

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

Кафедра прикладної екології та охорони праці  
(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота/проект**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

на тему «Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві»

Виконав: студент (ка) 5 курсу, групи ЦБ-17-1б3

Спеціальності 263 «Цивільна безпека»

(назва)

Освітньої програми «Охорона праці»

(назва)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

Кучер С.А.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Цимбал В.А.

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

Рецензент проф., д.т.н. Куріс Ю.В.

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

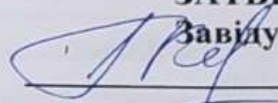
м. Запоріжжя

2022

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

Кафедра прикладної екології та охорони праці  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)  
Спеціальність 263 «Цивільна безпека»  
(шифр)  
Освітня програма «Охорона праці»  
(назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

 Завідувач кафедри  
Г.Б. Кожемякін

“ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Кучер Станіслав Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві»

керівник роботи Цимбал Віктор Анатолійович, канд. техн.наук, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” 01 2022 року № 91-с

2. Строк подання студентом 16.05.2022



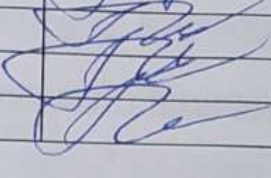
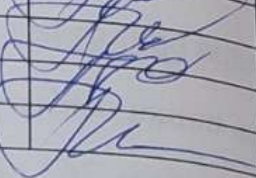
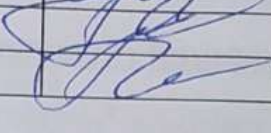
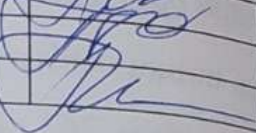
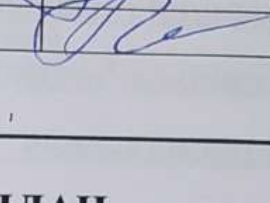
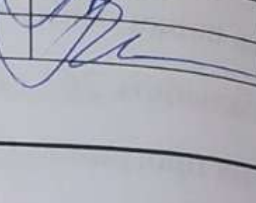
3. Вихідні дані до роботи карта умов праці горнового ливарного двору доменного цеху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, загальна частина, розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища доменного цеху, розробка заходів з електробезпеки доменного цеху, розробка заходів з пожежної безпеки доменного виробництва, висновки, список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) креслень: план доменного цеху, розріз доменного цеху, розріз доменної печі, апаратурно-технологічна схема доменного процесу з позначенням шкідливих небезпечних чинників виробництва, схема аерації доменного цеху, насадка для душування робочих місць, установка парового пожежогасіння для міжконусного простору доменної печі

6. Консультанти розділів роботи



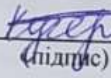
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Цимбал В.А.		
2	доцент Цимбал В.А.		
3	доцент Цимбал В.А.		
4	доцент Цимбал В.А.		

7. Дата видачі завдання 18.04.2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	18.04-23.04 2022	
2	Аналіз зібраного матеріалу	18.04-23.04 2022	
3	Виконання 1 розділу	24.04-28.04 2022	
4	Виконання 2 розділу	29.04-03.05 2022	
5	Виконання 3 розділу	04.05-08.05 2022	
6	Виконання 4 розділу	09.05-15.05 2022	
7	Розробка презентації	24.04-15.05.2022	
8	Перевірка роботи консультантами	16.05-22.05.2022	
9	Попередній захист роботи	16.05.2022	
10	Захист роботи у ЕК	27.05.2022	

Студент

  
(підпис)

Кучер С.А.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)

  
(підпис)

Цимбал В.А.

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

  
(підпис)

Белоконь К.В.

(ініціали та прізвище)

## Анотація

Кучер С.А. Кваліфікаційна робота «Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», науковий керівник В.А. Цимбал. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2022.

У кваліфікаційній роботі розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища доменного цеху. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця горнового ливарного двору. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії, розроблені заходи щодо електробезпеки доменного цеху, протипожежні заходи і засоби гасіння пожеж.

**Ключові слова:** доменне виробництво, доменна піч, чавун, аерація, пожежогасіння, шум, теплове випромінювання.

## Abstract

Kucher Stanislav. Qualifying work «Development Of Measures And Means For Labor Protection In Blast-Furnace Production».

Scientific supervisor is V.A. Tsymbal of qualifying work for obtaining bachelor's degree on specialty № 263 «Civil protection». Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2022.

In the qualifying work, potential dangerous and harmful factors of the production environment of the blast furnace shop are considered. The hygienic characteristics of the labor process and the assessment of the factors of the working environment of the working place of the mining foundry are given. Technical

solutions for industrial sanitation have been implemented, measures for electrical safety of the blast furnace shop, fire prevention measures and fire extinguishing agents have been developed.

**Keywords:** blast furnace production, blast furnace, cast iron, aeration, fire extinguishing, noise, thermal radiation.

## ЗМІСТ

ВСТУП . . . . .	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА . . . . .	10
1.1 Обладнання доменної печі . . . . .	10
1.2 Обладнання доменного цеху . . . . .	12
1.2.1 Ливарні двори та піддоменники доменних печей . . . . .	15
1.2.2 Завантажувальні пристрої доменних печей . . . . .	16
1.2.3 Рудний двір . . . . .	18
1.2.4 Бункерна естакада . . . . .	19
1.2.5 Повітронагрівачі доменних печей і повітродувна станція . . . . .	20
1.2.6 Ділянки й відділення доменного цеху . . . . .	21
1.2.7 Відділення для готування вогнетривких мас (глином'ялка) . . . . .	22
1.2.8 Розливочне відділення . . . . .	23
1.3 Сировина для виплавки чавуну . . . . .	24
1.4 Технологічний процес доменного виробництва . . . . .	26
1.4.1 Апаратурно-технологічна схема доменного процесу . . . . .	26
1.4.2 Сутність доменного процесу . . . . .	28
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ ВІД ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА ДОМЕННОГО ЦЕХУ . . . . .	36
2.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища доменного цеху . . . . .	36
2.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища доменного цеху . . . . .	40
2.3 Розрахунок аерації на ливарному дворі . . . . .	41
2.4 Розрахунок місцевої припливної вентиляції . . . . .	45
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ ДОМЕННОГО ЦЕХУ . . . . .	48
3.1 Електробезпека доменного цеху . . . . .	48

3.2 Розрахунок пристрою захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання . . . . .	49
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА . . . . .	53
4.1 Характеристика технологічного процесу з погляду пожежної безпеки . . . . .	53
4.2 Розрахунок установки пожежогасіння . . . . .	58
ВИСНОВКИ . . . . .	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . .	63

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Доменний цех є джерелами шкідливих і небезпечних чинників виробничого процесу, які в тому або іншому ступені негативно діють або можуть відбитися в майбутньому на здоров'ї і загальному стані організму робочих цеху і населення.

У доменному цеху в результаті технологічного процесу, що супроводжується утворенням великих кількостей надмірного тепла, інфрачервоної радіації, шуму, пилу і газів - важкі умови праці. Це надає різносторонню дію на людину, його працездатність і продуктивність праці.

**Метою кваліфікаційної роботи** є розробка заходів і засобів захисту від впливу шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища доменного цеху.

Головним **завданням** даної кваліфікаційної роботи є виявити основні небезпечні чинники виробничого процесу і розробити заходи щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу.

**Об'єкт дослідження** – шкідливі та небезпечні чинники виробничого середовища доменного цеху.

**Предмет дослідження** – заходи і засоби захисту від впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників доменного цеху.

**Методи дослідження:** методи узагальнення, вибірки, системно-структурний аналіз, аналіз сучасного стану охорони праці.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розрахунки, проведені в роботі, можна застосовувати у галузі охорони праці в доменних цехах. Матеріали роботи можуть бути впроваджені у навчальний процес кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету при виконанні лабораторних і практичних робіт з дисциплін: «Виробнича санітарія», «Пожежна безпека», «Електробезпека», «Основи охорони праці».



**Особистий внесок автора.** Особистий внесок автора полягає в проведенні теоретичних досліджень, обробці отриманих результатів, формулюванні основних наукових положень і висновків.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота включає 64 сторінки тексту, 12 рисунків, 1 таблиця, 21 використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Обладнання доменної печі

Агрегатом для здійснення доменного процесу служить піч шахтного типу. Одержання чавуну здійснюється в доменній печі. Її розріз показаний на рисунку 1.1. Доменна піч – противоточний агрегат. Зверху завантажуються сирі матеріали (залізна руда, паливо, флюси), а в нижню частину через фурми подають нагріте повітря і рідке або газоподібне паливо. Отримані від спалювання палива гази проходять через стовп шихти і віддають їй свою хімічну теплову енергію. Рудна шихта, яка опускається, нагрівається, відновлюється і плавиться.

Внутрішній обрис печі по вертикальному перерізі називають профілем. У горизонтальному перетині піч кругла. Верхня циліндрична частина профілю 6 називається колошником і призначена для завантаження матеріалів. Нижче розташовується шахта 5, що представляє собою конус, який розширюється до низу. Це розширення необхідне для полегшення опускання твердих матеріалів через збільшення їхнього обсягу при нагріванні.

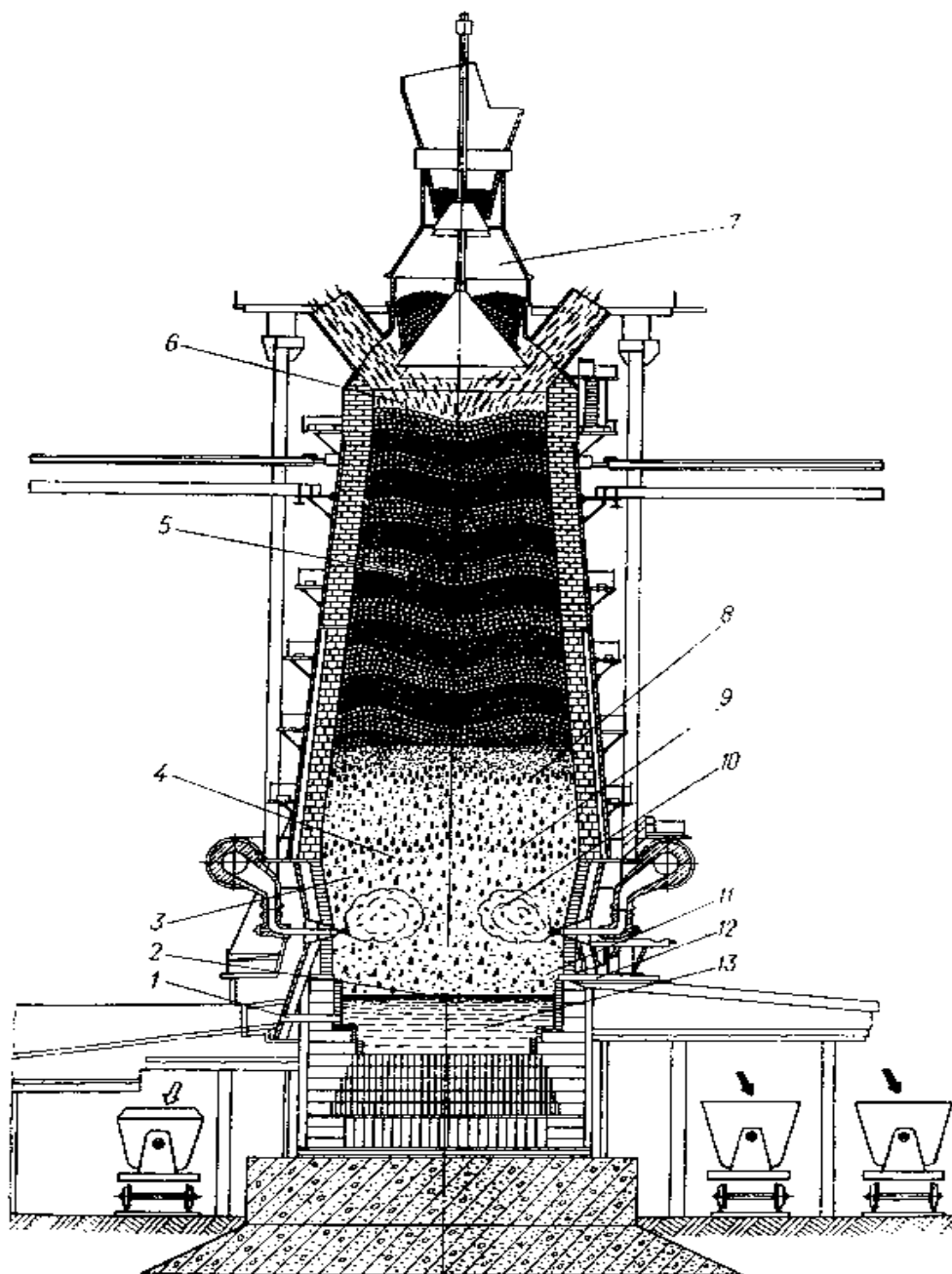
До нижньої частини шахти примикає сама широка циліндрична частина, в якій відбувається плавлення шихти, яка називається розпаром 4. Нижче розпару розташовані заплечики 3, які мають форму зрізаного конуса з меншою основою внизу.

Нижньою частиною профілю є циліндричне горно 2, в якому відбувається горіння коксу і збираються рідкі продукти плавки.

У верхній частині печі розташовуються газовідводи і засипний апарат, за допомогою якого шихтові матеріали розташовуються по поперечному перерізі колошника.

Доменна піч зовні укладена в металевий кожух, який складається з ряду циліндричних і конічних поясів. З внутрішньої сторони кожуха

знаходиться вогнетривке футерування, охолоджуване холодильниками. Верхня частина печі від розпару до колошника спирається на так зване мараторне кільце, яке лежить на колонах, а нижня частина спирається на фундамент.



1 – чавунна льотка; 2 – горно печі; 3 – заплечики; 4 – розпар; 5 – шахта; 6 – колошник; 7 – засипний апарат; 8 – горизонт утворення чавуну; 9 – горизонт утворення шлаку; 10 – зони горіння коксу; 11 – шар шлаку; 12 – шлакова льотка; 13 – шар чавуну.

Рисунок 1.1 – Розріз доменної печі

Агломерат, руда, вапняк і кокс завантажуються на колошник доменної печі спеціальним засипним апаратом 7. Призначення апарату полягає в правильному розподілі завантажуваних матеріалів по горизонтальному перетину печі. При неправильному розподілу потоки газу, проходячи через тонкий шар руди, виходитимуть з печі з високою температурою і високим вмістом відновних газів, тобто їх енергія буде використана недостатньо.

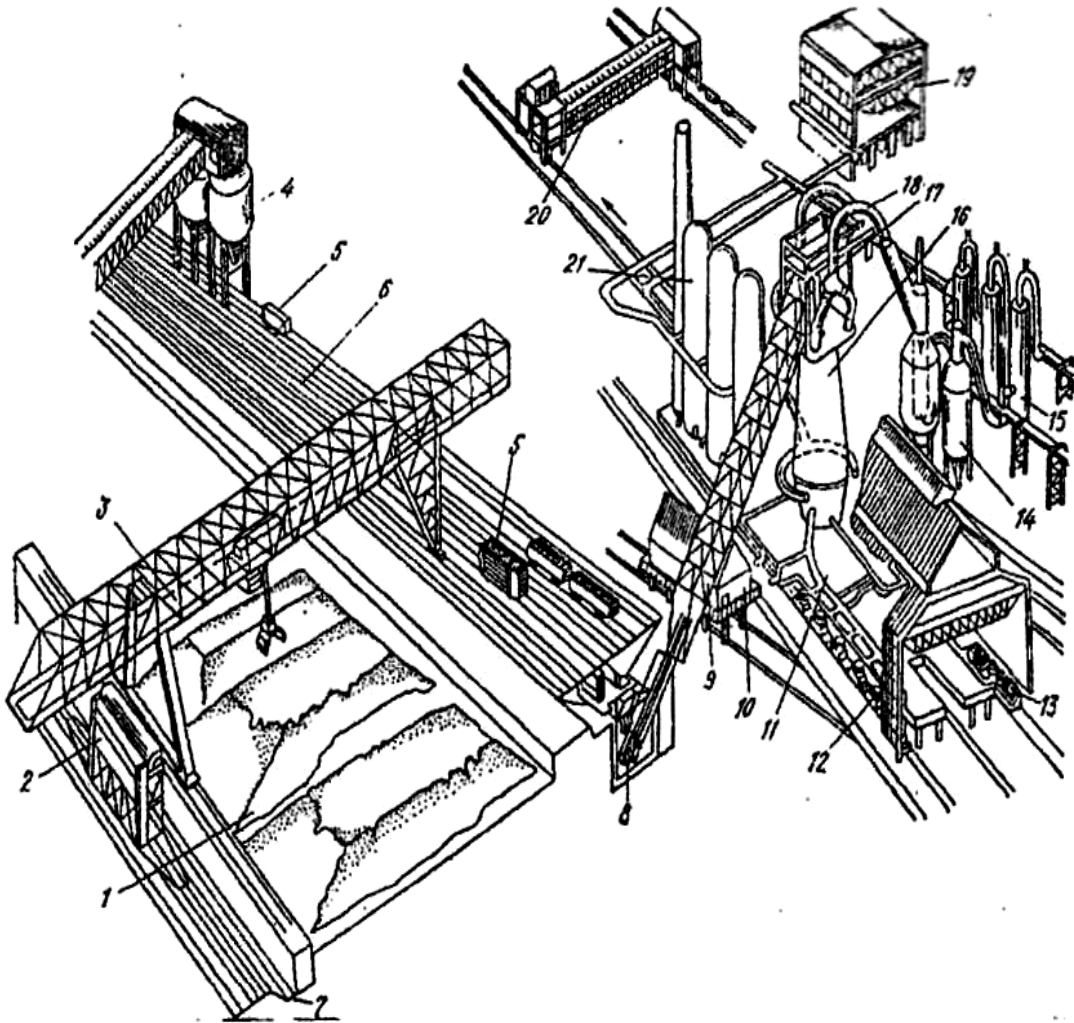
У нижній частині печі знаходяться фурмені пристрої, через які подається нагріте дуття і добавки газоподібного, рідкого або пиловугільного палива. Рідкі продукти плавки безперервно стікають вниз в горно печі, у якому розташовані льотки для випуску чавуну 1 і для випуску шлаку 12.

Внаслідок горіння коксу в горні і зменшення об'єму шихти через плавлення чавуну і шлаку, завантажені на колошник матеріали безперервно опускаються в нижню частину печі. Назустріч матеріалам, які опускаються, рухається потік відновних газів. Доменний процес є відновним протivotочним процесом, тому що він полягає у взаємодії матеріалів, які опускаються зверху вниз, і потоку, що піднімається знизу вгору нагрітих відновних газів, які утворюються в горні при горінні коксу [1-3].

## **1.2 Обладнання доменного цеху**

Доменний цех включає доменні печі з розташованим поблизу їх комплексом об'єктів (ливарний двір, повітронагрівачі з газоповітряпроводами, система подачі шихти до колошникового завантажувального пристрою, система газоочищення); бункерну естакаду; систему транспортних шляхів, газопроводів і ряд загальних для цеху або декількох печей відділень – відділення розливання чавуну, склад холодного чавуну, повітродувна станція доменного дуття, відділення готування вогнетривких мас (глином'ялка) і ремонту чугуновозів і шлаковозів; допоміжні відділення – ремонтні майстерні, електропідстанція і ін. [2].

Панорама доменного цеху показана на рисунку 1.2.



1 – штабель матеріалів; 2 – баштовий вагоперекидач; 3 – кран-перевантажувач; 4 – бункер коксоподачі; 5 – перевантажувальний вагон; 6 – бункерна естакада; 7 – траншея для розвантаження вагонів; 8 – скіпова яма; 9 – скіповий підйом; 10 – машинний будинок; 11 – ливарний двір; 12 – шлаковози; 13 – чавуновози; 14 – пиловловлювач грубого очищення газу; 15 – апарати тонкого очищення газу; 16 – доменна піч; 17 – колошниковий пристрій; 18 – газовідводи; 19 – повітродувна станція; 20 – розливочна машина; 21 – повітрянагрівачі.

Рисунок 1.2 – Панорама доменного цеху з рудним двором

Розташування всіх доменних печей – острівне. Усі печі розташовані в лінію і мають загальний рудний двір і бункерну естакаду.

Основними лініями вантажопотоків є: вантажопотоки шихтових матеріалів до бункерної естакади з агломераційних фабрик, фабрик окомковання, коксохімічного цеху й ряду інших джерел постачання за межами заводу; вантажопотоки матеріалів від бункерної естакади до колошникового завантажувального пристрою; вантажопотоки збирання продуктів плавлення – чавуну, шлаків, колошникового пилу; збирання коксового дріб'язку; вантажопотоки матеріалів, використовуваних при ремонтах об'єктів цеху; трубопровідна подача до печей кисню й природного газу й відвід колошникового газу. Зовнішні транспортні зв'язки здійснюються за допомогою залізничного транспорту. У середині комбінату міжцехові транспортні зв'язки здійснюються за допомогою залізниці, а також трубопроводом. Підйом матеріалів на колошник доменної печі здійснюється скіповим підйомником. Транспортні зв'язки показані на рисунку 1.3.

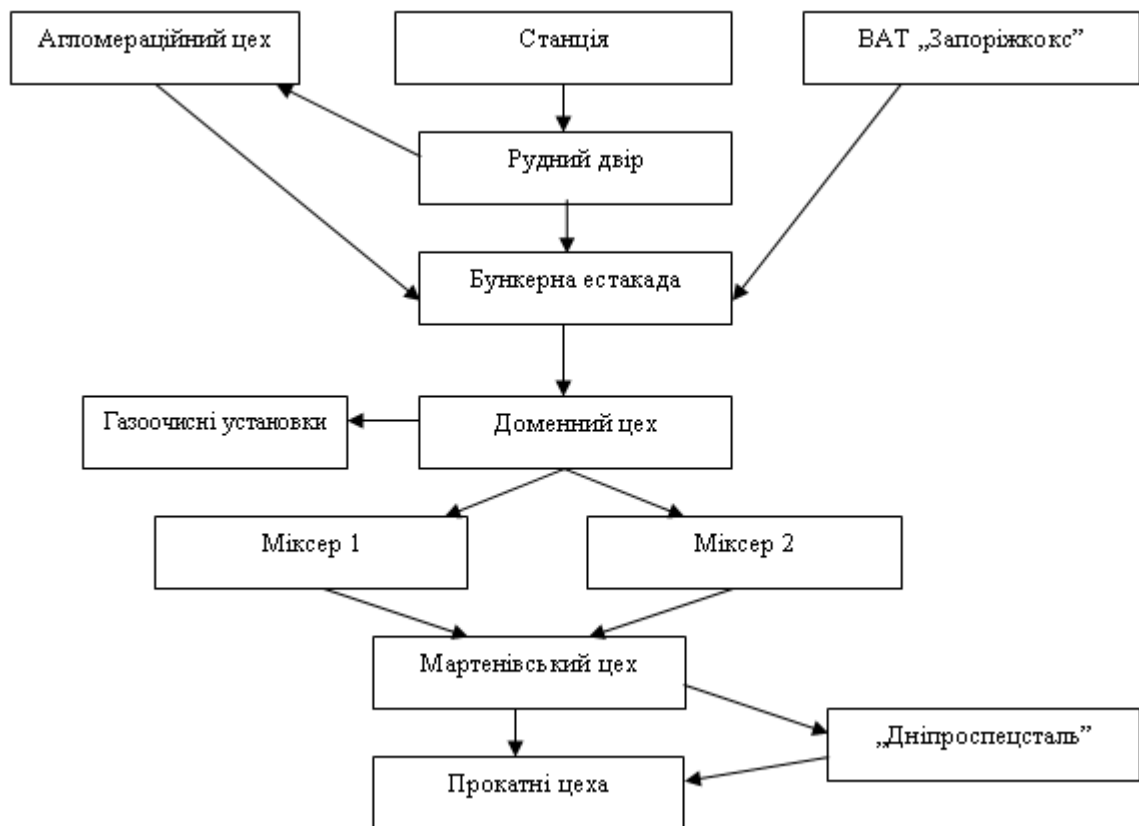


Рисунок 1.3 – Транспортні зв'язки



Основний вантажопотік із рудного двору: рудний двір – трансферкари – агломераційний цех. Допоміжний: рудний двір – трансферкар – бункера бункерної естакади домни.

### **1.2.1 Ливарні двори та піддоменники доменних печей**

Усі доменні печі мають свій ливарний двір, що обслуговується електромостовим краном вантажопідйомністю 20/5 тонн і 15/3 тонн для доменної печі №1.

Ливарний двір 11 (рис. 1.2) являє собою будинок, що споруджується внизу доменної печі, з робочою площадкою, розташованою трохи нижче чавунних льоток і призначеною для розміщення жолобів, по яких рідкий чавун з льоток надходить у ковші чавуновозів, а шлаки – у ковші шлаковозів або до установок припичної грануляції. Робочу площадку розташовують на висоті, що дозволяє розмістити нижче її хитні жолоби й під ними чавуновози й шлаковози, які перемішуються по шляхам на нульовому рівні. На площадці ливарного двору розташовують також механізми для розкриття й закладення чавунних льоток, зміни фурм, обслуговування жолобів; пульти керування механізмами; засіку для піску, глини, вогнетривких мас.

Робоча площадка ливарних дворів виконана із залізобетонних плит, що опираються на колони, покритих засипанням з піску й іноді зверху шаром шамотної цегли.

Жолоби складені з окремих литих чавунних секцій, що опираються на кладку із цегли. Жолоба для чавуну футерують шамотною цеглою й перед випуском заправляють піском або спеціальними масами. Жолоб, що йде від чавунної льотки до шлаковідділяючого пристрою (плити або скіммера), називають головним і йому надають ухил 7-10 %, чавунні жолоби мають ухил 5-7 %, шлакові – 6-8 %. Перетин жолобів вибирають із урахуванням максимальної кількості чавуну й шлаку, що проходить по них під час випуску. Для розподілу чавуну й шлаку по ковшах над жолобами встановлені

відсічні пристрої.

Шлакові та чавунні льотки доменних печей обслуговуються наступними механізмами: свердлильною машиною з дистанційним керуванням, електрогарматою типу Э-6-050 УЗТМ, шлаковими стопорами з пневмоприводами. На доменній печі № 3 установлені нові, гідравлічні гармата та бурмашина конструкції Дніпрогіпромеза. Для підйому кришок головного жолобу мається маніпулятор.

Зміна сопіл і фурм робиться вручну. Для полегшення робіт при заміні фурм сопла підвішені на радіальних монорейках. Мається кільцева монорейка для подачі сопіл, фурм і вогнетривких мас за допомогою електротельфера.

На доменних печах для розливання чавуну та шлаку маютьься хитні жолоби. Пересування ковшів у цьому випадку здійснюється лебідкою.

Випуск чавуну здійснюється за графіком, у якому регламентується час початку і закінчення випуску. На доменних печах виробляється дванадцять випусків у добу.

### **1.2.2 Завантажувальні пристрої доменних печей**

Завантаження всіх доменних печей здійснюється за допомогою двошляхових похилих скіпових підйомників 9 (рис. 1.2).

Основними елементами скіпового підйомника (рис. 1.4) є: похилий міст 5, два, що переміщаються по мосту скіпа 3, скіпова лебідка 1 та система канатів 4 і блоків для підвіски й переміщення скіпів. Похилий міст являє собою зварену просторову металоконструкцію, усередині якої прокладені два рейкових шляхи 7, по яких рухаються скіпи. Кут нахилу мосту до обрїю становить 47-54°, а на ділянці скіпової ями 6 досягає 60° Похилий міст має дві опори – фундамент у скіпової ями й колону 2 (пілон), що опирається на фундамент доменної печі.

Скіп являє собою зварену сталеву коробку прямокутного перетину з

відкритим переднім торцем і закругленим дном. Для переміщення по рейках він має передні й задні скати (колеса). Переміщення скіпів забезпечує скіпова лебідка 1, розташована в машинному залі під похилим мостом.

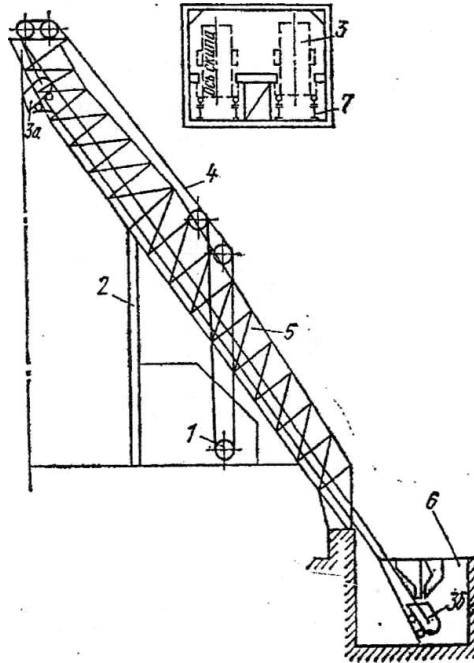


Рисунок 1.4 – Схема скіпового підйомника

Скіпи з'єднують канатами з барабаном скіпової лебідки в такий спосіб, що забезпечується зрівноважування скіпів; при русі навантаженого матеріалами скіпа нагору порожній скіп опускається вниз, у скіпову яму.

Завантаження матеріалів у скіп 3б відбувається в скіповій ямі б, розвантаження – на колошнику в прийомну лійку засипного апарата шляхом перекидання (нахилу) скіпа 3а. Перекидання скіпа відбувається внаслідок того, що передні скати скіпа рухаються по рейках, що загинаються донизу, а задні переходять на більше широку колію, що загинається догори. Час підйому (опускання) скіпа звичайно становить 35-45 с., швидкість руху по мосту досягає 3-4 м/с [3].

На доменних печах установлені бесконусний засипний апарат та трьохконусні засипні апарати.

### 1.2.3 Рудний двір

Рудний двір призначений для створення запасу сировини постійної якості, усереднення його при штабелюванні і заборі в трансферкари агломераційного і доменного цехів.

Рудний двір (рис. 1.2) являє собою розташовану уздовж лінії доменних печей площадку довжиною 560 м і шириною 58 м, обмежену з однієї сторони бункерною естакадою 6, а з іншого боку – прийомною траншеєю 7. Матеріали зберігаються в штабелях 1, їхня ємність і площа двору розраховують на забезпечення роботи цеху протягом 1,5-2 місяця. Бетонувана прийомна траншея 7 служить для розвантаження поступаючих матеріалів; уздовж її прокладена залізнична колія для вагонів, що прибувають, і по ширококолінному рейковому шляху переміщається баштовий вагоноперекидач 2 вантажопідйомністю 150 тонн. Продуктивність вагоноперекидача коливається від 26 до 30 вагонів, що розвантажуються, у годину.

Вся площа рудного двору обслуговується грейферним краном-перевантажувачем 3, що пересувається уздовж двору над штабелями. Прибуваючі на розвантажувальний шлях відкриті вагони з матеріалами приймає баштовий вагоноперекидач 2 і перевертає їх догори колосами, висипаючи матеріал у прийомну траншею 7. Із траншеї матеріали перевантажують у штабель грейфером крана-перевантажувача. Для подачі матеріалів до печей порцію потрібного матеріалу захоплюють грейфером зі штабеля й подають у перевантажувальний вагон 5, що переміщається по рейках бункерної естакади 6 і розвантажує матеріал у бункер.

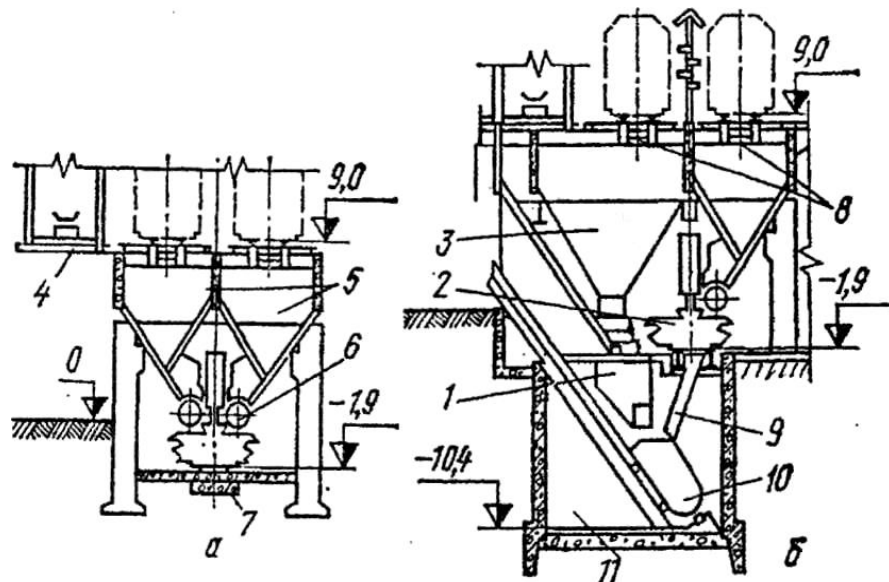
Транспортне господарство, що забезпечує своєчасне завантаження сирими матеріалами бункерів на бункерній естакаді шихтових бункерів аглофабрики складається з чотирьох рудних (вантажопідйомність 50 т) і трьох коксових (вантажопідйомністю 30 т) трансферкарів.

### 1.2.4 Бункерна естакада

Бункерна естакада призначена для зберігання біля печі необхідного оперативного запасу матеріалів, їхнього приймання, а також механізації набору й передачі матеріалів до колошникового підйому. Бункерна естакада являє собою витягнуте уздовж цеху й фронту печей, що піднімається на 9-12 м над рівнем заводської підлоги, залізобетонне спорудження, що складається з ряду окремих бункерів і їхнього устаткування. Розташовують естакаду поблизу печей з боку скіпових підйомників.

Поперечний розріз естакади, обладнаної вагон-вагами, показаний на рисунку 1.5. Бункера в естакаді розташовані у два ряди. Над бункерами прокладені дві залізничні колії 8 для доставки агломерату й добавок у бункери 5. Стрічковий конвеєр 4 служить для доставки коксу в бункери 3.

Під бункерами прокладений рейковий шлях 7 для вагон-ваг 2, що доставляють матеріали від бункерів 5 до скіпової ями 11. Бункери обладнані барабанными затворами 6 для видачі матеріалів у вагон-ваги.



а – поперечний розріз по бункерам; б – по скіповій ямі.

Рисунок 1.5 – Бункерна естакада з вагон-вагами

Під бункерами естакади проти печей перебувають скіпові ями 11, куди встановлюються скіпи 10 для прийому матеріалів, які видаються з вагон-ваг через напрямний лоток 9 або коксу, видаваного з бункерів 3 через вагову лійку 1. Коксові бункери розташовують над скіповою ямою для того, щоб зменшити число перевантажень коксу, при яких він подрібнюється у зв'язку з низькою міцністю.

Іншим різновидом естакад є такі, у яких матеріали від бункерів 5 доставляють до скіпа за допомогою поздовжнього конвеєра. Бункера в таких естакадах розміщують як у два, так і в один ряд і обладнують електровібраційними живильниками й грохотами для видачі матеріалів на конвеєр. Доставку матеріалів у бункери такої естакади здійснюють як конвеєрами, так і залізничним транспортом [4].

Бункерна естакада доменного цеху дворядна, металева і залізобетонна. На естакаді мається чотири залізничні колії: шлях для подачі коксу в коксові бункери; два шляхи для подачі агломерату, руди, окатишів і ін. добавок у рудні бункери; консольний шлях для вивантаження прибуваючих у залізничних вагонах матеріалів на рудний двір.

Агломерат подається в бункери хоперами. Кокс із коксохімічного заводу доставляється в залізничних вагонах. Привізний кокс вивантажується з вагонів у бункери доменної печі.

### **1.2.5 Повітрянагрівачі доменних печей і повітродувна станція**

Повітря, необхідне для горіння вуглецю, перед подачею в піч нагрівається до температури 1100-1200 градусів. Нагрів повітря проводиться в повітрянагрівачах 21 (рис. 1.2), які мають вид циліндричної вежі діаметром до 9 метрів і заввишки до 50 метрів. В середині сталевого кожуха викладається вогнетривка кладка.

Внутрішній простір повітрянагрівача розділений на камеру горіння і насадку. У камері горіння відбувається згоряння (палива) газу, а в насадці



акумулюється тепло в період нагріву повітрянагрівача, за рахунок якого нагрівається дуття, коли повітрянагрівач працює на режимі «дуття». Підігрів повітря і палива перед спалюванням їх у камері горіння дозволяє обходитися без природного газу та працювати тільки на доменному газі.

Робота повітрянагрівачів (переведення повітрянагрівача з «дуття» на нагрів і назад) доменних печей механізована та проводиться без витрат ручної праці.

Для подачі дуття (повітря під тиском) до повітрянагрівачів і від них до фурм доменних печей служать повітродувні станції 19 (рис.1.2), що представляють собою окремих будинок із установленими в ньому повітродувками. Повітродувні станції розташовують на деякій віддаленні від печей, де повітря менш забруднене пилом, і з'єднують із повітрянагрівачами повітропроводом, що опирається на колони.

### **1.2.6 Ділянки й відділення доменного цеху**

На заводі загальноприйнятою є ковшове збирання чавуну від доменних печей. Для прийому чавуну від печей і його транспортування застосовують відкриті грушоподібні ковші й ковші міксерного типу. У міксерних ковшах чавун транспортують у переливні відділення сталеплавильних цехів, у відкритих ковшах – у міксерне відділення сталеплавильного цеху або на розливальні машини доменного цеху.

Шлаки випускають як через шлакові льотки (верхні шлаки), так і через чавунні (нижні шлаки). По шлаковим жолобам ливарного двору шлак надходить в шлаковози 12 (рис.1.2) (ковшевий спосіб збирання шлаків).

За допомогою шлаковозів більшу частину жужілю транспортують на грануляційні устатковини й незначну частину на устатковини для одержання шлакових щебенів або пемзи й на шлакові відвали. Гранульовані шлаки служать для виробництва цементу, шлакоблоків і ін.

Для збирання колошникового пилу в доменному цеху передбачають спеціальні залізничні колії, які прокладені під пиловловлювачами грубого очищення доменного газу 14 (рис. 1.2). Збирання пилу проводять за допомогою відкритих саморозвантажних вагонів-думпкарів, які встановлюють під пиловловлювачами. Для випуску пилу під нижньою горловиною пиловловлювача змонтований ув'язнений у герметичний кожух шнековий транспортер, що одночасно з випуском забезпечує зволоження пилу. Недоліком способу є те, що, незважаючи на зволоження, у процесі випуску відбувається забруднення пилом навколишньої атмосфери. Колошниковий пил у вагонах транспортують на агломераційну фабрику й використовують як добавку до шихти при агломерації.

### **1.2.7 Відділення для готування вогнетривких мас (глином'ялка)**

Відділення призначене для готування леточної і жолобних вогнетривких мас і являє собою однопрогоновий будинок, у якому є мостові крани; рейкові шляхи для доставки сировини й вивозу приготовлених мас; ямні бункери, куди розвантажують і де зберігають сировинні матеріали (глину, кокс, пісок, шамот і ін.) і устаткування для готування мас.

Сировинні матеріали з ямних бункерів доставляють грейферним краном у прийомний бункер системи готування мас. З нього матеріали надходять у дробарки, а глина – у глиноріз, після якого її транспортують у піч для сушіння. Далі матеріали через дозатори надходять у змішувач, де компоненти маси перемішують і воложать. Зі змішувача масу подають у прес, де її ущільнюють. Готова маса надходить від преса в контейнери, у яких її транспортують до доменних печей залізничним або автотранспортом. Транспортування матеріалів у процесі готування маси здійснюють за допомогою стрічкових конвеєрів, тічок, елеваторів, тарілчастих живильників.

### 1.2.8 Розливочне відділення

Розливочне відділення, що включає декілька розливальних машин 20 (рис. 1.2), звичайно розташоване в одному з торців цеху. Для забезпечення безперебійної подачі ковшів із чавуном машини в сучасних цехах розташовують окремо блоками із загальним чавуновозним шляхом, але не більше двох машин у блоці. До складу комплексу розливочної машини або блоку входять будинок розливання; одна або дві машини, розміщені в похилих галереях; будинок видачі чавуну, відділення підготовки вапняного розчину; обприскувачі; система оборотного водопостачання й подачі води для охолодження чушок.

У доменному цеху мається 4 дволентні розливні машини, розташовані по 2 машини в блоці. Продуктивність машини – 1500 т/добу. Швидкість руху мульд при розливанні переробного чавуну підтримується в межах 7-8 м/хв, при розливанні ливарного чавуну 6-8 м/хв. Злив одного ковша триває приблизно година.

Розливні машини обслуговуються мостовим краном вантажопідйомністю 75 т. Кантування ковшів здійснюється кантувальними лебідками вантажопідйомністю 80 т. Крім того, у споруді розташовані дві ями для чищення і холодного ремонту вогнетривкої кладки ковшів.

Для запобігання приварювання чавуна до мульд останні обприскуються розчином вапна у воді за допомогою механічних обприскувачів.

Чавун поливають водою. Остаточне охолодження чавуна відбувається на платформі. Чавун з розливної машини вантажиться на платформи.

У доменному цеху мається устатковина для обприскування шлакових ковшів вапняним молоком, побудована по проекті філії Гіпромеза.

У складі цеху також маютьься лабораторія і механічна майстерня.

### 1.3 Сировина для виплавки чавуну

У доменному виробництві використовуються: залізна руда (грудчаста), марганцева руда, окатиші, вапняк, агломерат, кокс, металодобавки, шлак сілікомарганцю.

Основною сировиною для виплавки чавуну служить залізна руда. При оцінці руд враховують їх багатство, наявність домішок, відновлюваність, хімічний склад, грудчастість і характер порожньої породи. Чим більше залізна руда містить заліза, тим вона багатша, тим менше в ній порожньої породи і – навпаки.

Підготовка залізної руди до плавки має велике значення, оскільки від цього залежить надходження в піч залізорудної сировини певної великості, рівномірного хімічного складу, хорошій відновлюваності і високим вмістом заліза. Чим ретельніше готують руду до доменної плавки, тим вище продуктивність доменної печі, нижче витрата палива і вище якість чавуну, що виплавляється.

Для підвищення продуктивності печі застосовують офлюсований агломерат з підвищеною основністю, тобто підвищеним вмістом вапна, або залізорудні окатиші, в яких знаходиться значно менше порожньої породи і більше заліза. Флюси вводять в доменну піч для переведення порожньої породи залізовмісної шихти і попелу коксу в шлак необхідного хімічного складу, що має певні фізичні властивості. При виплавці чавуну на коксі як флюс використовують вапняк, що складається з карбонату кальцію  $\text{CaCO}_3$ , або доломітизований вапняк (окрім  $\text{CaCO}_3$  ще  $\text{MgCO}_3$ ).

Пальне для доменної плавки служить не лише для нагрівання шихти і її розплавлення, але також і як основний хімічний реагент для відновних процесів в печі і науглецювання заліза.

До твердого палива пред'являють наступні основні вимоги: висока теплота згорання і пірометалургічна здатність; достатня міцність і термостійкість, щоб не утворювалося багато дрібняку при нагріванні палива і

проходження його через піч; неспікливість в умовах доменного процесу; достатня чистота за змістом шкідливих домішок – сірки та фосфору. Бажано також, щоб в паливі було мало попелу, особливо кремнезему і глинозему, які вимагають застосування флюсів.

Паливо звичайних видів не задовольняють цим вимогам головним чином внаслідок низької термостійкості і спікливості. Тому для доменної плавки доводиться спеціально виготовляти тверде паливо – кокс.

Якість коксу впливає на хід доменних печей. Міцний поруватий кокс розпушує дрібні шихти, покращуючи їх газопроникність. Слабкий в механічному відношенні кокс створює загрозу засмічення горна коксовим пилом, погіршує схід шихти в печі, знижуючи її газопроникність [4].

Основною залізорудною базою ВАТ «Запоріжсталь» є Криворізьке родовище гематитових і магнетитових руд. Окатиші надходять з Михайлівського ГЗКу, а також із Полтавського ГЗКу і ЦГЗКу. Агломерат надходить з місцевої аглофабрики. Марганцеву руду комбінат одержує з рудоуправління м Орджонікідзе. Доломітизований вапняк надходить з Єленівського родовища Донецької області, кальцитовий вапняк – з Комсомольського і Новотроїцького родовищ. Шлак сілікомарганцю надходить із Запорізького феросплавного заводу, зварювальний шлак – з нагрівальних колодців прокатного цеху. Металодобавки надходять з копрового відділення. Кокс поставляється місцевим коксохімічним заводом ВАТ «Запоріжкокс», а також частково з Алчевського коксохімічного заводу та з Алтаю.

У зв'язку з дефіцитом, високою вартістю і погіршенням якості коксу подальше дослідження і впровадження його заміників продовжує залишатися найважливішою проблемою розвитку доменного виробництва. Кокс може бути частково замінений рідким або газоподібним паливом, яке вводять в доменну піч через фурми.

Природний газ вперше почали застосовувати в 1957 році, який за короткий час отримав широке застосування і поширення. На комбінат

«Запоріжсталь» поступає природний газ Оренбурзького родовища. Приблизний склад газу наступний:  $\text{CH}_4$  – 93,3 %,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 3,2 %,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,7 %,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – 0,15 %,  $\text{CO}_2$  – 1,1 %, азот та ін. – 1 %. Питома вага – 0,7 кг/м<sup>3</sup>, калорійність – 8300 ккал/м<sup>3</sup>.

При застосуванні пиловугільного палива (ПВП) використовується вугілля із попільністю 8-10 %, сірки – 0,3-1,0 %, летких – 20-35 %. Вологість ПВП обмежується межами 0,5-1,0 %, що пояснюється необхідністю створення максимально сприятливих умов пневмотранспорту. Обов'язковим правилом використання ПВП в технологічних умовах є необхідність використання ПВП по змісту попелу і сірки кращого хімічного складу, чим застосовуваний кокс [5-7].

## **1.4 Технологічний процес доменного виробництва**

### **1.4.1 Апаратурно-технологічна схема доменного процесу**

Доменний процес є відновним процесом, оскільки його суть полягає у відновленні оксидів заліза до металу.

На рисунку 1.6 показана апаратурно-технологічна схема доменного процесу.

Матеріали з перевантажувального вагону *1*, розвантажують в рудні бункери *2*. За допомогою барабанних закривів *3* шихтові матеріали видають в дві кишені вагон-вагів *4* і через лійку *5* вивантажують в скіп *11*.

У лінії подачі коксу для завантаження коксових бункерів *7* застосовують коксовий перевантажувальний вагон *6*. З горловини *8* бункера, під якою розташований дармой *9*, великий кокс поступає у лійку-ваги *10* і потім в скіп *11*.

На мосту *12* скіпового підйомника укладено два паралельні шляхи для переміщення двох скіпів. Для переміщення скіпів служить скіпова лебідка *21*, розташована в машинній будівлі *20* доменній печі. Із скипа *11* матеріал



вивантажується в приймальну лійку 13 завантажувального пристрою і подається на малий конус 15 лійки, що обертається, 14 розподільника шихти. При опусканні малого конуса шихта потрапляє в засипний апарат, який складається з газового закриву, чаші 17 і великого конуса 16. Шихта завантажувється в доменну піч 19.

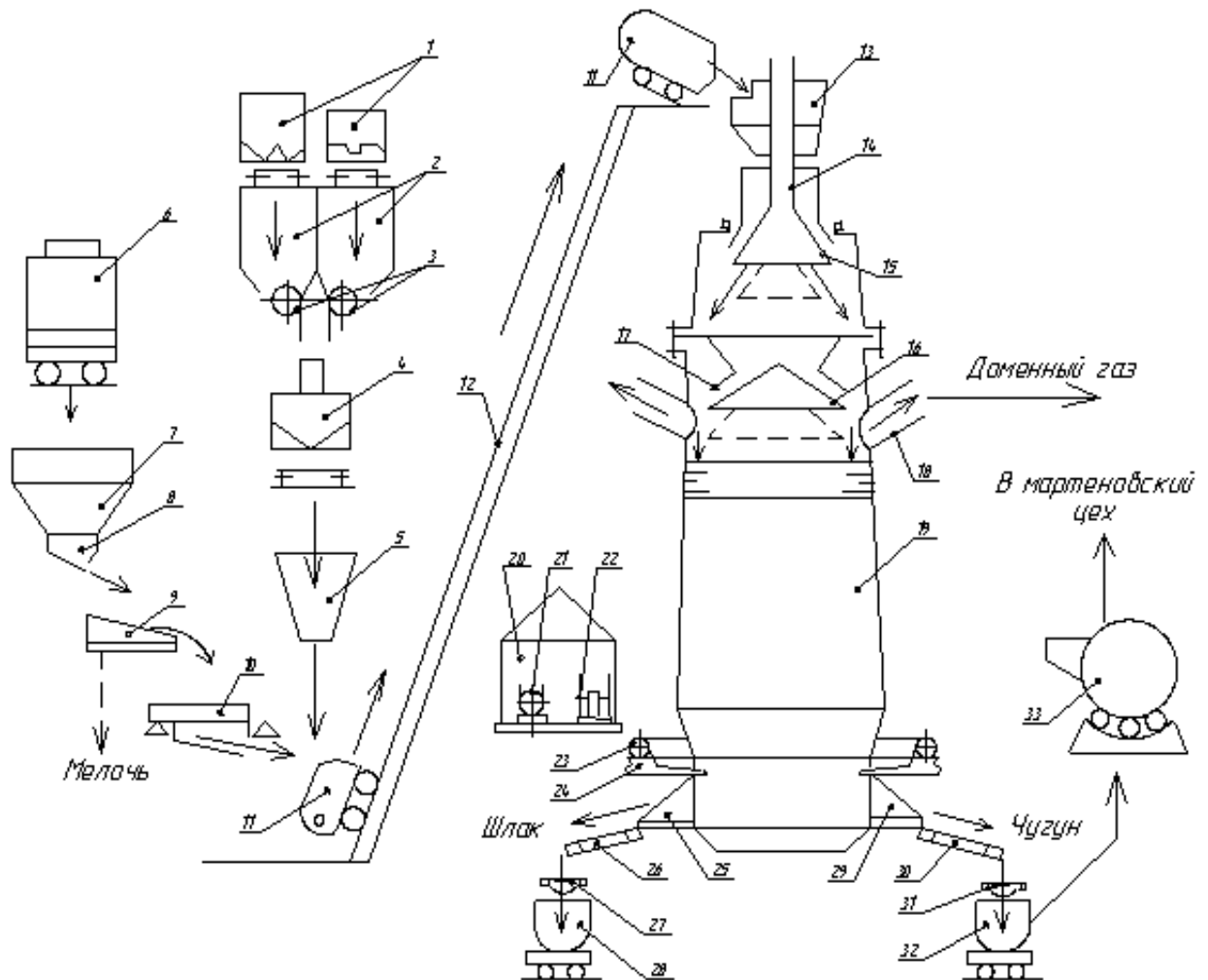


Рисунок 1.6 – Апаратурно-технологічна схема доменного процесу.

Маневрування конусами завантажувального пристрою здійснюється лебідкою 22. Кисень вдувають в доменну піч через кільцевий повітропровід 23, а природний газ через фурмені прилади 24. Доменний газ відводять через газовіди 18. Чавун випускають через чавунну лютку 29 і по жолобах 30 за

допомогою пристрою для одноноскового розливання 31 направляють в ковши 32 чавуновозів.

Рідкий чавун в ковшах подають до розливної машини для отримання твердого чушкового чавуну в міксер 33. Для розкриття чавунної льотки 29 служить сверлильна машина, а для забивання – гармата. Шлак з шлакової льотки 25 по жолобах 26 через пристрої для одноноскового розливання 27 зливають в чашу 28 шлаковоза і подають на устатковину для грануляції шлаку. Шлакову льотку закривають шлаковим штопором.

#### **1.4.2 Сутність доменного процесу**

Доменний процес є сукупністю механічних, фізичних і фізико-хімічних явищ, які протікають в працюючій доменній печі.

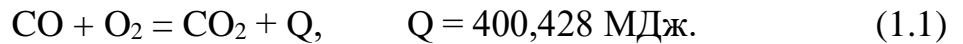
Руду, концентрат (продукт збагачення руди) і флюс, які поступають на металургійний завод, направляють на аглофабрику, де з них виробляють агломерат або окатиші. Відсіяний від дрібняку агломерат прямує в доменний цех. Одночасно туди поступають кокс і додатковий флюс. Агломерат, флюс і відсіяний від дрібняку кокс завантажують в доменну піч. Дуття, що подається повітродмухалом, підігривають у повітронагрівачі до температури 1100-1350 °С і нагнітають в піч. Одночасно з дуттям може також подаватися технічний кисень, який виділяють з повітря на спеціальних устатковинах. З метою зниження витрати коксу в піч можуть вводитися інші види палива і відновники : природний газ, мазут, пиловугільне паливо.

Усі фізико-хімічні процеси, які проходять в доменній печі, можна розділити на три групи: процеси окислення (горіння) палива, процеси відновлення заліза і інших елементів, процеси плавлення.

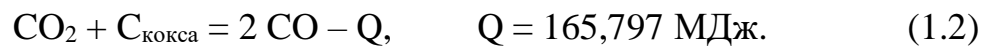
Основним процесом в горні є спалювання вуглецю коксу, який забезпечує виділення необхідного тепла і утворення відновних газів. Поблизу фурм (верхня частина горна) відбувається процес спалювання вуглецю

палива і вуглеводнів природного газу, мазуту або пиловугільного палива. Горнові гази піднімаються вгору назустріч шихті, що опускається.

Біля фурм, взаємодіючи з киснем повітряного дуття, кокс згорає по реакції:



В результаті цієї реакції виділяється велика кількість тепла і у фокусі горіння розвивається температура 1800-2000 °С. При таких високих температурах діоксид вуглецю є нестійким,  $\text{CO}_2$ , що утворюється, взаємодіє з вуглецем коксу, відновлюючись до монооксиду вуглецю. Отже, кінцева стадія горіння вуглецю протікає по реакції:



Горіння природного газу в умовах надлишку кисню (газ згорає раніше, ніж вуглець коксу), відбувається по реакції:



Ці продукти згорання не є кінцевими. Із зменшенням вмісту вільного кисню в газовій фазі в зоні горіння  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  взаємодіють з вуглецем. Діоксид вуглецю відновлюється до  $\text{CO}$  по реакції (1.2), пари води взаємодіють з вуглецем розжареного коксу по реакції:

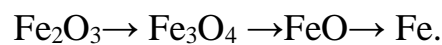


По цій же реакції відбувається і розкладання вологи повітряного дуття.

Таким чином, при використанні природного газу доменний газ додатково збагачується  $\text{CO}$  і  $\text{H}_2$ , що збільшує його відновну здатність.

*Процеси відновлення* протікають в усьому об'ємі печі, за винятком окислювальних зон в горні. Відновлюються в доменній печі залізо, марганець, силіцій, фосфор, сірка і деякі інші елементи.

Відновлення оксидів заліза є основною метою доменної плавки, оскільки в звичайному передільному чавуні знаходиться 93-95 % заліза. У доменній печі залізо може відновлюватися з трьох оксидів:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  і  $\text{FeO}$ . Процес відновлення заліза походить послідовно від вищих оксидів до нижчих і далі до чистого металу:



Основна частина заліза відновлюється з оксидів, що знаходяться в твердому стані. Деяка частина оксидів заліза, що не встигли відновитися на початок шлакоутворення і плавлення шлаку, переходить в рідкий шлак, звідки відновити залізо важче, ніж з вільних оксидів.

Головними відновниками заліза в доменній печі є монооксид вуглецю і твердий вуглець коксу. Деяка кількість заліза відновлюється воднем.

Відновлення оксидів заліза монооксидом вуглецю і воднем з утворенням  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  називають непрямим або побічним відновленням, а відновлення вуглецем з утворенням  $\text{CO}$  – прямим. Можна вважати, що вищі оксиди заліза відновлюються до  $\text{FeO}$  непрямим шляхом, а  $\text{FeO}$  може відновлюватися як прямим, так і непрямим шляхом.

Побічне (непряме) відновлення відбувається по реакціях:



Реакція (1.5) починається при порівняно низьких температурах (400 – 500 °С) у верхній частині шахти печі. По мірі опускання рудних матеріалів підвищується температура і зміст СО в доменних газах; при цьому створюються умови для розвитку реакції (1.6), а потім реакції (1.7). Ці процеси відновлення закінчуються в нижній частині шахти печі при температурах близько 900-950 °С.

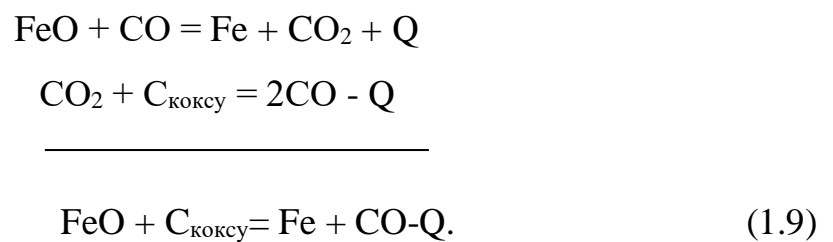
Одночасно в шахті печі відбувається також непряме відновлення оксидів заліза воднем.

Значення непрямого відновлення дуже велике. Залежно від умов роботи печі монооксидом вуглецю СО і воднем відновлюється 60-80 % усього заліза. Інша частина заліза відновлюється твердим вуглецем.

Пряме відновлення відбувається при температурах вище 950-1000 °С (зона розпару печі) по реакції:



Ця реакція відбиває лише кінцевий результат процесу прямого відновлення, який протікає в дві стадії:



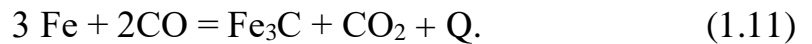
Таким чином, при прямому відновленні витрачається тільки вуглець коксу, хоча реагентом, що взаємодіє з FeO, є монооксид вуглецю СО. Безпосереднє відновлення оксидів заліза при контакті з вуглецем коксу практично не відбувається.

У прямому відновленні можуть також брати участь водень (реакції аналогічні реакціям відновлення вуглецем) і сажовий вуглець, що

утворюється по реакції:



Відновлення заліза починається при 400 – 500 °С і закінчується при 1300 – 1400 °С (в розпарі печі). При цих температурах залізо ( $T_{\text{топ}} = 1535 \text{ °С}$ ) знаходиться в твердому стані у вигляді поруватої губчастої маси. Вже в шахті доменної печі при температурі вище 400 – 500 °С разом з відновленням заліза відбувається і його науглецювання за рахунок монооксиду вуглецю СО по реакції:



Карбід заліза  $\text{Fe}_3\text{C}$  добре розчиняється в твердому залізі і поступово утворюється сплав заліза з вуглецем. Із збільшенням змісту вуглецю температура плавлення сплаву значно знижується і досягає мінімального значення 1147 °С при 4,3 % С. В зонах з високими температурами – зазвичай в нижній частині шахти і починається плавлення сплаву. Рідкий сплав – чавун, стікаючи вниз, омиває шматки розжареного коксу і додатково інтенсивно науглецюється. У ньому також розчиняються відновлений марганець, силіцій та інші домішки. Кінцевий склад чавуну встановлюється в горні. При цьому велике значення мають склад, властивості і кількість шлаку.

В доменну піч з шихтовими матеріалами потрапляють марганець, силіцій, сірка і інші елементи у вигляді різних хімічних сполук.

Постійними корисними домішками чавуну є марганець і силіцій, шкідливими – сірка і фосфор.

Марганець – постійна домішка залізної руди. При виплавці чавунів з підвищеним вмістом марганцю в доменну піч додатково завантажують марганцеву руду.



Оксиди марганцю відновлюються послідовно, аналогічно оксидам заліза, тобто:  $n\text{O}_2 - \text{Mn}_2\text{O}_3 - \text{Mn}_3\text{O}_4 - \text{MnO} - \text{Mn}$ .

Перші три оксиди відновлюються в шахті доменної печі монооксидом вуглецю. Закис марганцю  $\text{MnO}_2$  – міцна хімічна сполука, яка відновлюється твердим вуглецем:



Ця реакція протікає при температурах вище  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  з великою витратою тепла. Тому для відновлення марганцю вимагається збільшити витрату коксу і температуру повітряного дуття.

Силіцій знаходиться в порожній породі руди і в зоні коксу у вигляді вільного кремнезему  $\text{SiO}_2$  або у вигляді силікатів ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO}$  та ін.).

Відновлення силіцію відбувається з кремнезему по реакції:



Основна частина силіцію відновлюється з  $\text{SiO}_2$  шлаку. Реакція (1.13) протікає з дуже великою витратою тепла при температурах не нижче  $1450\text{ }^\circ\text{C}$ .

Інші корисні домішки – нікель, ванадій, титан потрапляють в доменну піч у вигляді домішок залізної руди. При доменній плавці нікель відновлюється і переходить в чавун повністю, хром – на 85-90 %, ванадій – на 70-80 % і т.д.

Фосфор – шкідлива домішка залізної руди, знаходиться в них головним чином у вигляді  $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaO}$  та інших з'єднань. Відновлення фосфору відбувається монооксидом вуглецю, воднем, а також твердим вуглецем. Увесь фосфор, внесений шихтою, відновлюється і переходить в чавун практично повністю.

Сірка – особливо шкідлива домішка в чавуні, неминуче вноситься до доменної печі залізною рудою ( $\text{FeS}_2$ ), офлюсованим агломератом ( $\text{CaS}$ ).

Основна кількість сірки вноситься коксом, який містить її до 2 %. В доменній печі значна частина сірки вилучається у вигляді газоподібних з'єднань ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  та ін.) Проте, 50-75 % сірки, внесеної шихтовими матеріалами, переходить в чавун і шлак у вигляді сульфідів  $\text{FeS}$ ,  $\text{CaS}$  і т. п.

*Процеси плавлення* можна розділити на утворення чавуну і утворення шлаку. На певному горизонті (у нижній частині шахти) в шматку рудного матеріалу з'являється металеве залізо. Свіжовідновлене металеве залізо енергійно розчиняє в собі вуглець, який є і в газі, і в коксі. Це різко знижує температуру плавлення сплаву, що утворився. При 4,3 % C вона складає всього 1130-1135 °C. Отже, металеве залізо, розчиняючи в собі вуглець, перетворюється на чавун, який плавиться. Розплавившись, чавун у вигляді крапель і струминок стікає в низ і скупчується в горні.

Нижче горизонту утворення чавуну в твердому стані знаходиться порожня порода руди, вапняк і кокс. Опускаючись все нижче, ці матеріали нагріваються до вищих температур, і на певному рівні порода та флюс розплавляються, утворюючи рідкий шлак. Він струменями стікає в горно і розташовується над шаром чавуну. Горизонт утворення шлаку знаходиться зазвичай на рівні розпару. Нижче горизонту шлакоутворення в твердому стані знаходиться тільки кокс, який, опускаючись далі, нагрівається газами до 1500-1600 °C і, приходячи в горно, згорає в струмені дуття.

При спільному стіканні вниз шлаку і чавуну він звільняється від сірки. Після накопичення достатньої кількості, шлак і чавун випускають з печі через шлакову і чавунну льотки.

В сучасних умовах доменної плавки зміст вуглецю в чавуні залежить, головним чином, від параметрів плавки і коливається в інтервалі 4,3-5,3 %.

Остаточний зміст вуглецю в чавуні залежить від стійкості карбідів, яка багато в чому визначається наявністю в чавуні домішок. Марганець, хром ванадій утворюють карбіди, сприяючи збільшенню вмісту вуглецю в чавуні. Силіцій, алюміній, мідь, навпаки, сприяють зниженню вмісту вуглецю в чавуні.

До найважливіших властивостей чавуну відносять його хімічний склад, однорідність складу, кількість неметалевих включень, кількість розчинених газів, фізичне нагрівання. На якість чавуну, окрім вмісту вуглецю і інших основних компонентів (силіцію, марганцю, фосфору, сірки), діють мікродомішки, кількість яких може доходити до 0,2 % [1].

## **РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ ВІД ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА ДОМЕННОГО ЦЕХУ**

### **2.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища доменного цеху**

При виробництві чавуну постійно виникають відхилення від нормальних параметрів, що знижують рівень безпеки процесів і призводять до виникнення небезпечних виробничих чинників. З санітарно-гігієнічної точки зору умови роботи на робочому майданчику доменної печі в ливарному дворі характеризуються:

- забрудненням повітряного середовища оксидом (II) вуглецю, сірчистим газом, різними вуглеводнями і ціаністими з'єднаннями, джерелами яких є тріщини в кладці і кожусі доменної печі, нещільності з'єднань окремих елементів конструкцій, при згоранні коксу, що закидається в жолоби і ковші з чавуном, при операціях оброблення отворів чавунної і шлакової льоток (особливо пропалювання їх киснем), випуск шлаку і чавуну з доменної печі;

- запиленням повітряного середовища при прибиранні ливарного двору, підготовці чавунних і шлакових жолобів, а також в результаті конденсації розплавлених продуктів плавки частинок металу і графіту, що випаровуються з поверхні; найбільша кількість пилу виділяється в підбункерному приміщенні, де відбувається вивантаження сирих матеріалів у вагон-ваги;

- підвищеною температурою повітря, інфрачервоним випромінюванням, джерелом випромінювання є розплавлені маси чавуну і шлаку, гарячий агломерат, нагріті елементи конструкцій і т.п.;

- шумом, джерелами якого є проходження великих повітряних і газових потоків по шахті доменної печі, фурмам, газо- і повітропроводам, віброживильники, пластинчасті конвеєри, коксові грохоти, вентиляційні

установки, мотор-генератори машинних залів, витоки повітря;

- вібрацією, яка в доменному цеху створюється при русі поїздів по бункерній естакаді.

На рисунку 2.1 приведена схема джерел шкідливих і небезпечних чинників доменного цеху [8].

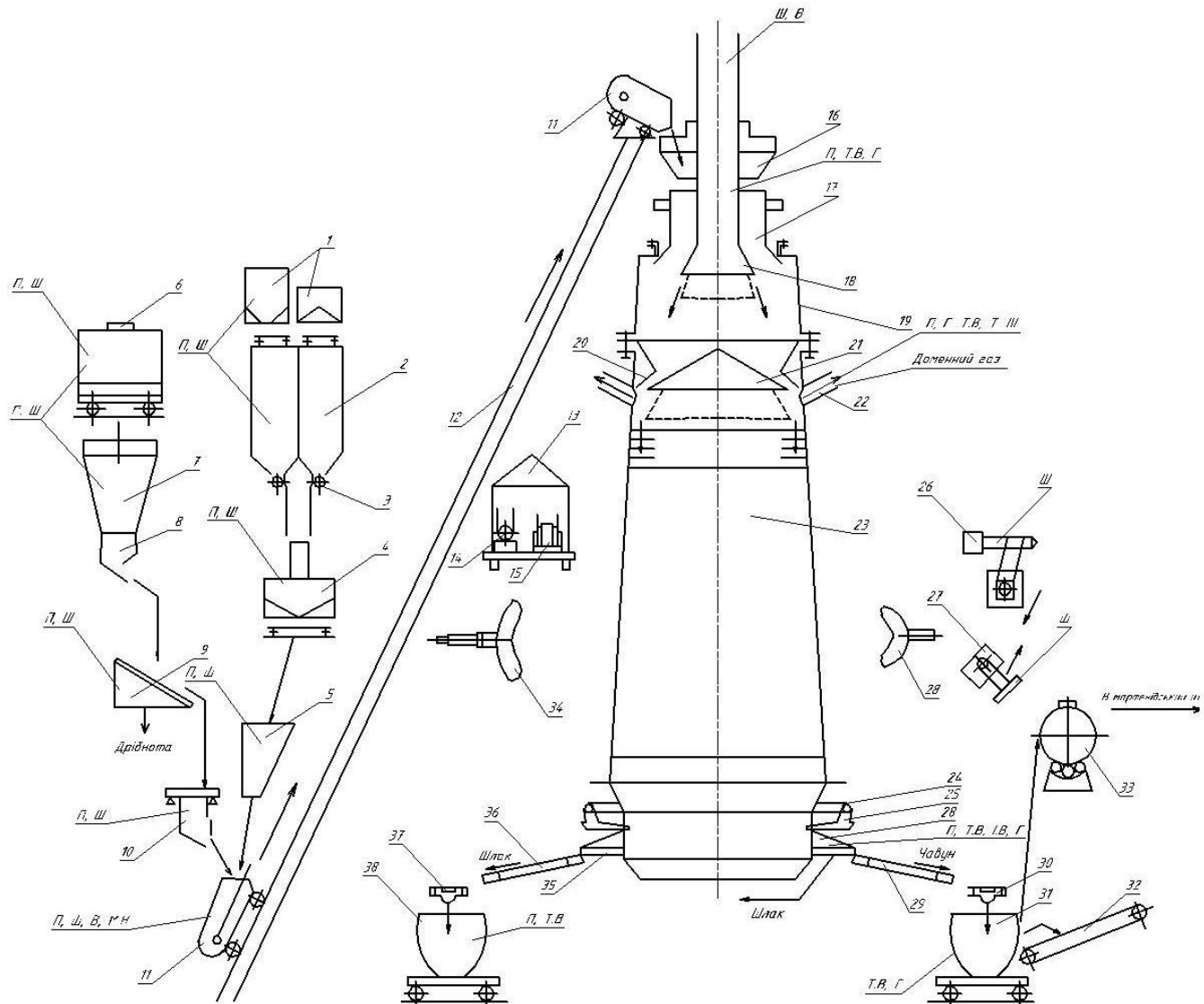
В умовах доменного цеху шкідливим чинником є шум. [9] При виконанні деяких операцій виникає шум різного походження:

- механічного (рух електромостових кранів, машин завалень) – 95 дБ;
- термічного (згорання палив в пристроях форсунок) – 90 дБ.

Для умов доменного цеху нормативне значення шуму складе 80 дБ. Шум викликає зміни в нервовій системі, чинить вплив на психіку людини, серцево-судинну систему, травлення, погіршення сну. Робота в умовах сильного шуму може викликати запаморочення, ослаблення уваги. Тривалість дії надмірного шуму супроводжується стійкими поразками і порушенням функцій слухових органів. Шум є причиною швидкого розвитку стомлення і зниження працездатності. Шум може бути непрямою причиною нещасного випадку.

В умовах доменного цеху шкідливим чинником також є вібрація. [10] Вібраційним діям піддаються ті, що працюють з ручним пневматичним інструментом. Нормативне значення вібрації в умовах доменного цеху складає 92 дБ (при частоті  $f = 1000$  Гц). Фактичне ж значення складає 96 дБ, що перевищує норму.

Дія вібрації викликає спазми судин, які розвиваються з кінцевих фаланг пальців, поширюються на всю кисть руки, передпліччя. Вібрація впливає на нервову систему, м'язи, слух. Тривала дія вібрації може привести до важковилікової вібраційної хвороби. Для умов доменного цеху прийняті наступні заходи захисту від вібрації. Ослаблення вібрації досягається амортизацією. Амортизатори виготовлені із сталевих пружин, гуми і інших матеріалів.



1 - перевантажувальні вагони; 2 - рудні бункери; 3 - барабанні затвори;  
 4 - вагон-ваги; 5 - воронка; 6 - коксовий перевантажувальний вагон; 7 -  
 коксовий бункер; 8 - горловина коксового бункера; 9 - грохот; 10 - воронка-  
 ваги; 11 - скіп; 12 - скіповий підйомник; 13 - машинна зала; 14 - скіпова  
 лебідка; 15 - лебідка; 16 - приймальна воронка; 18 - малий конус; 19 - газовий  
 затвір; 21 - великий конус; 22 - газопровід; 23 - доменна піч; 25 - фурменний  
 прилад; 26 - пушка; 27 - свердлильна машина; 28 - чавунна лютка; 29 -  
 жолоб; 30 - пристрій для розливання чавуну; 31 - ковш чавуновозу; 32 -  
 розливальна машина; 33 - міксер; 35 - шлакова лютка; 37 - пристрій для  
 розливки шлаку; 38 - чаша шлаковозу

Рисунок 2.1 – Джерела шкідливих і небезпечних чинників доменного цеху

Зменшення інтенсивності вібрації деталей агрегатів здійснюється шляхом облицювання цих поверхонь або заповнення спеціально передбачених повітряних площин в них демпферуючими матеріалами. Металеві деталі заміняють на пластмасові.

На умови праці впливають характеристики мікроклімату: температура, вологість, швидкість руху повітря, теплове випромінювання [11].

Температура повітря в приміщенні для умов доменного цеху по нормі складає 15...26°C. В результаті періодичності проведення гарячих операцій мікроклімат цеху нестійкий. Різкі коливання температури повітря впливають на теплорегуляцію організму, знижує імунітет тих, що працюють, порушується обмін речовин.

Джерелами інтенсивних теплових випромінювань є: розплавлений чавун і шлак, нагріте до високої температури вогнетривке футерування внутрішнього простору печі і поверхня розплавленого шлаку, дія яких виявляється при відкритих вікнах печі. Робітники ливарного двору періодично піддаються дії інфрачервоного випромінювання. Інтенсивність опромінення на робочих місцях залежно від розмірів і температури джерел випромінювання і відстані складає від 0,01 до 3,6 – 7 кВт/м<sup>2</sup> [12].

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та карта умов праці для робочого місця горнового ливарного двору представлені в табл. 2.1.

Таким чином, проведений аналіз умов праці дозволяє зробити висновок, що умови праці відносяться до 3 класу III ступеню. Робоче місце має в наявності 6 чинників I ступеню, 2 чинника II ступеню і 1 чинник III ступеню. За показниками робоче місце слід вважати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

Таблиця 2.1 – Оцінка чинників виробничого середовища трудового процесу на робочому місці горнового ливарного двору

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне знач.	Фактичне знач.	III клас – шкідливі і небезпечні умови і характер праці			Час дії чинника, %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м <sup>3</sup> I клас безпеки	0,3	1,28			4,26	80
	Марганцю оксиди						
	II клас безпеки						
	Азоту діоксид						
	Ангідрид сірчистий						
	Монооксид вуглецю	20,0	23,5	1,18			
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup>	4,0	18,5		4,63		80
3	Вібрація, дБ	-	-	-			-
4	Шум, дБА	80	86	6			80
5	Мікроклімат на робочому місці (теплий період) :	20-22	26	4		1435	80
	- температура, °C						
	- швидкість руху повітря, м/с						
	- відносна вологість %						
	- інфрачервоне випромінювання Вт/м <sup>2</sup>	140	1435				
6	Тяжкість і напруженість праці	Середній тяжкості 2б, помірна напруженість					

## 2.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища доменного цеху

Пил виявляє шкідливу дію на організм людини, подразнюючи шкіру, очі, ясна, вуха. Проникаючи в організм при диханні, при заковтуванні і через пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання. Наявність в повітрі пилу, що містить оксиди кремнію, заліза і інших мінеральних складових може викликати важкі захворювання – пневмоконіози [13].



Для запобігання виділенню запилених газів в простір ливарного двору головний жолоб від льотки до скіммеру на період випуску чавуну накривається знімними укриттями. В кінці головного жолоба на скіммері відбувається розділення чавуну і шлаку. Гази, що утворилися при цьому, відбираються відсмоктуванням в районі скіммеру. Чавун і шлак по транспортних жолобах прямує на гойдаючі жолоби для чавуну і шлаку. Отвори цих жолобів укриті рухомими кришками. Відсмоктування від жолобів, що коливаються, проводиться двома огорожними отворами, виконаними в стінках отвору. З гойдаючих жолобів продукти плавки потрапляють в чавуновозні і шлаковозні ковші.

Одному з основних заходів по попередженню можливого отруєння газами, такими як  $MnO_2$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  та ін., є своєчасне виявлення місць їх виділення або скупчення. Ці місця є газонебезпечними й перелік таких місць і ділянок складається заздалегідь і затверджується головним інженером заводу.

Працівники санітарно-технічних лабораторій і газорятівні служби щодоби по встановленому графіку контролюють склад повітряного середовища у всіх газонебезпечних місцях. При виявленні виділень або скупчень газу негайно приймають заходи по припиненню допуску в газонебезпечні зони людей і локалізації джерела виділення газу.

Надмірний шум заважає правильній організації і проведенню виробничих процесів і негативно позначається на продуктивності праці. Шум негативно діє на серцево-судинну і центральну нервову систему.

Для захисту робочих від шуму слідє звукоізолювати вбудовані приміщення – пости управління доменною піччю, кімнати відпочинку і т.п. Для зниження шуму агрегатів використовують звукоізолюючий кожух, який виготовляється з листів сталі завтовшки 2-3 мм, в яких укладають або весь агрегат, або його шумлячі вузли, а внутрішні поверхні облицьовують звукопоглинальними матеріалами. Засобом індивідуального захисту від шуму є вкладиші протигаласливі «Беруши» [13].

Підвищена теплова дія на організм людини приводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може викликати порушення теплового балансу організму. Крім того, різке коливання температури приводить до різних простудних захворювань.

Несприятливий вплив високих температур повітря посилюється дією випромінюваного тепла. Інфрачервоні випромінювання впливають на функціональний стан людини, його центральну нервову систему, серцево-судинну систему. При тривалому перебуванні людини в зоні інфрачервоного випромінювання, як і при систематичній дії високої температури, відбувається порушення водно-сольового балансу, який викликає так звану судорожну хворобу. Порушення теплового балансу викликає захворювання, зване тепловою гіпотермією або перегрівом [14].

Захист від інфрачервоного випромінювання досягається теплоізоляцією гарячих поверхонь, екрануванням джерел випромінювання і робочих місць, застосуванням повітряного душування. Для захисту горнового від теплового випромінювання пропонується екранування рухомим тепловідбивним екраном. Екран не тільки захищає від теплових випромінювань, але і оберігає від іскр і виплесків розплавленого металу і шлаку.

Ефективним засобом забезпечення потрібних гігієнічних якостей повітря є вентиляція. На ливарному дворі доменного цеху застосовується змішана вентиляція (природна і механічна).

Природна вентиляція здійснюється за допомогою аерації – організованого регульованого природного повітрообміну.

Для механічної вентиляції подається незабруднене повітря. Механічну вентиляцію (місцеву припливну вентиляцію) на ливарному дворі пропонується здійснювати за допомогою повітряного душування.

### 2.3 Розрахунок аерації на ливарному дворі

Визначимо необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року на ливарному дворі. Внутрішній об'єм приміщення  $V_n = 40\ 000\ \text{м}^3$ ; середня температура зовнішньої поверхні кладки печі  $t_n = 60^\circ\text{C}$ ; температура припливного повітря  $t' = 25^\circ\text{C}$ ; температура повітря робочої зони  $t_r = 26^\circ\text{C}$ ; градієнт температури по висоті приміщення  $k = 1\ \text{K/м}$ ; висота приміщення  $H = 22\ \text{м}$ .

Розрахункові розміри частини доменної печі, що знаходиться в приміщенні, представлені на її спрощеній схемі (рис. 2.2).

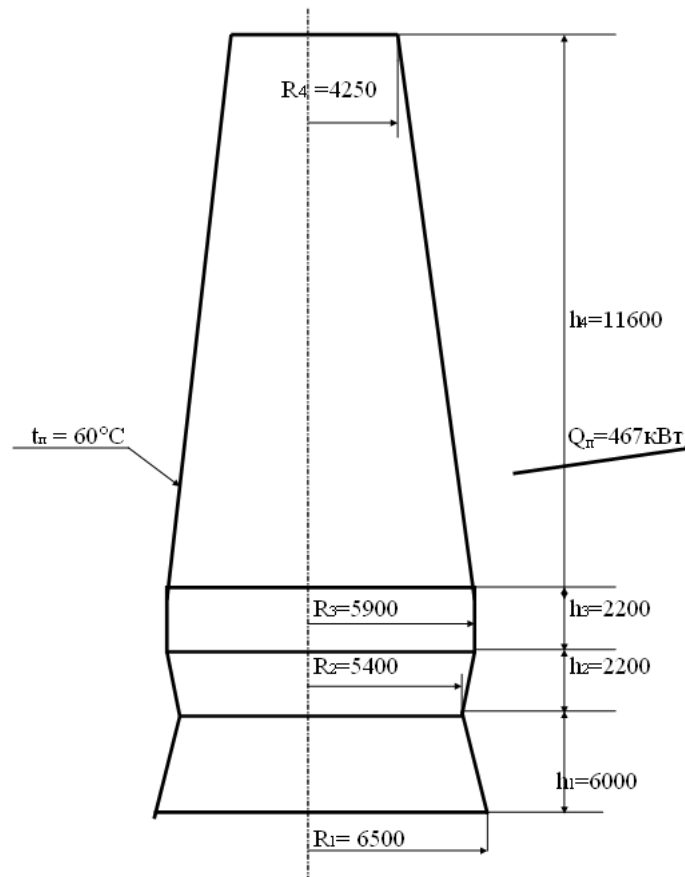


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема доменної печі

Площу тепловіддаючої поверхні знаходимо як суму площ трьох усічених конусів і одного циліндра (рис. 2.2),  $\text{м}^2$ :

$$F = \pi(R_1 + R_2)\sqrt{h_1^2 + (R_1 - R_2)^2} + \pi(R_2 + R_3)\sqrt{h_2^2 + (R_3 - R_2)^2} + 2\pi h_3 R_3 + \pi(R_3 + R_4)\sqrt{h_4^2 + (R_3 - R_4)^2}, \quad (2.1)$$

$$F = 3,14(6,5 + 5,4)\sqrt{6^2 + (6,5 - 5,4)^2} + 3,14(5,4 + 5,9)\sqrt{2,2^2 + (5,9 - 5,4)^2} + 2 \cdot 3,14 \cdot 2,2 \cdot 5,9 + 3,14(5,9 + 4,25)\sqrt{11,6^2 + (5,9 - 4,25)^2} = 763 \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт тепловіддачі від поверхні печі повітрю [27]  $\alpha = 18 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ .

Надходження тепла в приміщення від доменної печі:

$$Q_n = \alpha \cdot F \cdot (t_n - t_r) = 18 \cdot 763 (60 - 26) 10^{-3} = 467 \text{ кВт}. \quad (2.2)$$

Приймаємо, що надходження тепла від інших джерел (рідкий чавун і шлак під час випуску з печі, трубопроводи гарячого дугтя, фурмена зона, сонячна радіація) складає 25% від тепла печі. Тоді загальна кількість тепла, що поступає в приміщення, складе:

$$Q = 1,25 \cdot Q_n = 1,25 \cdot 467 = 584 \text{ кВт}. \quad (2.3)$$

Температура повітря, що відходить:

$$t'' = t' + k \cdot (H - 2) = 26 + 1(22 - 2) = 46 \text{ }^\circ\text{С}. \quad (2.4)$$

Масова теплоємність повітря [15]  $C = 1,0 \text{ кДж/кгК}$ .

Необхідний повітрообмін:

$$G = Q/C(t'' - t') = 584/1,0(46 - 25) = 27,8 \text{ кг/с} = 10^5 \text{ кг/год}. \quad (2.5)$$

Об'ємна витрата припливного повітря:

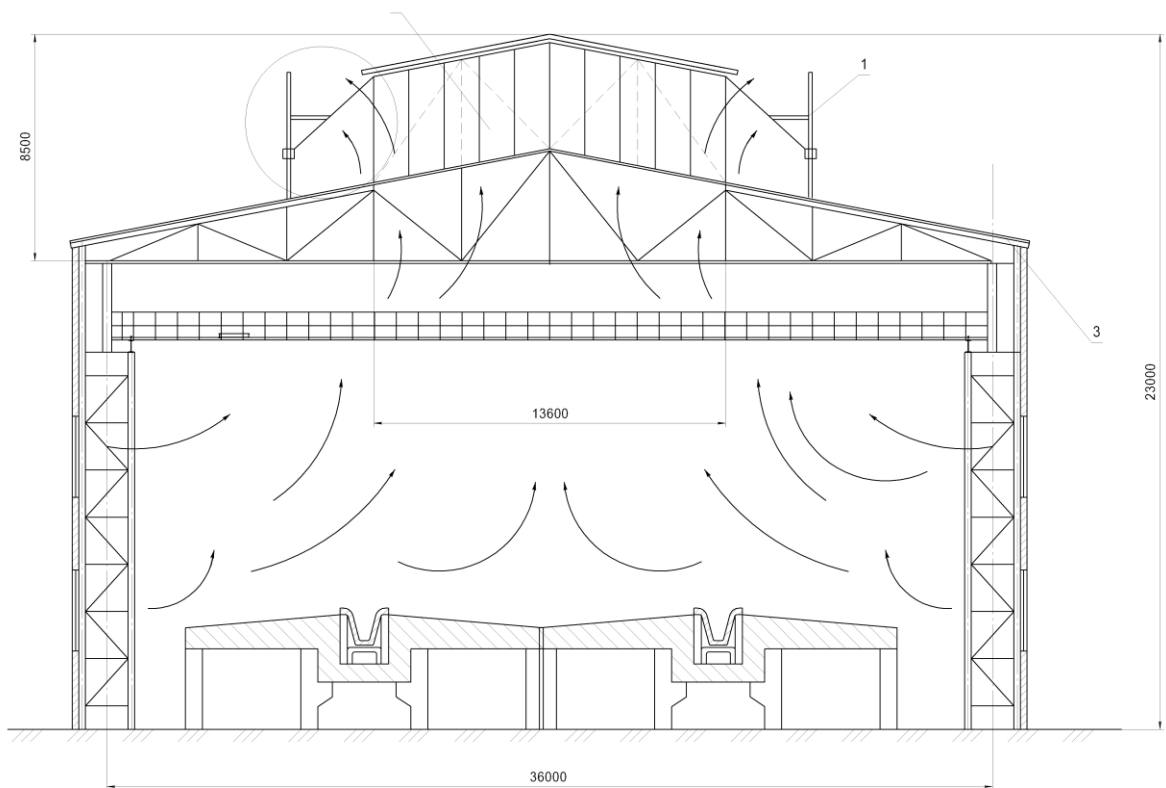
$$V' = G/\rho = 10^5/1,18 = 84750 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.6)$$

де  $\rho = 1,18 \text{ кг/м}^3$  – густина припливного повітря [15].

Кратність повітрообміну, 1/год.:

$$n = V'/V_n = 84750/40000 = 2,12. \quad (2.7)$$

Для здійснення аерації (рис. 2.3) владнуємо 3 ряди отворів в подовжніх стінах будівлі: на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 4 м і на рівні підкранових балок – 12,2 м. На даху встановлюється витяжний аераційний ліхтар.



1 – поворотна панель; 2 – захиття торця ліхтаря сталлю; 3 – збірні залізобетонні плити покриття.

Рисунок 2.3 – Схема аерації на ливарному дворі.

#### 2.4 Розрахунок місцевої припливної вентиляції

Для захисту працюючих від перегріву передбачається повітряне душвання. Пропонується влаштувати повітряне душвання робочого місця

горнового розміром  $a \times b = 1 \times 1$  м. Інтенсивність теплового опромінювання горнового –  $1435 \text{ Вт/м}^2$ . Необхідна швидкість повітря на робочому місці  $v_p = 0,5 \text{ м/с}$  [15]. Відстань від душуючого патрубку до робочого місця  $1,5$  м. Температура на робочому місці  $t_p = 21^\circ\text{C}$ , температура в цеху (робочій зоні)  $t_{p.z} = 37^\circ\text{C}$ .

Визначимо розрахункову площу душуючого патрубку типу ПДв, прийнявши політропне (штучне) охолодження повітря яке подається на робоче місце,  $\text{м}^2$ :

$$F_o = (x / n)^2, \quad (2.8)$$

де  $x$  – відстань від душуючого патрубку до робочого місця, м;

$n$  – коефіцієнт затухання температур по вісі струменю повітря.

Значення  $n$  для патрубків типу ПДв в залежності від куту встановлення лопаток приймається в межах  $2,8-4,0$  [15]. Приймаємо  $n = 3,8$ , тоді:

$$F_o = (1,5 / 3,8)^2 = 1,16 \text{ м}^2.$$

Приймаємо душуючий патрубок ПДв для верхньої подачі розмірами  $400 \times 400$  мм (рис. 2.4).

Швидкість руху повітря на виході з душуючого патрубку,  $\text{м/с}$ :

$$v_o = v_p x / m \sqrt{F_o} \quad (2.9)$$

де  $v_p$  – нормативне значення швидкість руху повітря на робочому місці,  $\text{м/с}$ ;

$m$  - коефіцієнт затухання швидкості по вісі струменю повітря.

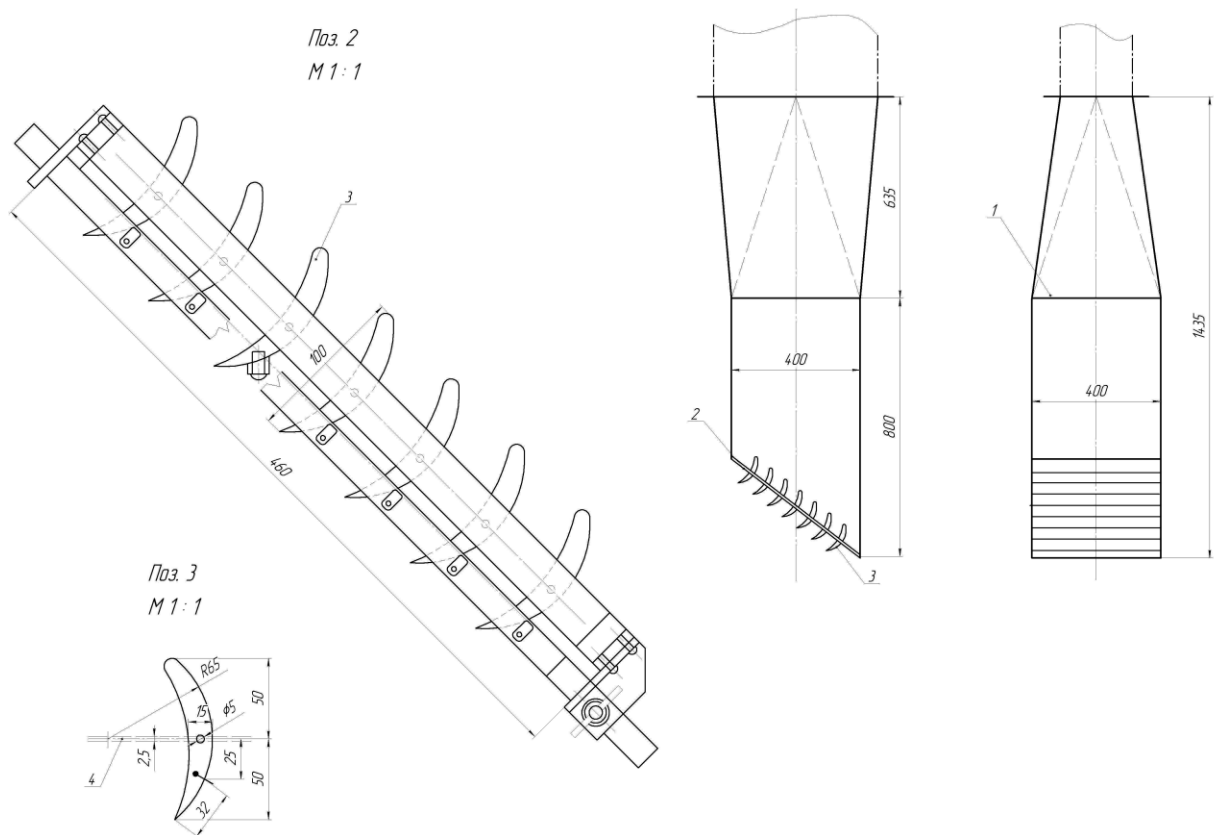
Значення  $m$  для патрубків типу ПДв приймається в межах  $4-5,5$  [15].

Приймаємо  $m = 4$ , тоді

$$v_o = 0,5 \cdot 1,5 / 4 \sqrt{1,16} = 0,174 \text{ м/с.}$$

Початкова температура повітря на виході з душуючого патрубку при виконанні умови, що  $x \leq m\sqrt{F_o}$ , тобто  $1,5 \leq 4,31$ , приймається:

$$t_o = t_p = 21 \text{ }^\circ\text{C.} \quad (2.10)$$



1 – насадка; 2 – лопатка; 3 – деталь лопатки; 4 – вісь для кріплення штифтів.

Рисунок 2.4 – Насадка для душування робочих місць.

Об'єм повітря, що подається одним душуючим патрубком, складе:

$$L_o = 3600 F_o v_o = 3600 \cdot 1,16 \cdot 0,174 = 726,7 \text{ м}^3. \quad (2.11)$$

## РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ ДОМЕННОГО ЦЕХУ

### 3.1 Електробезпека доменного цеху

Доменний цех є крупним споживачем електроенергії, він має розвинене електрогосподарство і складне електроустаткування. До першої категорії згідно Правилам пристрою електроустаткування [16] відносять приміщення з підвищеною небезпекою – ливарний двір і піддоменник. До другої категорії відносять особливо небезпечні приміщення – тунелі, підвали, колодязі. До третьої категорії відносять приміщення без підвищеної небезпеки, що характеризуються відсутністю умов, що створюють підвищену і особливу небезпеку. До них відносяться конторські, конструкторські та інші приміщення.

На деяких ділянках доменного цеху при виконанні робіт виникає необхідність вживання переносних освітлювальних приладів, ручного електрифікованого інструменту. При користуванні такими приладами людина може опинитися під напругою, якщо вона доторкнеться безпосередньо до струмопровідних частин або частин, що виявилися під напругою в слідстві пробією ізоляції. Тому для забезпечення безпеки при користуванні переносними світильниками місцевого і ремонтного освітлення, приладами, переносним електроінструментом у приміщеннях ливарного двору рекомендується номінальна напруга 12 В.

Передача електроенергії в доменному цеху здійснюється кабелями, причому зовнішні траси (між приміщеннями) прокладають в кабельних блоках, тунелях і галереях, а внутрішні – в кабельних каналах і трубах. Застосовують силові кабелі марок ААГ, АСГТ, АНРГ. Для, механізмів, розташованих в місцях з підвищеною температурою (електрогармата, машина для оброблення чавунної льотки, розливання чавуну і шлаку), застосовують спеціальні дроти типа РКГМ. До електропроводів механізмів,



схильних до сильної вібрації, електроенергію підводять шланговими кабелями типа КРПТ і ГРШСН. Кабельні троси, прокладені на внутрішніх стінах робочого майданчика доменної печі, захищаються від прямої дії розплавленого металів і газів.

У машинних залах доменних печей місця установки лебідок і електроустаткування відділяються заскленою перегородкою.

При напрузі вище 1000В застосовують: трьохдротяну з ізолюваною нейтраллю схему трифазних мереж при напрузі до 35кВ включно. При напрузі до 1000В в доменному цеху застосовують чотиридротяну із заземленою нейтраллю схему мереж трифазного струму (напругою 380/220В). При цьому в чотиридротяній мережі заземлення нейтралі джерела струму (генератора, трансформатора) здійснюють з'єднанням її із заземлювачем безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатор струму), і тому таку мережу прийнято називати мережею з глухозаземленою нейтраллю. Оскільки електричні мережі, вживані в доменному цеху, мають достатньо велику довжину, і як наслідок цього, важко забезпечити їх надійну експлуатацію (зокрема ізоляцію), то використання інших схем мереж (окрім розглянутої вище) виключається [17].

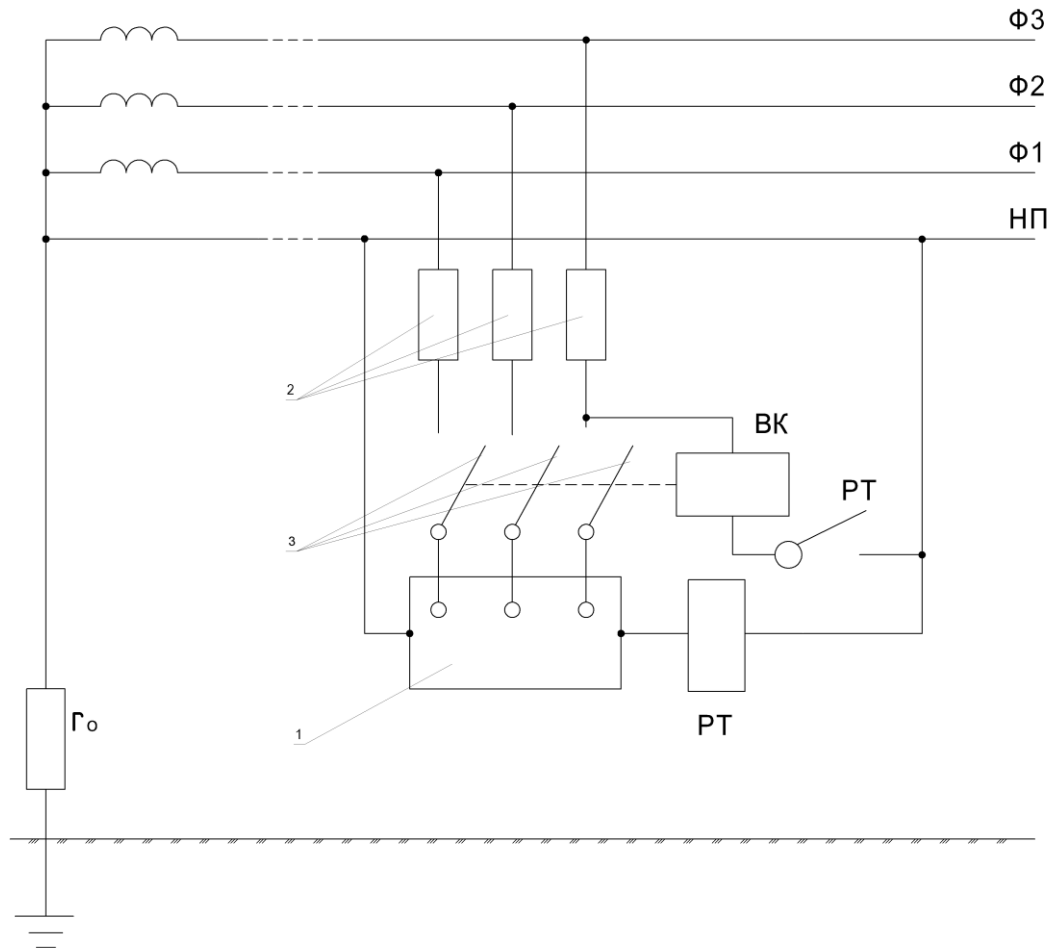
Безпека експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосуванням ізоляції, недоступністю струмопровідних частин, блокуваннями безпеки, методами орієнтації, застосуванням малої напруги, ізоляцією електричних мереж від землі, компенсацією ємкісною складовою струму замикання на землю, вирівнюванням потенціалів і застосуванням ізолюючих майданчиків [16].

### **3.2 Розрахунок пристрою захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання**

До схем пристроїв захисного відключення (ПЗВ) відносяться такі схеми, які вживаються в системі занулення, коли струмове реле включається

в розтин зануляючих провідників і спрацьовує під дією струму короткого замикання. Такі схеми відрізняються чіткістю спрацьовування.

Принципова схема пристрою, що реагує на струм короткого замикання, приведена на рис. 3.1.



Ф1, Ф2, Ф3 – фазні провідники; НП – нульовий захисний провідник;  
 ВК – відключаюча катушка; РТ – реле струму;  $r_0$  – опір заземлення нейтралі;  
 1 – корпус електроприймача; 2 – апарати захисту (запобіжники); 3 – силові контакти.

Рисунок 3.1 – Принципова схема ПЗВ, що реагує на струм короткого замикання

Призначення ПЗВ – усунення небезпеки поразки струмом людей при дотику до зануленого корпусу в період замикання на нього фази.

Принцип дії – швидке відключення пошкодженого устаткування від мережі в разі, якщо струм, що проходить через зануляючий провідник, перевищить деяку межу, при якій напруга дотику має найбільше тривале допустиме значення  $U_d$ .

Умова безпечного дотику до корпусу електроустаткування в період замикання на нього фази виражається залежністю, В:

$$U_d \geq I_d |Z_p + r_n|, \quad (3.1)$$

де  $I_d$  – допустимий струм короткого замикання, А;

$Z_p$  – повний опір обмоток реле, Ом;

$r_n$  – опір зануляючого провідника, Ом.

Уставкою є струм  $I_d$ , що проходить через зануляючий провідник і що визначає приведені умови безпеки:  $I_{уст} = I_d$ .

Нехтуючи  $r_n$ , зважаючи на його малість, отримаємо, А:

$$I_{уст} = U_d / Z_p. \quad (3.2)$$

Виражаючи опір обмоток реле через активну і індуктивну складові, отримаємо, А:

$$I_{уст} = \frac{U_d}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}. \quad (3.3)$$

Знайдемо необхідний індуктивний опір реле при наступних вихідних даних:  $R_p = 120$  Ом;  $I_{уст} = 200$  мА;  $U_{д1} = 42$  В;  $U_{д2} = 60$  В.

Виражаємо з формули, що визначає струм установки, індуктивний опір реле, Ом:

$$I_{уст}(R_p^2 + X_p^2)^{0,5} = U_d;$$

$$I_{уст}^2(R_p^2 + X_p^2) = U_d^2;$$

$$I_{уст}^2 R_p^2 + I_{уст}^2 X_p^2 = U_d^2 ;$$

$$I_{уст}^2 X_p^2 = U_d^2 - I_{уст}^2 R_p^2;$$

$$X_p^2 = U_d^2 / I_{уст}^2 - R_p^2;$$

$$X_p = (U_d^2 / I_{уст}^2 - R_p^2)^{0,5} \quad (3.4)$$

Підставляємо в отримане вираження  $U_{д1} = 42$  В.

$$X_p = (42^2 / 0,2^2 - 120^2)^{0,5} = 172 \text{ Ом.}$$

Для допустимої напруги дотику  $U_{д2} = 60$  В:

$$X_p = (60^2 / 0,2^2 - 120^2)^{0,5} = 275 \text{ Ом.}$$

Як реле струму вибираємо реле типу РЭ-571Т [17]. Апарат, що відключає силові контакти – автоматичний вимикач АП-25-3М (номінальний струм 25А, 3 полюси, електромагнітний розчіплювач) [17].

## РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1 Характеристика технологічного процесу з погляду пожежної безпеки

Доменний цех (ливарний двір) відноситься до категорії Г [18] вибухопожежної небезпеки. Ливарний двір доменного цеху відноситься до I ступеню вогнестійкості будівель категорій Г і виконується з негорючих матеріалів, то в застосуванні протипожежних стін, перегородок немає необхідності.

Причини виникнення пожежі в доменному цеху різноманітні: недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, пристрої комунікацій, дефекти устаткування, порушення режимів технологічних процесів, неправильне проведення робіт, необережність і недбалість персоналу.

Одним з джерел утворення вибухонебезпечних сумішей є міжконусний простір доменної печі. Для попередження утворення вибухонебезпечних сумішей в міжконусному просторі доменної печі в нього направляють пар або інертний газ. Подача пари або інертного газу блокується із завантажувальним пристроєм, щоб без подачі пари або газу в міжконусний простір механізм завантаження не працював.

Щоб уникнути займання в цеху необхідно, перш ніж вдувати в доменну піч пилоподібне паливо або мазут, переконатися в справності відсікаючої і замочної апаратури і контрольно-вимірювальних приладів.

Горючі гази, що знаходяться в трубопроводах і устаткуванні, створюють вибухопожежонебезпечні ділянки в доменному цеху. Найбільш вірогідні місця загоряння газу – нещільність в з'єднаннях, погано провітрювані приміщення, де знаходиться апаратура під тиском; газові тракти з горючим газом, при попаданні в яких повітря (зважаючи на

зниження тиску або припинення подачі газу) утворюється вибухонебезпечна суміш.

Небезпеку, в плані займання, представляють ділянки шихтоподачі. Кокс є пожежонебезпечною речовиною, тому підбункерне приміщення є пожежонебезпечним. Кокс, агломерат, шихта і інші матеріали, вживані для виплавки чавуну, транспортуються за допомогою транспортних стрічок. Щоб уникнути загоряння транспортних стрічок не допускається приймати неохоложені шихтові матеріали з температурою вище 100°C (навіть найменше вогнище горіння в замкнутому об'ємі галереї дуже швидко розвивається до розмірів великої пожежі).

Ливарний двір, на якому тверді, рідкі, газоподібні речовини спалюються як паливо і утилізуються шляхом спалювання, не відносяться по їх електроустаткуванню до вибухо- і пожежонебезпечних зон. Ділянка шихтоподачі, де відбувається розвантаження, зберігання і дозування шихти, що подається в доменну піч: залізовмісних матеріалів, коксу, вапняку і добавок відносяться до пожежонебезпечної зони класу II [18]. Підбункерне приміщення відноситься до В Па вибухонебезпечній зоні.

Велике значення на ливарному дворі доменного цеху мають ступінь автоматизації систем сигналізації про пожежу і особливе впровадження швидкодіючих автоматичних систем пожежогасіння.

Доменний цех характеризується наявністю великої кількості приміщень з різними видами електроустаткування (щитове приміщення, будівля управління піччю, приміщення приладів КВП і А, кабельні приміщення і ін.), тому для гасіння пожеж в цих приміщеннях широке вживання отримали установки пінно-повітряного пожежогасіння. Норми первинних засобів пожежогасіння в доменному виробництві на одну домну передбачають: один пінний вогнегасник ВХП-10, шість вогнегасників ВВ-5 або ВВ-8, чотири ящики з піском [19].

Бункерна естакада і підбункерне приміщення відноситься по вибухопожежній небезпеці до категорії В. Там горючим середовищем є

матеріали, що транспортуються, згорають, з яких складається шихта.

У доменному цеху знаходиться велика кількість легкозаймистих і горючих рідин і газів, а також коксу, вугілля і інших горючих матеріалів, що зберігаються, транспортуються і використовуваних в різних технологічних процесах, створює потенційну небезпеку загорянь, пожеж і вибухів. Тому проблема забезпечення вибухопожежобезпеки об'єктів чорної металургії є вельми актуальною і має велике значення.

Щоб уникнути утворення вибухонебезпечних сумішей в міжконусному просторі завантажувального пристрою в нього повинні подаватися пара або інертний газ в кількостях, що виключає вірогідність вибуху. Подача пари або інертного газу має блокуватися із завантажувальним пристроєм так, щоб без подачі пари (газу) в міжконусний простір печі механізми завантаження не працювали.

Найбільш вірогідні місця загоряння газу - нещільність в з'єднаннях, де може проникнути газ; газові тракти з горючим газом, при попаданні в яких повітря (зважаючи на зниження тиску або припинення подачі газу) утворюється вибухонебезпечна суміш. Небезпека вибуху газу зростає при зупинці печі, оскільки при цьому з неї припиняється вихід газу, а газ, що залишився в мережі, охолоджуючись і зменшуючись в об'ємі, створює розрядку, що викликає приплив повітря. Щоб уникнути вибуху при зупинці печі в газові тракти повинна подаватися пара.

Певну пожежну небезпеку представляє наявність рідкого чавуну і шлаку. Ковші для металу і шлаку повинні подаватися сухими, аби уникнути розбризкування металу (шлаку). Щоб уникнути виплеску металу ковші не доливають до верхньої кромки.

Всі електричні кабелі і пристрої гідроприводів в місцях розливання металу і випуску шлаку мають бути захищені від механічних пошкоджень, дії променистого тепла, а також від попадання бризок металу і шлаку.

Можливими джерелами займання електроустаткування можуть бути:

- вентиляція виробничих приміщень, а також в процесі виробництва чавуну вживані димососи, вентилятори в комплект до яких підбираються відповідні електродвигуни;

- електроустаткування, грохоти;

- електрична свердловальна машина для оброблення чавунної льотки.

Повітрянагрівачі доменних печей мають бути обладнані приладами контролю температури кожуха в купольній і підкупольній частинах.

Займання може статися на ділянках шихтоподачі. Кокс, агломерат, шихта і інші матеріали для виплавки чавуну, транспортуються за допомогою транспортних стрічок, тому не охолоджені шихтові матеріали з температурою вище 100 °С транспортувати не можна.

Пожежі електроустаткування, легкозаймистих і горючих рідин, хімічних речовин, при взаємодії яких з водою утворюються шкідливі або підсилюючі процес горіння з'єднання, ліквідовують вживанням твердих (суха земля, пісок, тверда вуглекислота, що виділяє вогнегасні гази) і газоподібних речовин (водяні пари, газоподібна вуглекислота). Подача великої кількості води у вогнище горіння дозволяє збити полум'я і охолодити речовини, що горять, до температури нижче за температуру їх займання. Розташування пожежних кранів повинно забезпечувати зіткнення струменя води від двох суміжних кранів в найбільш високою і найбільш віддаленою частинах будівлі, що обслуговується цими двома кранами. До місця пожежі прокладають пожежні рукави. Довжина лінії рукавів не має бути більш 100 м, оскільки при великій довжині струмінь не матиме достатнього натиску.

У цеху встановлюють протипожежні куточки, забезпечені ящиками з піском, ємностями з водою і пожежно-інвентарним щитом з набором інвентаря: лопат, багрів, сокир, мішків і т.д. для гасіння невеликих вогнищ пожежі при займанні твердих горючих матеріалів, а також різних горючих рідин на невеликій площі (не більше 1 м<sup>2</sup>) застосовують ручні пінні вогнегасники ВП – 5, а також ручні вуглекислотні вогнегасники ВВ – 2, ВВ – 5, ВВ – 8 [19-21].



При виникненні вибуху чи пожежі (надзвичайної ситуації) одночасно з гасінням організовується евакуація матеріальних цінностей та працівників, для чого використовується обслуговуючий персонал підприємства. У виробничих будівлях передбачаємо евакуаційні виходи, призначені для забезпечення безпечної евакуації людей, що перебувають в будівлі, у разі виникнення пожежі або аварії. Передбачаємо мінімум два евакуаційні виходи. Ширина всіх евакуаційних виходів (дверей) перевищує 0,8 м, що відповідає нормам [21]. Двері відчиняються у напрямі виходу із приміщень і будівель. Сходові марші обладнуємо пристроями, призначеними для видалення диму, зниження температури і концентрації продуктів горіння в зоні пожежі і суміжних із ним приміщеннях з метою забезпечення необхідних умов для евакуації працівників і роботи пожежних підрозділів. Цими пристроями є вікна і шахти димовидалення.

Пропозиції по організації гасінню пожежі при виникненні надзвичайної ситуації:

- провести розвідку та оцінити обстановку на пожежі;
- встановити наявність людей, яким загрожує небезпека, встановити напрямки та способи евакуації;
- прийняти міри до відключення електромережі;
- при виклику підрозділів пожежної охорони організувати їх зустріч, вказати місце пожежі, пояснити особливості планування будівлі, вказати місце розміщення пожежних гідрантів та пожежних водоймищ;
- допомогти працівникам пожежної охорони в діях по евакуації та захисту матеріальних цінностей.

Відповідальному за техніку безпеки необхідно:

- забезпечити своєчасний вивід пожежних із небезпечної зони при загрозі руйнування конструкцій будинків, або вибуху установок та апаратів;
- дотримання заходів безпеки від ураження електричним струмом;
- надання сигналів сповіщення на відступ з бойових позицій при небезпеці подальшого руйнування;

- забезпечення безпеки пожежних при розробці уламків та витягнення з них постраждалих.

## 4.2 Розрахунок установки пожежогасіння

Розрахуємо установку парового пожежогасіння для міжконусного простору доменної печі. Довжина ділянки  $L = 6,9$  м, ширина  $S = 6,05$  м та висота  $H = 17,0$  м.

Для гасіння пожежі необхідно понизити концентрацію кисню в повітрі у вогнищі до такої, при якій горіння неможливе. Для гасіння використовують насичену відпрацьовану водяну пару або перегріту пару технологічного призначення. Переважно використовують насичену пару. Вогнегасильна концентрація водяної пари в повітрі  $C_{\text{п}} = 35\%$  [19].

Інтенсивність подачі пари приймають на основі практичних даних. Її значення лежить в межах від  $0,002$  кг/с·м<sup>2</sup> для приміщень із закритими отворами до  $0,005$  кг/с·м<sup>2</sup> для приміщень з великою площею відкритих отворів [19]. Приймаємо інтенсивність подачі пари  $i = 0,005$  кг/с·м<sup>2</sup>.

Внутрішній об'єм приміщення, що захищається, м<sup>3</sup>:

$$V = L \cdot S \cdot H. \quad (4.1)$$

$$V = 6,9 \cdot 6,05 \cdot 17 = 709,67 \text{ м}^3.$$

Загальна витрата пари, кг/с:

$$G = i \cdot V. \quad (4.2)$$

$$G = 0,005 \cdot 709,67 = 3,5504 \text{ кг/с}.$$

Приймаючи щільність пари  $\rho = 0,804 \text{ кг/м}^3$ , знаходимо об'ємну витрату пари,  $\text{м}^3/\text{с}$ :

$$Q = G/\rho. \quad (4.3)$$

$$Q = 3,55/0,804 = 4,42 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Зміна концентрації пари в повітрі з часом описується залежністю:

$$C = 100[1 - \exp(-Q\tau/V)], \quad (4.4)$$

де  $C$  – поточна концентрація пари, об. %;

$\tau$  – час, за який змінюється концентрація пари в повітрі, с.

Час, протягом якого припиниться горіння, якщо  $C = C_n$ , складе:

$$\tau = \frac{V}{Q} \ln\left(\frac{100}{100 - C_n}\right), \quad (4.5)$$

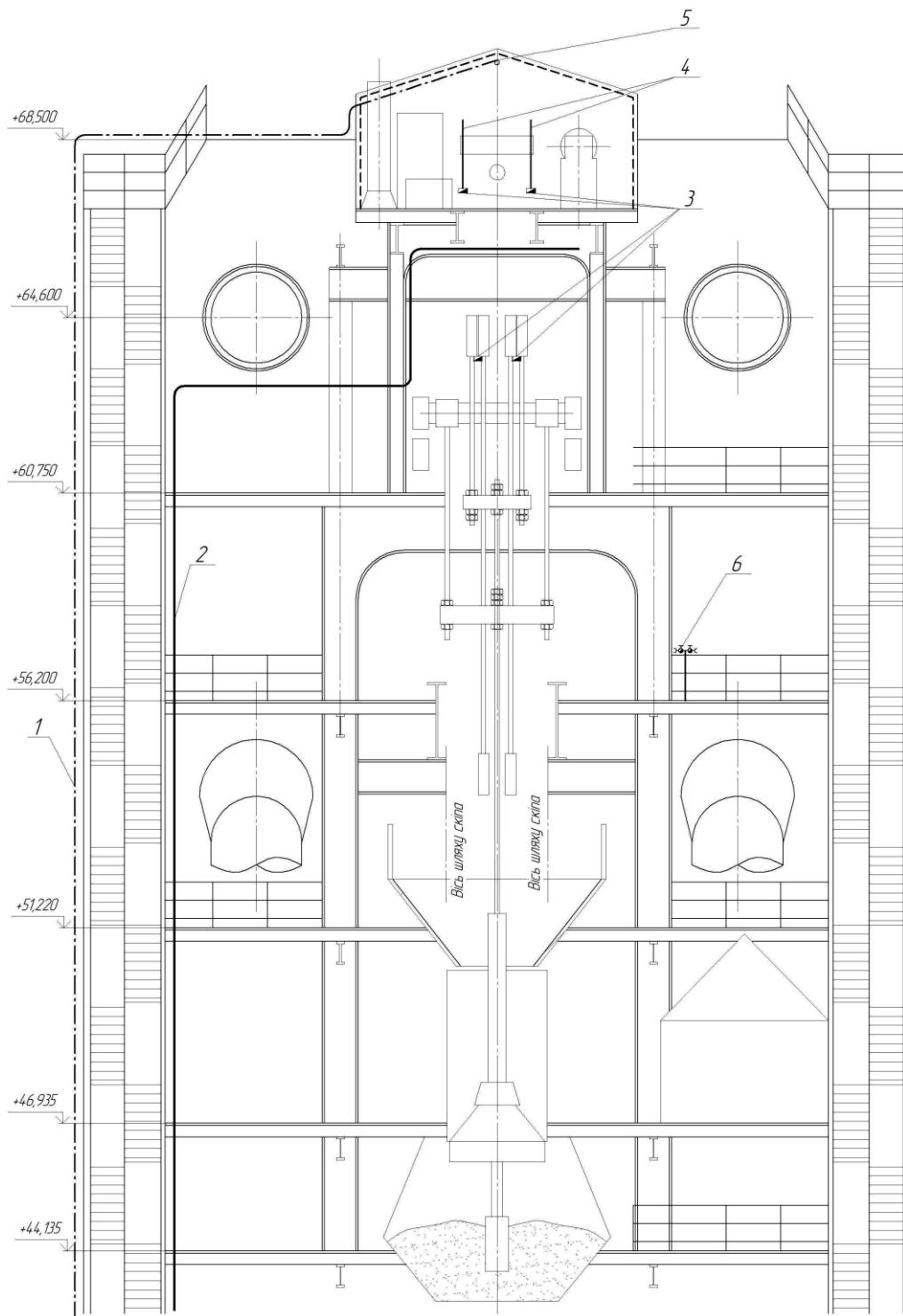
$$\tau = \frac{709,67}{4,42} \ln\left(\frac{100}{100 - 35}\right) = 70 \text{ с}.$$

Отже горіння припиниться менш ніж через 1,2 хвилини. Тоді кількість пари, яку необхідно витратити на пожежогасіння:

$$M = G \cdot \tau, \quad (4.6)$$

$$M = 3,55 \cdot 70 = 248,5 \text{ кг}.$$

Установка парового пожежогасіння для міжконусного простору доменної печі представлена на рис. 4.1.



1 – паропровід; 2 – водопровід; 3 – термосигналізатори; 4 – шланг гнучкий; 5 – паровий колектор; 6 – пожежний кран; 7 – зрошувачі

Рисунок 4.1 – Установа парового пожежогасіння для міжконусного простору доменної печі.

## ВИСНОВКИ

1. У першому розділі розглядається обладнання доменної печі, обладнання доменного цеху, технологічний процес доменного виробництва, апаратурно-технологічна схема доменного процесу.

Доменний процес є відновним процесом, оскільки його суть полягає у відновленні оксидів заліза до металу. Сировиною доменної плавки є паливо, залізні і марганцеві руди і флюси. Паливом для доменної плавки служить кокс, що отримується з кам'яного вугілля. Його роль полягає в забезпеченні процесу паливом і відновною енергією. Крім того, кокс розпушує стовп шихтових матеріалів і полегшує проходження газового потоку в шихті доменної печі.

2. У другому розділі розглянуті потенційно небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища доменного цеху і дана оцінка чинників виробничого середовища робочого місця горнового, виконані технічні рішення по виробничій санітарії. При виробництві чавуну постійно виникають відхилення від нормальних параметрів, що знижують рівень безпеки процесів і призводять до виникнення небезпечних виробничих чинників. З санітарно-гігієнічної точки зору умови роботи на робочому майданчику доменної печі в ливарному дворі характеризуються забрудненням повітряного середовища оксидом (II) вуглецю, сірчистим газом, різними вуглеводнями і ціаністими з'єднаннями, запиленням повітряного середовища, підвищеною температурою повітря, інфрачервоним випромінюванням, шумом, вібрацією.

Проведений аналіз умов праці дозволяє зробити висновок, що умови праці відносяться до 3 класу III ступеню. Робоче місце має в наявності 6 чинників I ступеню, 2 чинника II ступеню і 1 чинник III ступеню. За показниками робоче місце слід вважати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

3. Визначено необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року на ливарному дворі. Для здійснення аерації владнуємо 3 ряди отворів в подовжніх стінах будівлі: на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 4 м і на рівні підкранових балок – 12,2 м. На даху встановлюється витяжний аераційний ліхтар.

4. Для захисту працюючих від перегріву передбачаємо повітряне душення. Пропонується влаштувати повітряне душення робочого місця горнового. Об'єм повітря, що подається одним душуючим патрубком, складає 726,7 м<sup>3</sup>.

5. У третьому розділі розроблені заходи щодо електробезпеки доменного цеху. Виконано розрахунок пристрою захисного відключення, що реагує на струм короткого замикання. До схем пристроїв захисного відключення відносяться такі схеми, які вживаються в системі занулення, коли струмове реле включається в розтин зануляючих провідників і спрацьовує під дією струму короткого замикання. Такі схеми відрізняються чіткістю спрацьовування. к реле струму вибираємо реле типу РЭ-571Т. Апарат, що відключає силові контакти – автоматичний вимикач АП-25-3М (номінальний струм 25А, 3 полюси, електромагнітний розчіплювач).

6. В четвертому розділі розроблені протипожежні заходи і засоби гасіння пожеж. Виконано розрахунок установки парового пожежогасіння для міжконусного простору доменної печі. Горіння припиниться менш ніж через 1,2 хвилини. Кількість пари, яку необхідно витратити на пожежогасіння складає 248,5 кг.

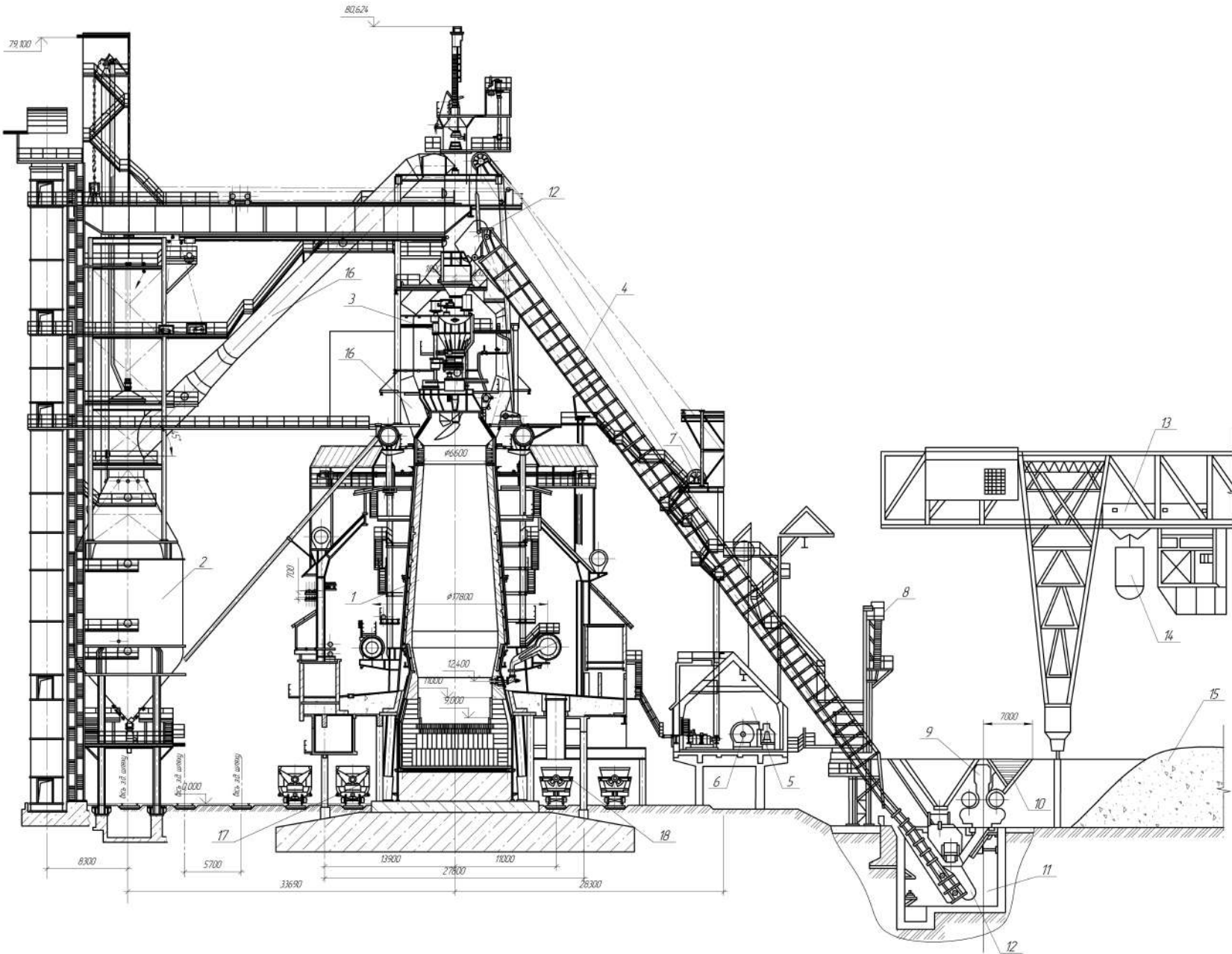
## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. Москва : ИКЦ "Академкнига", 2005. 767 с.
2. Гребенник В.М., Иванченко Ф.К., Павленко Б.А. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование конверторных и мартеновских цехов. Київ : Высшая школа, 1990. 288 с.
3. Кудрин В.А. Металлургия стали. Москва : Металлургия, 1989. 560 с.
4. Гаврилко С.О., Чуб В.Г., Казачков О.І. Теорія і технологія сталеплавильного виробництва. Методичний посібник для виконання інженерних розрахунків у курсовому проектуванні для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 „Металургія чорних металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 132 с.
5. Ловчинский Э.В., Вагин С.М. Машины и механизмы сталеплавильного производства. Москва : Металлургия, 1982. 271 с.
6. Гаврилко С.О. Основы проектування металургійних цехів. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 „Металургія чорних металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 92 с.
7. Гаврилко С.О. Теорія і технологія сталеплавильного виробництва. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 „Металургія чорних металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 120 с.
8. Тарасов В.К. Безпека технологічних процесів і устаткування. Запоріжжя, ЗДІА, 2008. 164с.
9. Бринза В.Н., Зиньковский М. М. Охрана труда в чёрной металлургии. М.: Металлургия, 1982. 335с.
10. Трахтенберг А.М., Коршун М.М., Чебанова О.В. Гигиена труда и производственная санитария. К.: Киев, 1997. 462с.
11. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. М.: Металлургия, 1986. 460с.

12. Геврик Є.О. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
13. Ткачук К.Н. Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф. Виробнича санітарія. Рівне : НУВГП, 2012. 443 с.
14. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. Основи охорони праці. Київ : Основа, 2006. 448 с.
15. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник. Львів, Афіша, 2000 352с.
16. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Мн.: Беларусь, 1987. 479 с.
17. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1984. 448с.
18. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии. М.: Металлургия, 1991. 132с.
19. Рожков А. П. Пожарная безопасность на производстве. К.: Охрана труда, 1997. 448с.
20. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические: Справочник. – 2-е изд. доп. (с изм.). М.: Спецтехника, 2002. 400 с.
21. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ : Основа, 2002. 352 с.



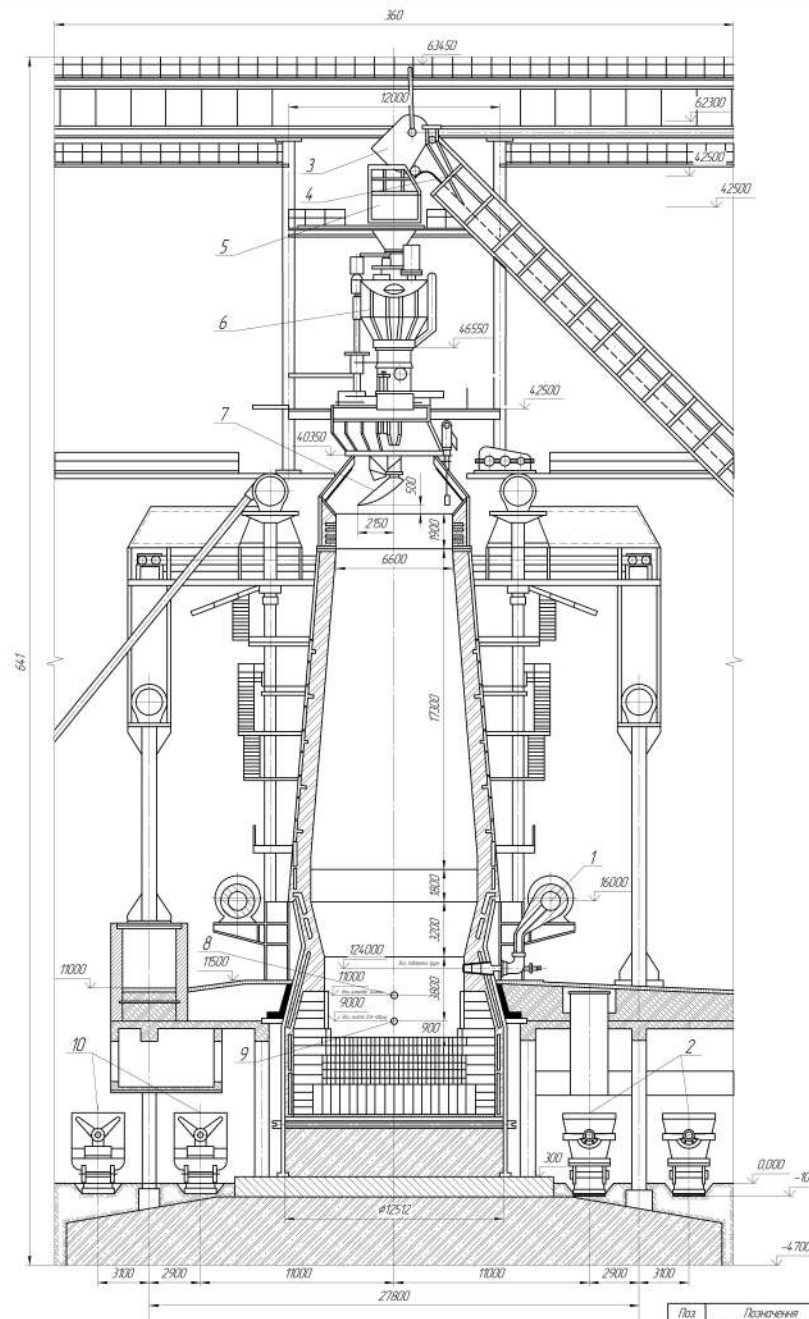




Поз.	Позначення	Найменування	Кіл./Примтка
1	ІНН Д1 170819 201	Доменна гач	1
2	ІНН Д1 170819 202	Пилкозловач	1
3	ІНН Д1 170819 203	Колошник	1
4	ІНН Д1 170819 204	Колошниковий підйомник	1
5	ІНН Д1 170819 205	Машини відйомк	1
6	ІНН Д1 170819 206	Лейбика управління конусом	1
7	ІНН Д1 170819 207	Склопа ледіка	1
8	ІНН Д1 170819 208	Підйомник коксової фракції	1
9	ІНН Д1 170819 209	Вагон-ваги	1
10	ІНН Д1 170819 210	Бункерна естакада	1
11	ІНН Д1 170819 211	Склопа яма	1
12	ІНН Д1 170819 212	Скел	1
13	ІНН Д1 170819 213	Грейферний вазок	1
14	ІНН Д1 170819 214	Грейфера	1
15	ІНН Д1 170819 215	Штабель руди	1
16	ІНН Д1 170819 216	Газозабір доменного газу	2
17	ІНН Д1 170819 217	Шлакочов	2
18	ІНН Д1 170819 218	Чайнобаз	2

ІНН Д1 170819 200 ЗВ

Вен. лист	Пр. вказ.	Прод.	Лист	Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб.	Климер С.А.				Лист №		1:200
Прод.	Шибал В.А.			Розріз доменного цеху	Лист	2	Листов
Ілюстра.	Шибал В.А.				Місцевість: завод і місто Ізюм. ІНН м. ІЗЮМ. Проект №11 нар. 1921, ар. ЦБ-17-83		
Начальн.	Беларень К.В.			Колорит			Формат А1
Зам.	Коваленко Г.В.						

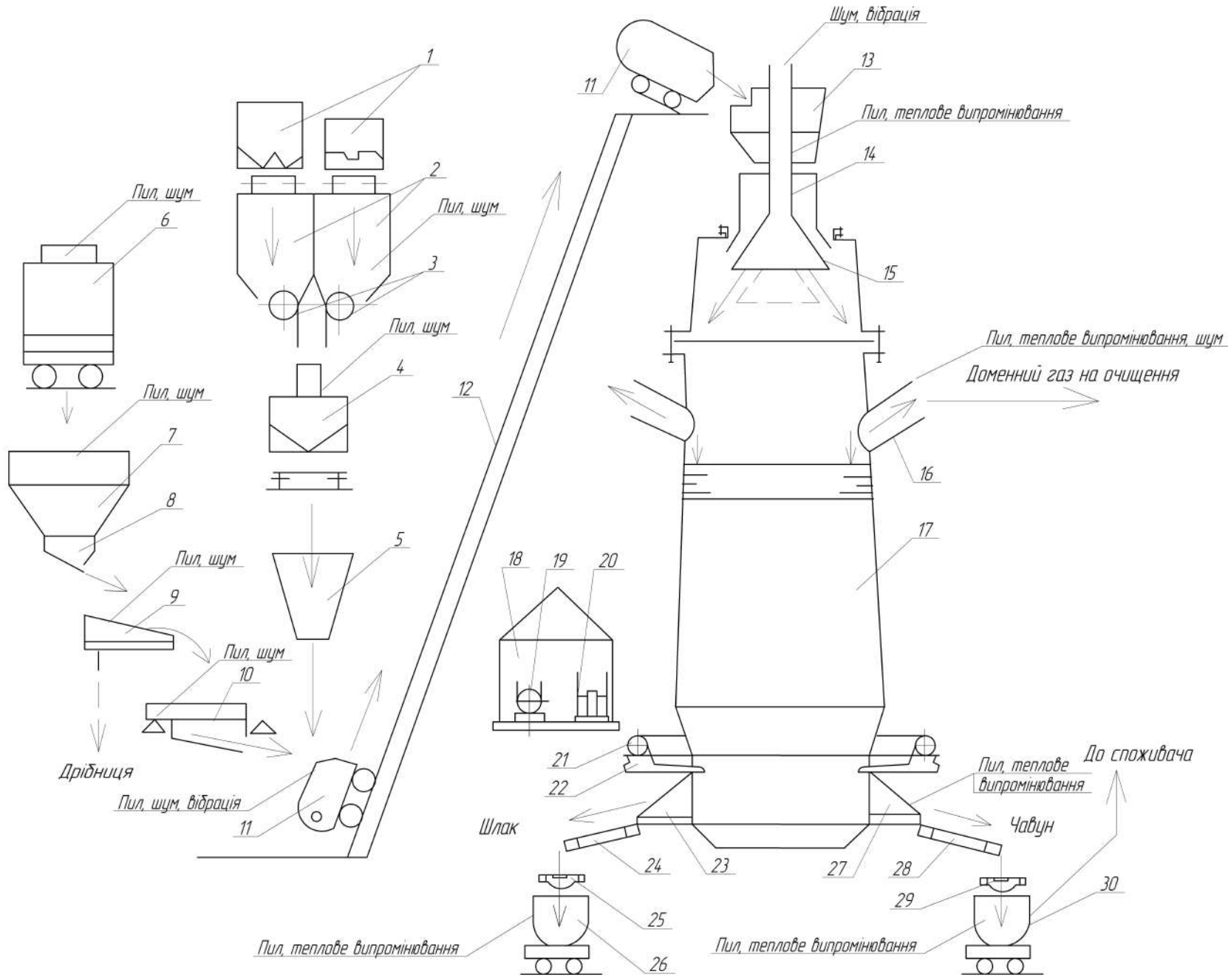


№п/п	Позначения	Наименования	Кол.	Примеч.
1	ИНИ Д1. 170819. 301	Полупанель верх	2	
2	ИНИ Д1. 170819. 302	Чашка	1	
3	ИНИ Д1. 170819. 303	Сеп	1	
4	ИНИ Д1. 170819. 304	Столбы опорные	1	
5	ИНИ Д1. 170819. 305	Платформа опорная	1	
6	ИНИ Д1. 170819. 306	Распределитель воды	1	
7	ИНИ Д1. 170819. 307	Распределитель воздуха	1	
8	ИНИ Д1. 170819. 308	Шкафы элект.	1	
9	ИНИ Д1. 170819. 309	Чашка вода	2	
10	ИНИ Д1. 170819. 310	Шкафы элект.	2	

ИНИ Д1. 170819. 300. 3В

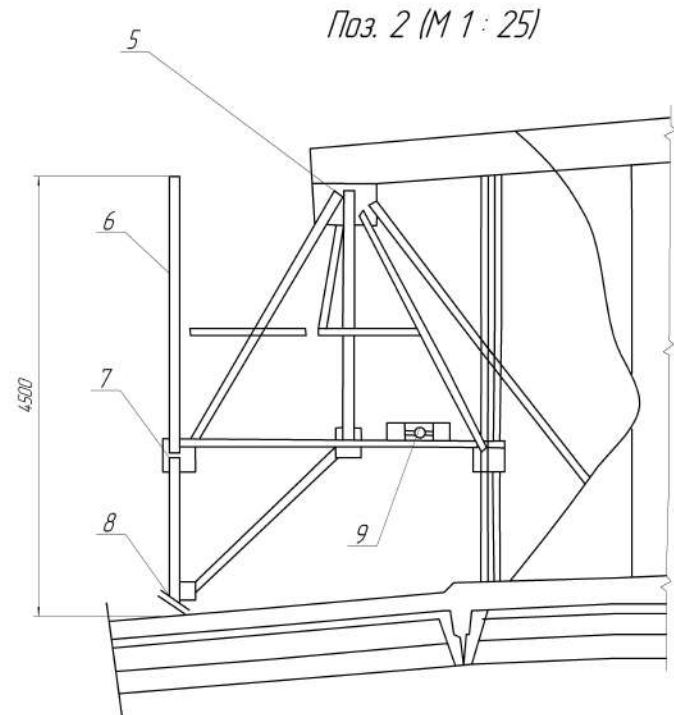
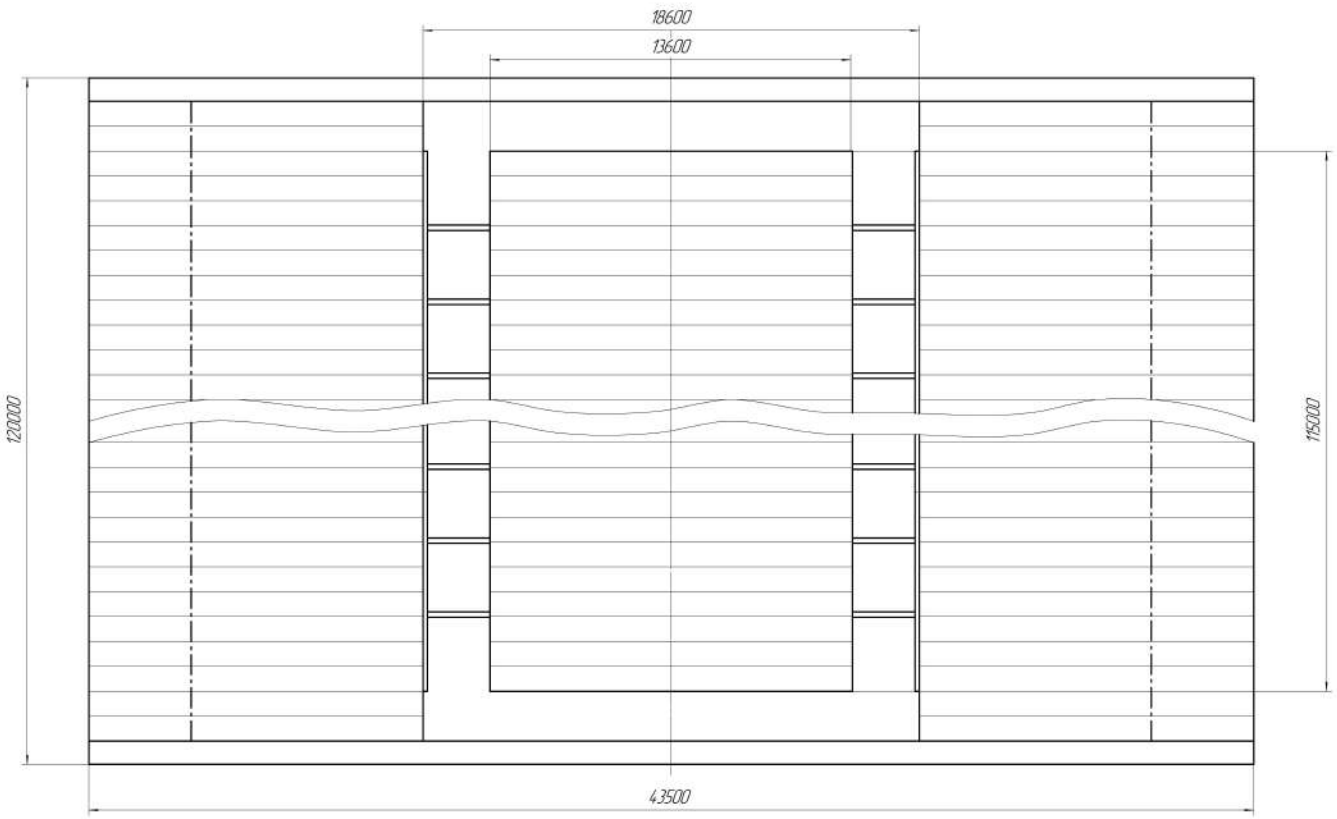
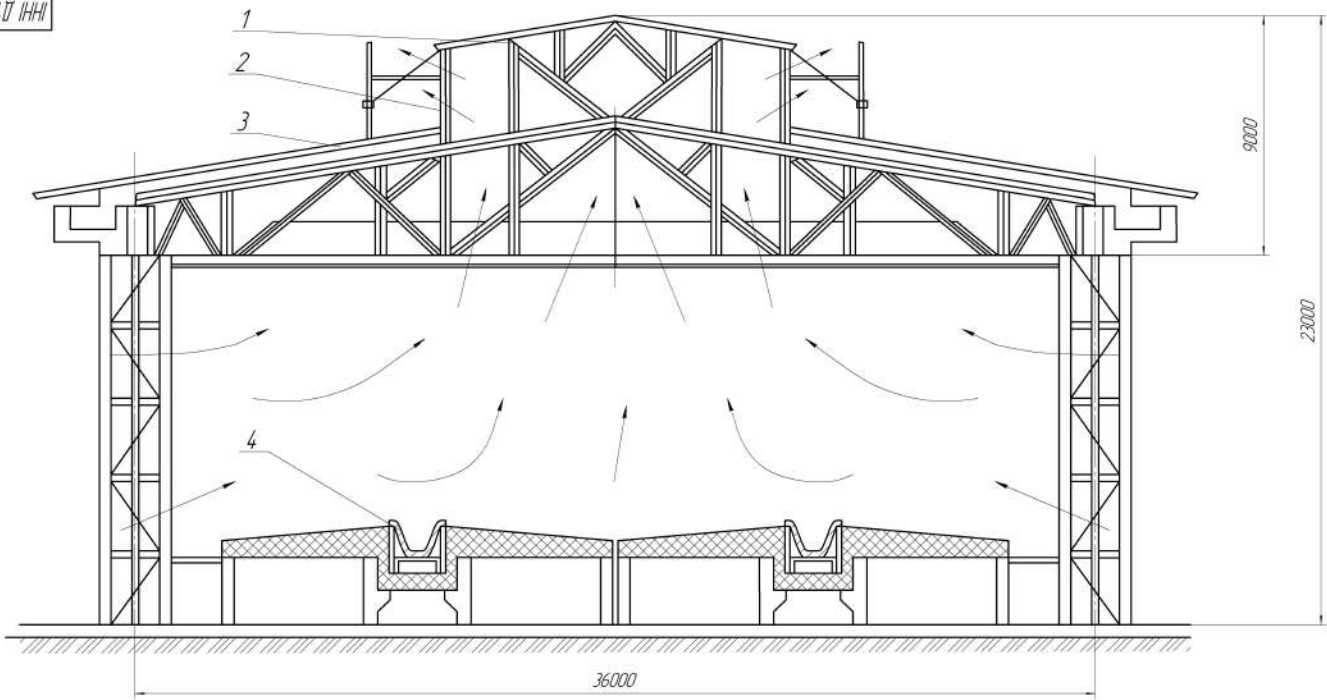
Исполн.	В. Смирнов	Дата	1980	Масштаб	1:1
Провер.	С. Смирнов	Дата	1980	Лист	1 из 1
Утверд.	С. Смирнов	Дата	1980	Исполн.	В. Смирнов
Исполн.	С. Смирнов	Дата	1980	Провер.	С. Смирнов
Исполн.	С. Смирнов	Дата	1980	Утверд.	С. Смирнов

Разраб. Воронежский лицей



Поз	Найменування	Кіл	Примітка
1	Перевантажувальний вагон	2	
2	Рудний бункер	2	
3	Барабанний затвор	2	
4	Вагон - ваги	1	
5	Варанка	1	
6	Коксовий перевантажувальний вагон	1	
7	Коксовий бункер	1	
8	Гарлябина дунжера	1	
9	Грохот	1	
10	Варанка - ваги	1	
11	Скіп	2	
12	Міст скіпового підйому	1	
13	Примальна варанка	1	
14	Обертальна варанка	1	
15	Розподільчі пристрої	1	
16	Газопровід	2	
17	Доменна піч	1	
18	Машинне приміщення	1	
19	Скляна ледька	1	
20	Ледька	1	
21	Кільцевий повітряпровід	1	
22	Фурменний прилад	1	
23	Шлакова льотка	2	
24	Жолоб шлаку	2	
25	Однонасковий розлив шлаку	1	
26	Чаша шлакова	2	
27	Чавунна льотка	1	
28	Жолоб чавуну	1	
29	Однонасковий розлив чавуну	1	
30	Киди чавунової	1	

ІННІ Д1. 170819. 400 СХ				Лист	Масо	Масштаб
Вен. лист	№ докум.	Гр. №	Дата	Д/Н		
Розроб	Кучер С.А.					
Проб.	Шибал В.А.					
Технік	Шибал В.А.					
Начальн.	Беларень К.В.					
Зам.	Коваленко Г.В.					
Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві				Лист 4 з 12		
Апаратурно-технологічна схема доменного процесу				Масштаб: 1:1000		
Копіювати				Формат А1		



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН Д1.170819.501	Аераційний фанер	1	
2	ІНН Д1.170819.502	Витяжний аераційний проєм	2	
3	ІНН Д1.170819.503	Зб'єд закладені плити покриття	1	
4	ІНН Д1.170819.504	Галубний жолоб	2	
5	ІНН Д1.170819.505	Важільний пристрій	2	
6	ІНН Д1.170819.506	Підвартна панель	2	
7	ІНН Д1.170819.507	Підвісна панель	2	
8	ІНН Д1.170819.508	Регулювальні лист	2	
9	ІНН Д1.170819.509	Штанга відкривального механізму	2	

ІНН Д1.170819.500.3В				Лист	Масштаб
Ім'я	Лист	№ докум.	Грід	Лист	1:100
Розроб	Кучер С.А.				
Проб	Шибол В.А.				
Тверд	Шибол В.А.				
Начальн	Беларук К.В.				
Інж	Коваленко Г.В.				

Розробка заходів та засобів з аерації проєкту у даху даху даху

Аерація ливарного даху даху даху

Масштаб: 1:100

Лист 5 з 7

Масштаб: 1:100

ІНН Д1.170819.500.3В

ІНН Д1.170819.500.3В

ІНН Д1.170819.500.3В

ІНН Д1.170819.500.3В





