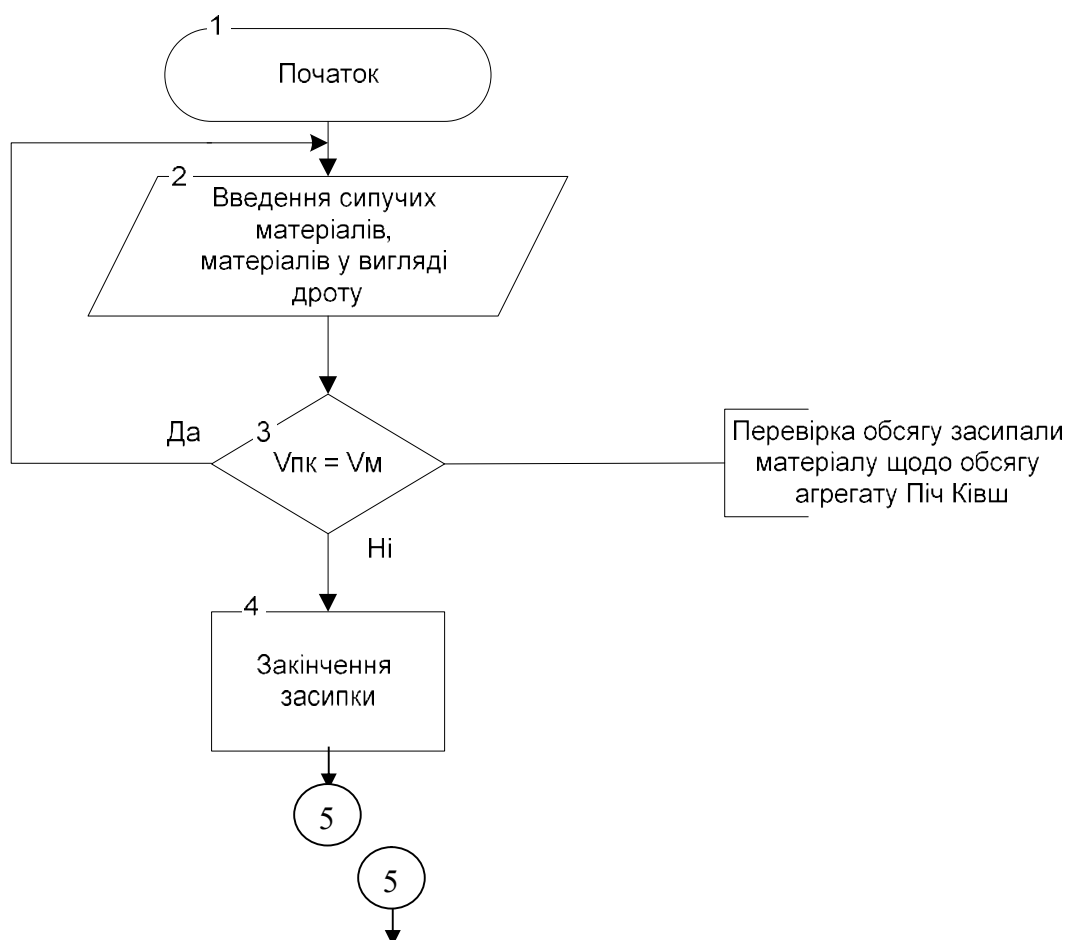
Потік газу з витратою  $V$  і концентрацією  $C_0(\tau)$  надходить в 1- у комірку ідеального змішання обсягом  $v_1$ . У цю же комірку також надходить потік аргону  $Ar$  з витратою  $Q$  і концентрацією  $C_1(\tau)$ . Концентрація трасера в 1- й комірці й на виході з неї  $C_2(\tau)$ . Після 1- ї комірки потік попадає в ланку

ідеального витиснення обсягом  $v_2$ , концентрація трасера після цієї ланки є вихідна концентрація всієї системи  $C_3(\tau) = C(\tau)$

Робота агрегату піч-ківш починається із введення в нього сипучих матеріалів і матеріалів у вигляді дроту. Введення матеріалів здійснюється за допомогою бункерної естакади з дозуючими пристроями (для сипучих матеріалів) і трайб-апаратами (для матеріалів у вигляді дроту). Засипання виробляється поки піч-ківш не буде завантажена повністю. Потім опускається звід з електродами й починається нагрівання металу до температури плавлення  $1600^\circ\text{C}$ .

Під час обробки через днище ковшу здійснюється продувка металу аргон для перемішування металу з метою усереднення його по хімічному складі й температурі, крім цього продувка металу сприяє виведенню неметалічних включень із металу. Вдмухування газу здійснюється через дві пористі пробки.

Після досягнення заданих значень по хімічному складі й температурі, ківш із металом передають на обробку на інші агрегати або на розливання.



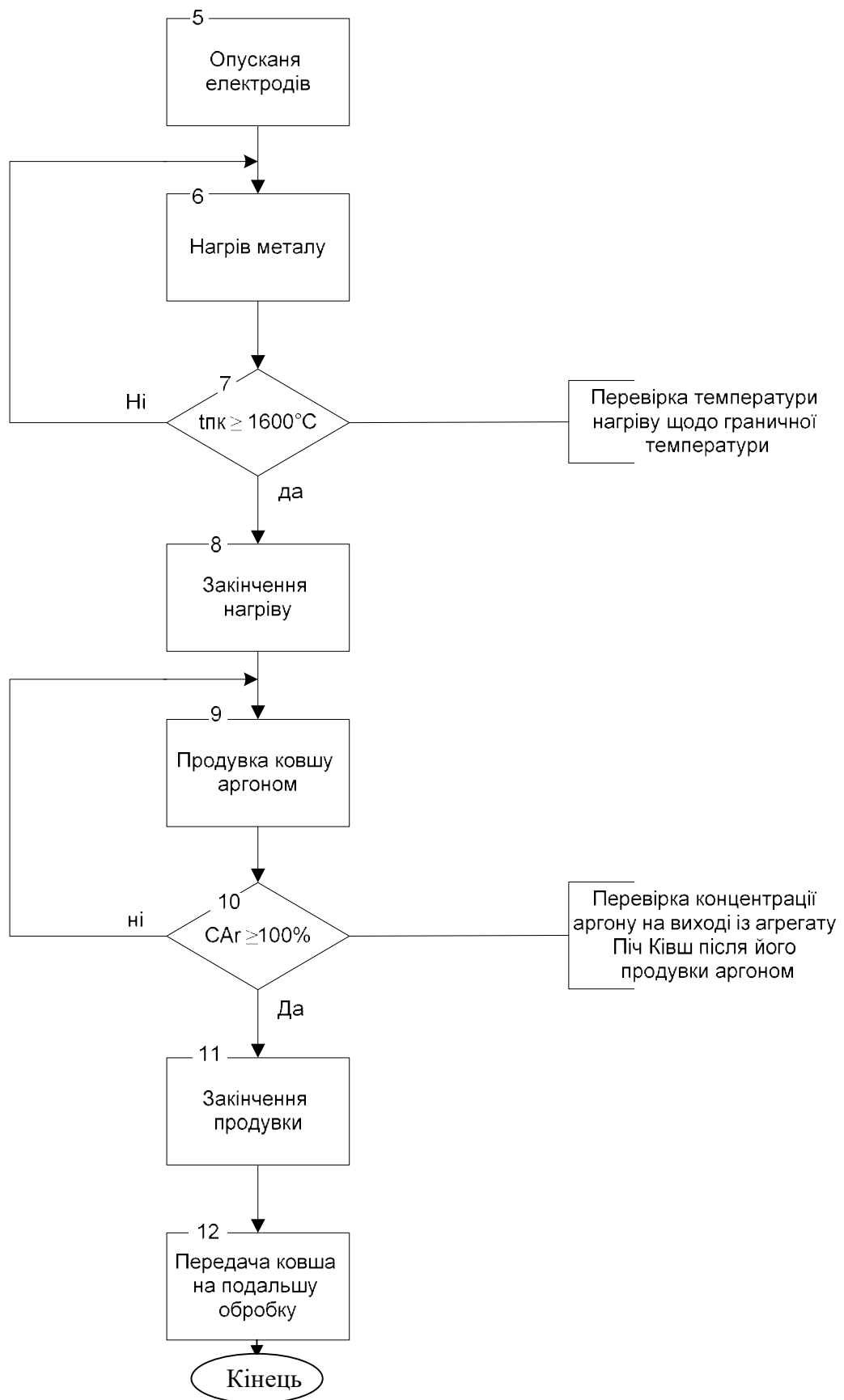


Рисунок 4.2 - Алгоритм роботи агрегату під-ковш

Складемо структурну схему блоку контролю витрати аргону (рис. 4.3).

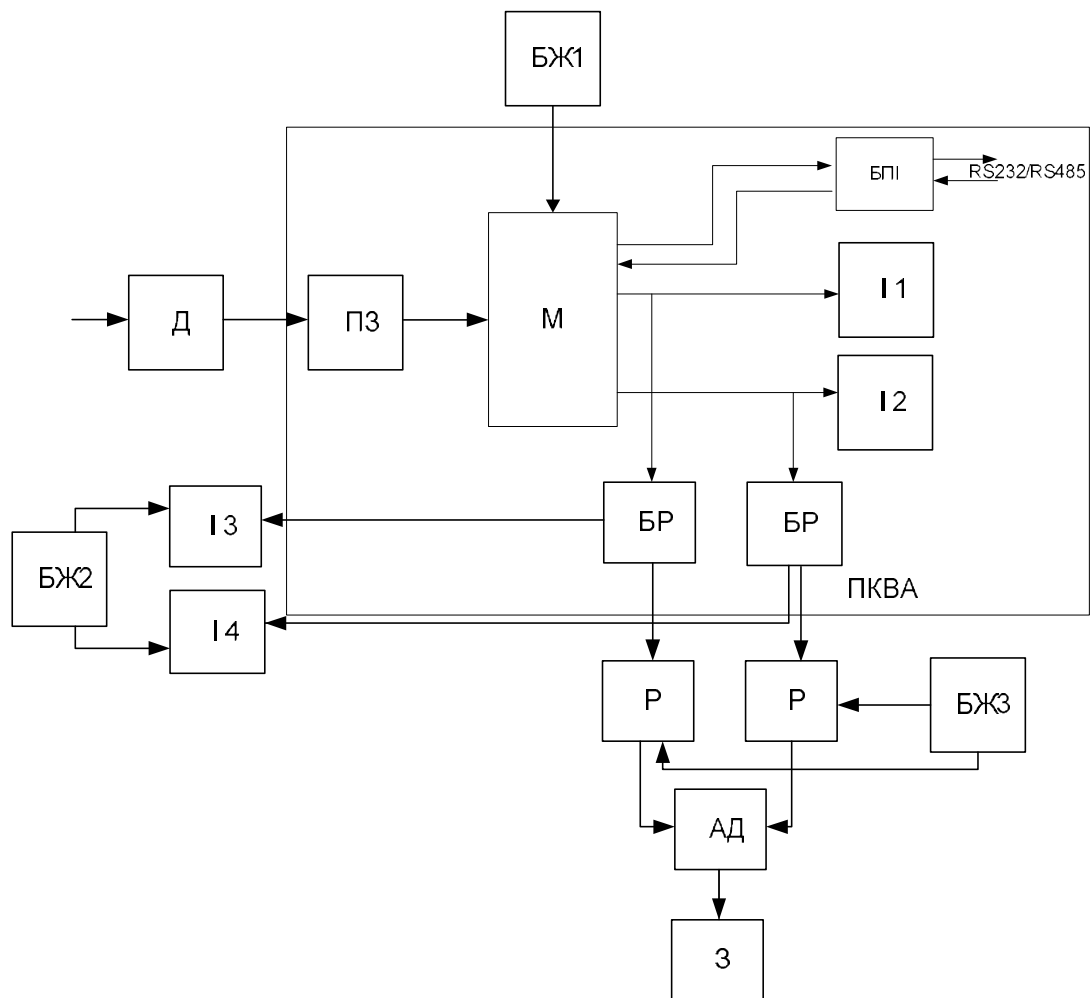


Рисунок 4.3 - Структурна схема пристрою контролю витрати аргону (Д – оптоелектричний датчик контролю концентрації аргону; ПЗ – пристрій захисту (стабілітрон); М – мікроконтролер; БЖ1, БЖ2, БЖ3 – блоки живлення (мікроконтролеру, індикаторів на пульті диспетчера, реле); БП – блок перетворення інтерфейсу; I1, I2, I3, I4 – індикатори, які показують витрати аргону; БР – блок гальванічної розв’язки; Р – реле; АД – асинхронний двигун; З – заслінка)

На оптоелектричний датчик (Д) надходить сигнал у вигляді зміни концентрації. З датчика виходить сигнал, що надходить на мікроконтролер (М), через пристрій захисту (стабілітрон) (ПЗ). Мікроконтролер (М) формує два сигнала: перший сигнал надходить на індикатор (I1) і блок гальванічної розв’язки (БР), що сповіщає що витрата вище норми, другий сигнал надходить на індикатор (I2) і блок гальванічної розв’язки (БР), що сповіщає що витрата в

нормі. Після БР сигнал надходить до індикаторів (І3, І4), які розташовані на пульті у диспетчера, а також на реле (Р). Реле замикають свої контакти и запускають асинхронний двигун (АД), який у свою чергу через редуктор керує заслінкою (З)

На підставі структурної схеми складемо функціональну схему нашого пристрою. Функціональна схема представлена на рисунку 4.4.

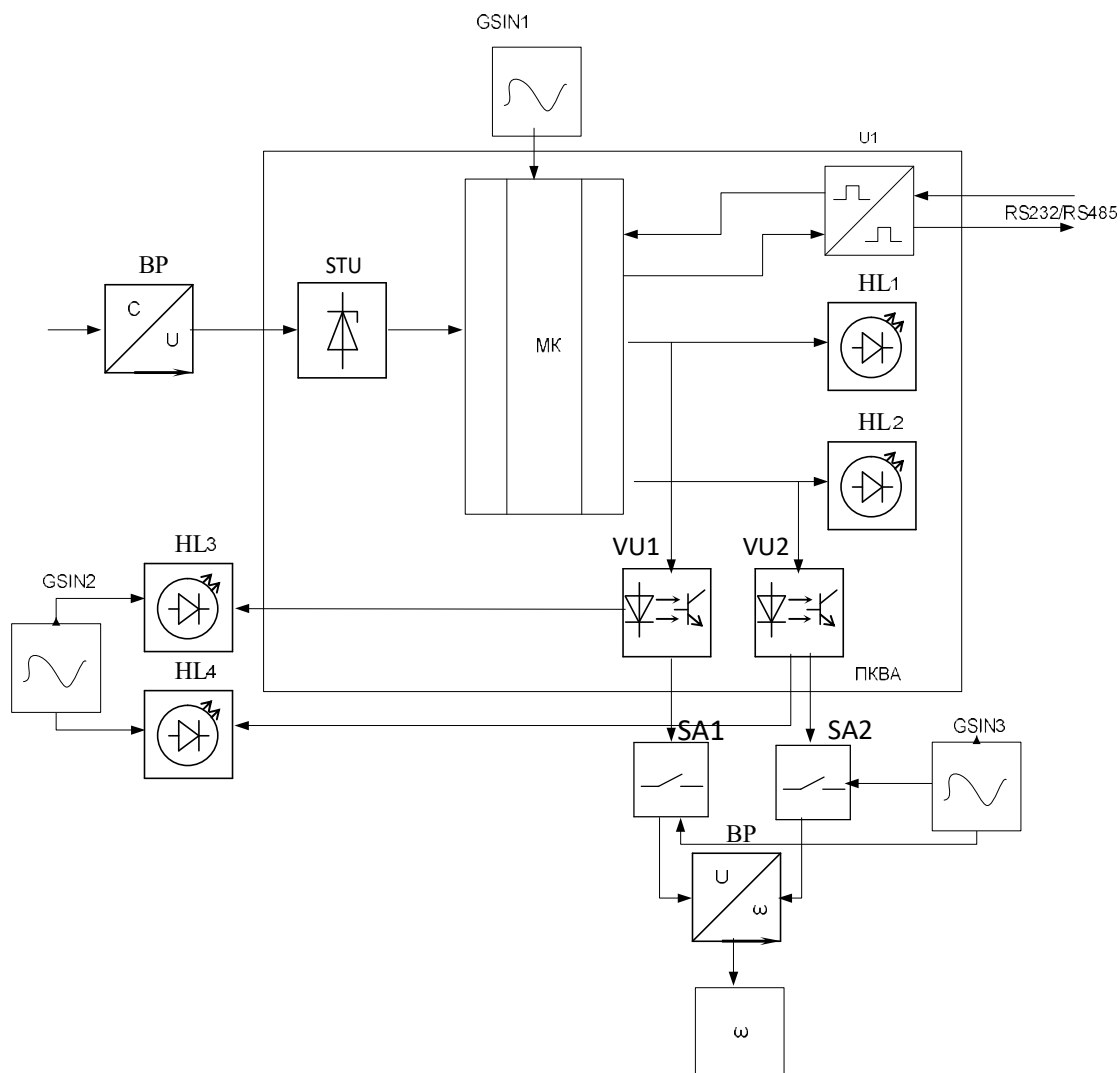


Рисунок 4.4 - Функціональна схема пристрою контролю витрати аргону

Зміна концентрації аргону надходить із датчика на мікроконтролер (М). Мікроконтролер (М) формує два сигналу: перший сигнал (U1) надходить на індикатор (HL1) і блок гальванічної розв'язки (VU1), що сповіщає що витрата вище норми, другий сигнал (U2) надходить на індикатор (HL2) і блок

гальванічної розв'язки (VU2), що сповіщає що витрата в нормі. Після гальванічної розв'язки сигнал надходить до індикаторів (HL3, HL4), які розташовані на пульті у диспетчера, а також на реле (SA1, SA2). Реле замикають свої контакти и запускають асинхронний двигун (BP), який у свою чергу через редуктор керує заслінкою ( $\omega$ )

На підставі структурної й функціональної схеми побудуємо алгоритм роботи пристрою контролю витрати аргону. Алгоритм представлений на рисунку 4.5.

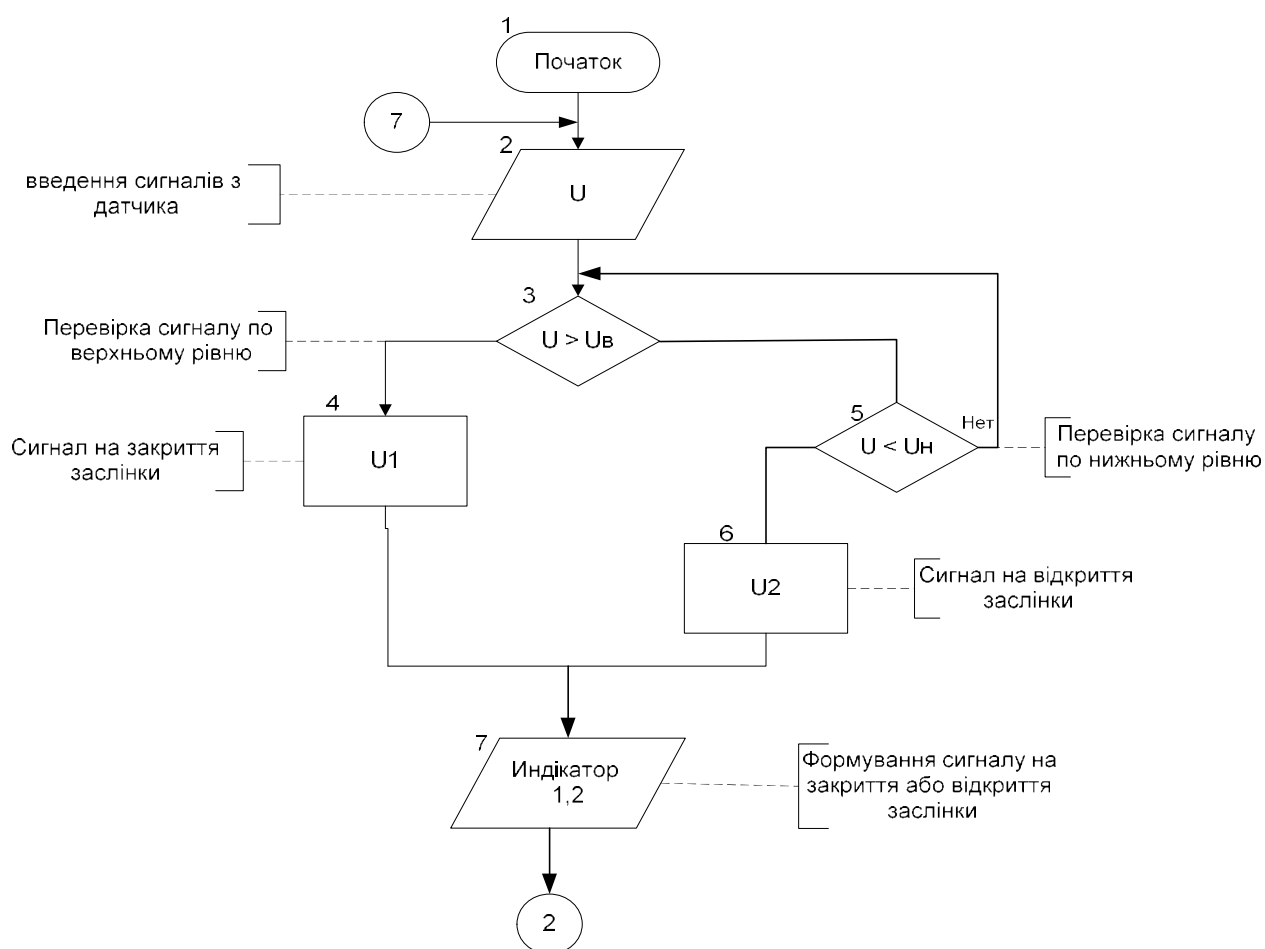


Рисунок 4.5 - Алгоритм роботи пристрою контролю витрати аргону

## 5 РОЗРОБКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Під час підготовки та проведення робіт з пристроєм повинні виконуватись вимоги діючих правил безпеки, типових інструкцій з охорони праці, експлуатаційних документів та інших нормативних документів, які діють в галузі.

Забороняється розбирати, ремонтувати та регулювати елементи пристрою, за винятком передбачених керівництвом з експлуатації.

Для проведення монтажно-налагодочних робіт пристрою автоматизації допускаються люди, що пройшли спеціальну підготовку та відповідну кваліфікацію та допущені до роботи з пристроєм.

Експлуатаційний персонал, який працює з пристроєм, повинен бути ознайомлений з будовою та правилами експлуатації пристрою, які викладені в керівництві з експлуатації.

Перед монтажем апаратури і засобів автоматизації перевіряють комплектність, роблять зовнішній огляд і ревізію внутрішнього монтажу. Для перевірки працездатності комплексу засобів автоматизації рекомендується цілком змонтувати всю апаратуру і шляхом імітації окремих режимів переконатися в правильному функціонуванні як окремих блоків, так і апаратури в цілому. Для імітації роботи необхідний генератор, що змінюється за фіксованими частотами і підсилювач.

Основні роботи при монтажі електропроводок передбачають розбивку трас з розміткою місць установки кріпильних, захисних, розгалужених і інших елементів на будівельних конструкціях, технологічному й іншому устаткуванні; підготовку траси до установки конструкцій електропроводки, пробивання прорізів, отворів, ніш; установка виробів для кріплення, прокладка і закріплення проводів і кабелів у конструкціях.

З'єднання і приєднання проводів і кабелів виконують у сполучних і розгалужених коробках, усередині корпусів електроустановочних виробів, апаратів і машин, у спеціальних нішах будівельних конструкцій. Проводи і

кабелі з'єднують і приєднують у місцях, доступних для огляду і ремонту. У місцях приєднання вони не повинні піддаватися дії механічних зусиль і мати запас, що забезпечує можливість повторного з'єднання.

У поверхневих установках основні елементи автоматизації розташовують у щитах, панелях і пультах, що є сполучною ланкою між об'єктом керування й оператором.

У приміщеннях з великою запиленістю і високою вологістю, можливістю механічних ушкоджень апаратів і проводів, а також для захисту обслуговуючого персоналу від дотику до струмоведучих частин апаратів і зборок застосовують щити шафового типу.

Проводка в щитах виконується проводами з мідними жилами, що прокладаються відкрито чи джгутами вертикально по найкоротших відстанях так, щоб не закривати доступ до контактів і кріпильних пристроїв. Відстань між закріпленими джгутами на прямих ділянках повинна бути не менш 300 мм і 50-55 мм до і після повороту. Перехід джгута з нерухомої частини на рухливу (раму, двері, кришку і т.д.) виконується багатодротовими проводами і повинний мати компенсатор, що працює на крутіння. При повороті рухливої частини джгут проводів не повинний торкатись елементів щита. Якщо ця вимога не виконується, то він повинний бути захищений у місцях торкання від ушкоджень.

Розроблений апарат повинен бути розташований у шафі призначеному для монтажу промислових контролерів, додаткові трансформатори, автоматичні вимикачі, а також устаткування автоматики - пускачі, кнопки та ін..

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ

Лабораторією хімічного аналізу регулярно проводиться контроль над станом повітря в цехах АКХЗ, щоб зміст шкідливих газів і пар у повітрі робочої зони не перевищувало гранично припустимих норм концентрації. Для досягнення цих норм здійснюються наступні заходи: автоматизація й механізація технологічних операцій і виробничого процесу в цілому, застосування вентиляції й очищення повітря. Всі робочі місця в цехах забезпечені мережею витяжної вентиляції, що забезпечує підтримку сталості повітрообміну.

Гігієна праці й виробнича санітарія представляють комплекс заходів, спрямованих на поліпшення умов праці, усунення несприятливих факторів, що негативно діють на стан здоров'я персоналу, що виключають або знижують імовірність виникнення професійних захворювань.

Нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці досягається застосуванням технічних засобів забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, стану повітряного середовища, освітленості, припустимого рівня шуму, радіоактивності, застосуванням ефективних засобів індивідуального захисту від небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Для захисту від шуму й вібрації на виробництві застосовують ряд мір: по можливості використовують нависати встаткування, на діючому встаткуванні вчасно роблять заміну зношених підшипників і інших обертових частин, використовують звукоізолюючі кожуха. Для зменшення вібрації застосовують різного роду арматури й виброгасники. Якщо не представляється можливим знизити рівень шуму до безпечних меж, що обслуговує персонал постачають противошумовими навушниками, а також спеціальними вкладишами у вушну раковину.

Праця робітників при експлуатації машин і механізмів організується відповідно до технологічних інструкцій. Обслуговування технологічного встаткування здійснюється чергово-ремонтним персоналом цеху, що раз у рік

повинен проходити перевірку знань по техніці безпеки й правилам роботи з технологічним устаткуванням.

Відносно самих машин і механізмів необхідно виконувати ряд правил по їхній облаштованості: зубчасті й ланцюгові передачі повинні мати стаціонарні огороження; знімні огороження й двері в них повинні мати блокування з пусковими пристроями встаткування; площадки постійного обслуговування виконуються шириною не менш одного метра й повинні мати не менш двох виходів; площадки, розташовані на висоті шістдесятьох сантиметрів і більше від рівня підлоги, перехідні містки, сходи, колодязі, прорізи повинні бути перекриті або мати спеціальне огороження висотою не менш дев'яносто сантиметрів із суцільний ошипуванням по низі на висоті чотирнадцять сантиметрів.

Відкриті частини, що рухаються, устаткування, розташовані на висоті два з половиною метра й нижче від рівня підлоги або доступні для випадкового дотику робітниками захищаються суцільним або сітчастим огороженням з розміром осередку сітки до двадцяти міліметрів. У місцях, що піддаються тепловипромінюванню, виконується захист металоконструкцій і встаткування за допомогою загороджувальних щитів.

#### Заходи щодо пожежної безпеки

Високі температури при коксуванні, наявність систем змащення механізмів, велика кількість електроустаткування - все це вимагає підвищеної уваги до пожежної безпеки. Всі кабельні тунелі й шахти, приміщення пультів керування постачені автоматичними системами пожежогасіння з використанням розпилення вогнегасної речовини. Контроль над станом приміщень здійснюється за допомогою радіаційних датчиків, що спрацьовують на задимленість і теплові датчики, що реагують на підвищення температури й поява полум'я. При відпрацьовуванні цих датчиків на пожежу автоматично в контрольовані приміщення подається вогнегасна речовина.

У прольотах цехів, на сходових площадках установлюються пожежні

гідранти, а в приміщеннях і на робочих місцях обладнаються пожежні щити з ручними засобами пожежогасіння: вогнегасники (ОУ-15, ОУ-10, ОХЛ-10), пісок. Для гасіння пожеж в електроустановках дозволяється застосовувати тільки порошкові й вуглекислотні вогнегасники типу ОУ. Мастильні, легкозаймисті речовини зберігаються в щільно закритих посудинах у спеціальних приміщеннях. Для швидкого повідомлення служби пожежної охорони про виникнення пожежі в цеху обладнаний прямий зв'язок робочих місць із диспетчером цеху, а також пожежна сигналізація.

За протипожежний стан кожного приміщення призначається відповідальна особа із числа ІТП. З усіма робітниками щокварталу проводяться протипожежні інструктажі.

#### Захист від поразки електричним струмом

Безпека обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом забезпечується дотриманням норм і правил проектування, а також виконанням заходів, передбачених ПУЕ, ПТБ і ПТЕ.

Наявність струмопровідного пилу, підвищена вологість, струмопровідні підлоги дозволяють класифікувати виробничі приміщення коксових цехів у відношенні можливості поразки електричним струмом як приміщення з підвищеною небезпекою. Для забезпечення електробезпечності персоналу, що обслуговує електроустаткування, і робітників виробництва в цілому виконується ряд конкретних заходів: Для запобігання випадкового дотику й влучення сторонніх предметів відкриті токопроводи захищаються сіткою або коробами з перфорованого заліза; тролейні й кабельні тунелі повинні мати гарне висвітлення, дренажні канавки для відводу стічних вод, замки на дверях для виключення проникнення сторонніх осіб; кабелі й проведення до постів керування прокладаються в спеціальних захисних металевих рукавах і трубах. Крім цього, необхідно повсюдне заземлення металевих конструкцій, металевих корпусів електроустаткування й механізмів.

У якості заземлювачів дозволяється використовувати різні металеві конструкції, пов'язані із землею, а також спеціальні провідники, прокладені в

землі з метою забезпечення заземлення (штучні заземлювачі). Опір заземлюючого контуру визначається нормами ПУЕ й залежить від напруги електроустановки й режиму нейтралі. Вимір величини опору заземлення повинне вироблятися не рідше двох разів у рік з обов'язковим складанням акту.

## ВИСНОВКИ

Аналіз застосування існуючого обладнання показав, що параметри діючих установок відповідають нормативним вимогам.

Проведено аналіз установки піч-ківш та технологічних процесів, що мають місце при експлуатації цієї установки, як об'єктів автоматизації. Як результат, було сформульовано вимоги до системи управління процесом подачі аргону в агрегаті піч-ківш.

Розроблено алгоритм функціонування, структурна, функціональна схеми пристрою автоматичного управління процесом подачі аргону в агрегаті піч-ківш.

Новий пристрій виконано на базі мікроконтролера, що має необхідний об'єм пам'яті та швидкодію, також має зв'язок з зовнішніми пристроями, який здійснюється по промисловій інформаційній системі передачі інформації.

Розроблений пристрій автоматизації дозволить значно підвищити ефективність роботи усієї системи автоматизації сталеплавильного цеху в цілому, знизить ризик аварійності в процесі його експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Краснов Б. И. Оптимальное управление режимами непрерывной разливки стали. М., “Металлургия”, 1970 г.
2. Глинков Г.М. Теоретические основы автоматического управления металлургическими процессами.- М.: Metallurgy, 1985 г.
3. Беленький А.М. Бердышев В.Ф. Автоматическое управление металлургическими процессами, М.: Metallurgy, 1989.-384с.
4. Автоматизация металлургического производства: Тематический отраслевой сборник/ Под ред. В. С. Костогрызова.: Высшая школа, 1986.- 212с.
5. Автоматизация в черной металлургии. Туркенич Д.И., Лановская М.Р., Байнштейн Т.Л.: М.: Metallurgy, 1969. - 575с.