

**КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

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

кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

Кваліфікаційна робота
бакалавра

До журі
[Signature]
17.05.23

на тему Розробка заходів з безпеки праці при виплавці чавуну в доменних печах

Виконав: студентка 5 курсу, групи ЦБ-18-б3
Спеціальності 263 Цивільна безпека
освітньої програми Охорона праці
спеціалізації

Г.А. Бабич

Керівник доцент, к.т.н. Манідіна Є.А.

Рецензент д.т.н. Белоконь М.І.

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

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенно
безпеки

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Спеціальність 263 Цивільна безпека

Освітня програма Охорона праці

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«15» травня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ

Бабич Ганні Анатоліївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Розробка заходів з безпеки праці при виплавці
чавуну в доменних печах

керівник роботи Манідіна Євгенія Анатоліївна, к.т.н.,

(затверджені наказом вищого навчального закладу від «29» грудня 2022 року
№1894-с

2 Строк подання студентом роботи 19.05.2023 р.

3 Вихідні дані до роботи Склад доменного газу: CO – 25,1 %; H₂ – 9,6 %; CO₂
– 17,7; N₂ – 46,8 %; кількість матеріалу, який завантажується, приймаємо
рівним продуктивності барабана, м³/год, G_m=50 м³/год; внутрішній об'єм
приміщення ливарного двору – 37000 м³; тепловиділення від доменної печі -
Q_п = 1100 кВт; температура повітря робочої зони - t_р = 29°C

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) аналіз стану умов праці у доменному виробництві, дослідження
джерел небезпечних та шкідливих факторів; розробка заходів та засобів
поліпшення умов праці на виробництві, економічна оцінка розроблених
заходів з охорони праці.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) апаратурно-технологічна схема доменного виробництва, причини
травмування, відсотковий розподіл аварійних випадків, оцінка умов праці,
заходи щодо поліпшення мікроклімату в будівлі ливарного двору, заходи

зменшення концентрації пилу на бункерній естакаді, заходи з елетробезпеки та пожежобезпеки, економічна оцінка.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Манідіна Є.А., доцент	25.04.2023	01.05.2023
2	Манідіна Є.А., доцент	01.05.2023	10.05.2023
3	Манідіна Є.А., доцент	06.05.2023	12.05.2023

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Реферат. Аналіз літературних джерел	25.04- 21.05.2023	виконано
2	Загальна частина	25.04.- 01.05.2023	виконано
3	Технологічна частина	06.05.- 12.05.2023	виконано
4	Економічна оцінка заходів та засобів з охорони праці	06.05- 19.05.2023	виконано

Студент

(підпис)

Г.А. Бабич

Керівник роботи

(підпис)

Є.А. Манідіна

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

Ю.О. Бенделюк

РЕФЕРАТ

75 с., 9 табл., 13 рис., 13 джерел

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

ДОМЕННЕ ВИРОБНИЦТВО, ШИХТОВЕ ВІДДІЛЕННЯ, БУНКЕРНА ЕСТАКАДА, ЛИВАРНИЙ ДВІР, НЕБЕЗПЕЧНІ ТА ШКІДЛИВІ ВИРОБНИЧІ ФАКТОРИ, ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

Об'єкт дослідження – виробництво чавуну у доменних печах.

Мета роботи – дослідження умов роботи при виплавці чавуну в доменних печах.

В розділі 1 проаналізовано виробничі процеси, що відбуваються у доменному виробництві, визначено рівні безпеки процесу і обладнання доменного виробництва, встановлено основні причини виникнення небезпечних та шкідливих факторів у доменному цеху, розраховано нижню та верхню концентраційні межі поширення полум'я доменного газу, досліджено стан електробезпеки та пожежної безпеки у доменному цеху.

В розділі 2 запропоновані заходи підвищення безпеки виробництва та обладнання доменного цеху, розраховані та запроєктовані засоби з охорони праці: загальнообмінна вентиляція (аерація), місцева вентиляція, заземлення трансформаторної підстанції, система автоматичного пожежогасіння.

В розділі 3 розраховано термін окупності запропонованих засобів з охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Технологія виплавки чавуну в доменних печах	8
1.2 Оцінка безпеки доменного виробництва	14
1.2.1 Безпека праці під час розвантажені шихтових матеріалів на естакадах та бункерах.....	20
1.2.2 Безпека праці на ділянці розливання чавуну.....	23
1.2.3 Безпека праці на ливарному дворі доменного цеху	25
1.2.4 Аналіз параметрів доменної плавки, що впливають на безпеку виробництва	28
1.2.5 Розрахунок рівнів безпеки доменного процесу та обладнання цеху	35
1.3 Характеристика приміщень цеху по небезпеці поразки електричним струмом.....	37
1.4 Дослідження пожежної небезпеки доменного виробництва.....	39
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	42
2.1 Поліпшення умов праці у доменному цеху	42
2.1.1 Заходи по попередженню небезпечних та шкідливих факторів.....	42
2.1.2 Розрахунок укриття барабану зволожувача	55
2.2 Зменшення впливу надлишкового тепла на робітників ливарного двору. Розрахунок аерації ливарного двору	56
2.3 Розробка заходів та засобів захисту від поразки електричним струмом... ..	60
2.4 Розробка заходів та засобів захисту з пожежобезпеки	64
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	69
ВИСНОВКИ.....	73
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	74

ВСТУП

Металургійні підприємства характеризуються великою кількістю різноманітних високотемпературних агрегатів, які споживають або виробляють газоподібне паливо, що за певних умов може спричинити вибухи, пожежі або отруєння. Більшість агрегатів, машин і механізмів на металургійних підприємствах є об'єктами підвищеної небезпеки. Доменні печі є складним металургійним обладнанням, простої та аварійні ситуації наяких мають значний вплив на продуктивність і безпеку виробництва. Так, збільшення частоти простоїв на 5% пов'язане зі зниженням питомої продуктивності печі на 25-30%.

Основними концепціями забезпечення безпеки металургійного виробництва та запобігання аваріям з руйнуванням агрегатів є дотримання технологічних інструкцій, рівень кваліфікації технологічного персоналу та дотримання заходів промислової та пожежної безпеки. Сучасні методи забезпечення безпеки на металургійних підприємствах базуються на імовірнісному підході. Однак аналіз аварій і катастроф на металургійних підприємствах показує, що методологічні положення імовірнісного підходу вступають в протиріччя з основними цілями концепції безпеки.

До найважливіших параметрів доменної плавки, які є пріоритетними для забезпечення промислової безпеки виробництва, можна віднести такі: централізація роботи всіх ділянок доменного виробництва; надійність конструкцій та обладнання доменної печі; підготовка шихтових матеріалів; робота засипних апаратів.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія виплавки чавуну в доменних печах

Плавка в доменній печі (рис. 1.1) складається з декількох операцій. Рисунок 1.2. Операції, пов'язані з шихтою. Найбільш трудомісткими операціями є розвантаження шихти, що надходить у доменне виробництво, сортування, зберігання і усереднення на рудному дворі, завантаження шихти в бункер доменної печі, подача шихти в доменну піч, а також забезпечення своєчасного і ефективного завантаження шихти в доменну піч.



Рисунок 1.1 – Улаштування доменного цеху [1]

Операції з доменними печами та доменними добавками забезпечують мінімально необхідну кількість доменної печі, температуру, вміст кисню, природного газу та інших паливних добавок.

Доменні операції включають в себе управління режимами роботи печі, доменної печі та шихти шляхом зміни технологічних параметрів.

Операції з чавуном включають різання та забивання залізної рейки, обслуговування жолоба ливарного двору, наповнення чавуновозів рідким

чавуном (рис. 1.3) і транспортування його на сталеливарні заводи та ливарні цехи, а також роботу на складах холодного чавуну.

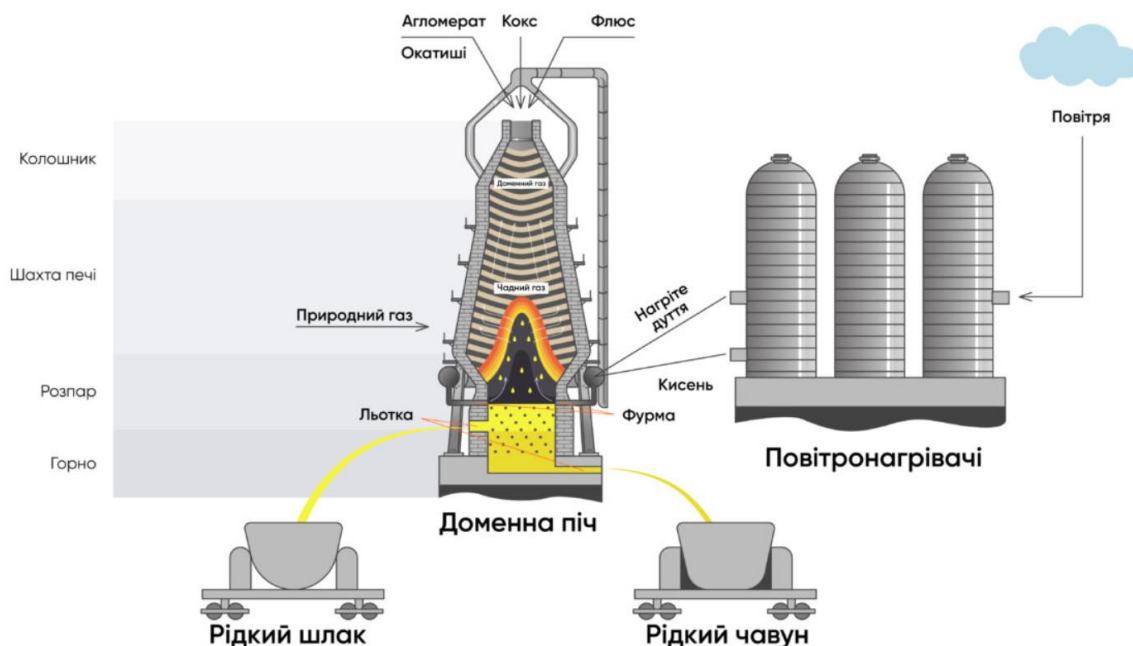


Рисунок 1.2 – Схема доменного виробництва [1]

Операції з обробки шлаку включають вивантаження шлаку з доменних печей, наповнення ковшів шлаком, грануляцію і транспортування на відвали, а також роботу на установках для грануляції шлаку.



Рисунок 1.3 – Чавуновозів з рідким чавуном [1]

Операції з газом включають регулювання тиску газу печі, прибирання пилу з апаратів грубого очищення доменного газу і контроль за газопроводами в газовому цеху заводу.

До операцій по обслуговуванню устаткування доменного цеху відносяться спостереження за станом і охолодженням доменних печей, своєчасний ремонт і зміна деталей, що зносилися, а також спостереження за станом і охолодженням доменних печей, а також спостереження за станом і роботою устаткування і споруд і своєчасний їх ремонт.

Основним агрегатом цеху є доменна піч (рис. 1.5) – піч шахтного типу, викладена вогнетривкою цеглою. Основними елементами доменної печі є колошник, шахта, горн, уступ. Найважливішим процесом, що відбувається в робочому просторі печі, є відновлення заліза з оксидів. Уцьому процесі доменна піч є відновлювальним протитечійним процесом, оскільки потік відновлювального газу рухається разом з шихтою, що опускається.

Доменні печі розташовані рядами в межах заводу, що полегшує їх обслуговування залізницею.

Доменна шихта для виплавки в доменній печі:

- Залізнеруда. Видобуті в кар'єрі "кристали" спочатку подрібнюють, а на спеціалізованому гірничо-збагачувальному комбінаті додають корисні речовини. В результаті виходить концентрат. Потім його гранулюють в агломераційні тіла(рис. 1.4) або окатиші, які відправляють до доменної печі.

- Паливом є вугільний кокс і природний газ.

- Для зниження температури плавлення пустої породи в шихті використовуються спеціальні добавки(флюси). Для флюсу використовується вапняк.



Рисунок 1.4 – Шихта для доменної плавки: агломерат [1]

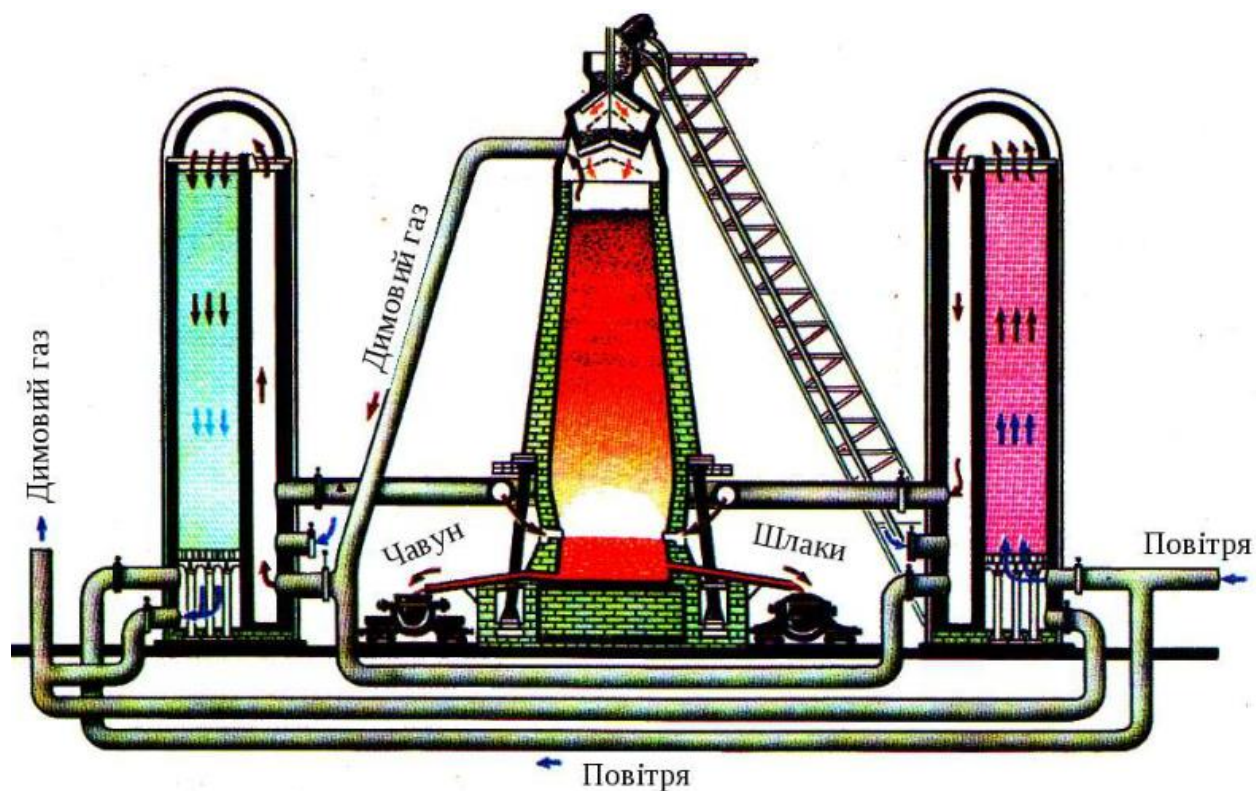


Рисунок 1.5 – Схема роботи доменної печі [2]

Процеси, що протікають під час доменної плавки, показані на рисунку 1.6. Кокс використовується для відновлення заліза, створюючи високі температури 1700-1900°C, необхідні для плавлення шихти і отримання рідкого чавуну, а флюс використовується для перетворення пустої породи в шлак [4].

В основі доменного процесу лежить взаємодія між низхідним потоком шихти і висхідним потоком газу. Шихта завантажується зверху через колошник і поступово переміщується до низу печі під дією власної ваги (при згорянні палива звільняється об'єм печі, де вона безперервно розплавляється зверху).

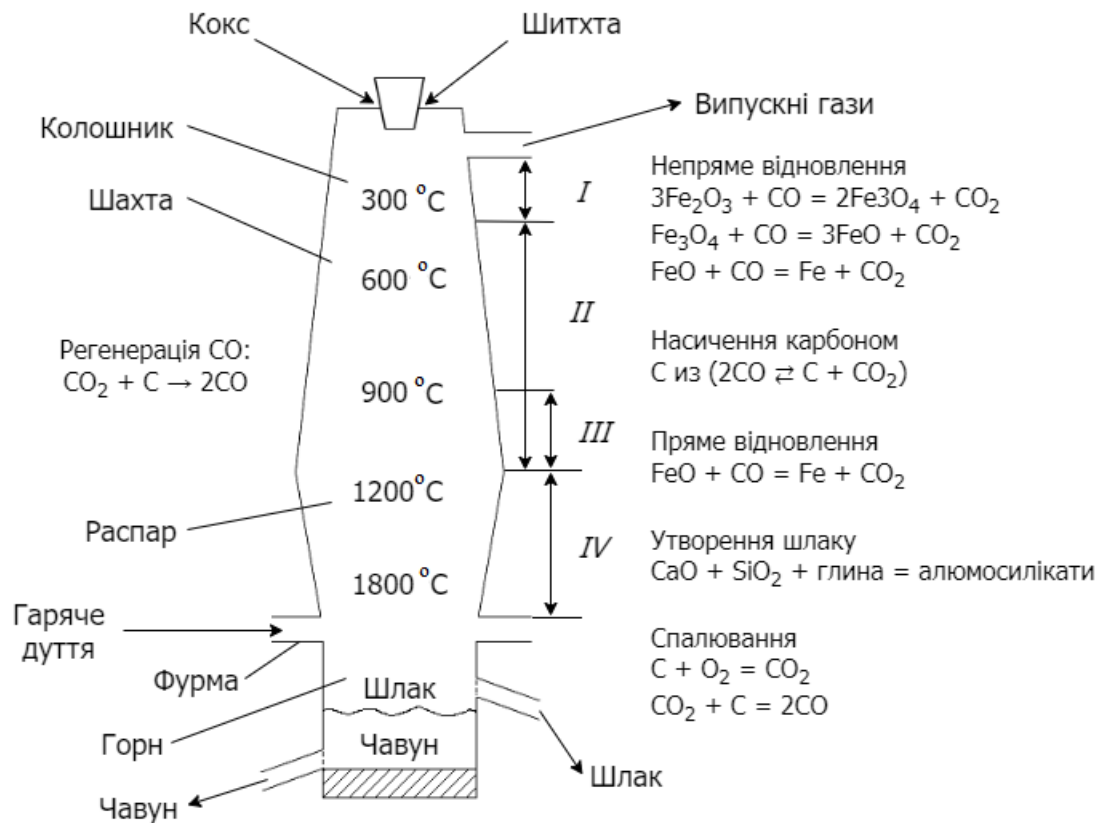


Рисунок 1.6 – Основні фізико-хімічні процеси при доменній плавці [4]

Виробництво чадного газу пов'язане з виділенням тепла. Час перебування доменних газів у печі дуже короткий. Однак за цей час газ виконує низку корисних функцій. Він нагріває всю шихту в печі і взаємодіє з нею, сприяючи утворенню чавуну і шлаку. Як показано на рисунку 1.6, фізико-хімічні процеси в доменній печі поділяються на кілька стадій: розкладання

розплаву I, відновлення оксидів заліза II, зневуглецювання заліза III і плавлення заліза та утворення шлаку IV.

Розкладання розплаву починається поступово з моменту надходження розплаву в доменну піч. У верхній частині печі температура димових газів становить від 150 до 300°C. Ця температура призводить до того, що кокс втрачає вологу, а потім і леткі органічні сполуки, і залізна руда також виділяє вологу. У цій верхній зоні, де температура нижча, сировина додатково готується до плавки шляхом сушіння. Коли шихта продовжує опускатися при температурі зустрічного газу 400-450°C, починається відновлення оксиду заліза (відділення кисню від заліза за допомогою вуглекислого газу, коксу і частково водню). Вуглець є основним відновником заліза. Цей процес відновлення відбувається у два етапи: перший – за участю монооксиду вуглецю, другий – за участю твердого вуглецю, що міститься в самому коксі.

Перша стадія відбувається в діапазоні температур 400-950°C в шахті печі. Відновлення руди передбачає поступове видалення кисню з руди шляхом його з'єднання з монооксидом вуглецю. Однак лише близько 50% FeO може бути відновлене за допомогою оксиду вуглецю. Решта FeO відновлюється твердим вуглецем, що міститься в коксі, при температурі 950-1100°C на другому етапі. Цей процес починається в паровій зоні і закінчується на уступі доменної печі. У результаті відновлення руди утворюється тверде губчасте залізо з температурою плавлення 1140°C. Коли руда продовжує опускатися вниз, залізо починає на вуглецьовуватися в результаті взаємодії з вуглецем газів і коксу. Під час процесу навуглецювання Fe₃C поступово переміщується до більш високих температур, що перевищують температуру плавлення, викликаючи розплавлення фрагментів металу і появу перших крапель. Це явище спостерігається в паровій зоні або верхній частині уступу при температурах від 1250 до 1300°C.

Одночасно з відновленням заліза відновлюються й інші елементи шихти. Наприклад, більша частина марганцю і фосфору відновлюється до заліза при взаємодії з оксидом вуглецю і коксовим вугіллям. Більш стійкі

оксиди кремнію і сірки відновлюються лише частково. Найбільш стійкими є оксиди кальцію, магнію та алюмінію, які містяться у порожніх породах. Ці оксиди особливо тугоплавкі і привзаємодії з вуглецем і чадним газом не відновлюються навіть при найвищих температурах печі. Так температура плавлення оксиду алюмінію (глинозему) становить 2050°C , а максимальна температура в печі -1900°C . Тому в піч подають кислі або основні флюси, щоб знизити температуру плавлення вогнетриву і розкласти його на шлак. Утворення рідкого шлаку в печі є складним фізико-хімічним процесом[3].

Оксид хімічно з'єднується з глиноземом і, частково, кремнієм і сіркою, і перетворюється на шлак. Доменний шлак містить пусту породу, флюси, невідновлені оксиди заліза та оксиди з конструкцій печі.

Шлак має значний вплив на склад, температуру і вміст шкідливих домішок у чавуні. Шлакоутворення починається при температурі вище 1400°C , приблизно від підшви шахти до уступу.

Краплі обвугленого чавуну, які стікають у роги печі, ще не є чавуном. У печі сплав заліза і вуглецю зазнає хімічних змін і починає містити інші відновлені оксиди, яких не було в шлаку. Чавун з печі містить близько 4% вуглецю, більшу частину марганцю, що надійшов у піч, весь фосфор, а також кремній і сірку. Два шари, що утворюються в печі, верхній шар-шлак і нижній шар-чавун, періодично випускаються через шлаковий і чавунний крани[5].

1.2 Оцінка безпеки доменного виробництва

Основні причини виробничого травматизму на підприємствах металургійної галузі промисловості:

- недоліки обладнання та організації виробничого процесу, 35,6 %;
- відсутність або недоліки в запобіжній техніці і несприятливі умови праці, 37,9 %;

- виконання роботи без дотримання інструкцій з експлуатації та охорони праці, 24,8 %;
- помилкові дії, психологічні чинники, 1,6 %.

Наведені дані показують, що основними причинами травматизму в металургійному виробництві є несправності матеріально-технічного характеру. Так, недоліки в техніці виробництва и відсутність або недосконалість запобіжної техніки спричинили майже 75 % нещасних випадків, а виконання робіт небезпечними способами и неправильні дії робітників – 25 %.

Відомо, що неправильні та небезпечні дії робітників зазвичай можуть бути спричинені тими чи іншими недоліками в техніці або організації виробництва, а таким чином, залежать від матеріально-технічного забезпечення виробництва. Неправильні дії робітників можуть бути спричинені недостатніми знаннями виробничих небезпек і правильних, безпечних методів роботи, а також відсутністю необхідного технічного надзору за безпечним виконанням робіт.

Основні події та види травм в доменному виробництві: пожежі та вибухи шлаку або чавуну (опіки); газовиділення (отруєння);

Опіки є найбільш характерною небезпекою в металургійному виробництві. Вони виникають за таких умов: в результаті вибуху металу (чавуну) та шлаку, перекидання та обривання ковшів з металом та шлаком, розлиттям чавуну з ковшів, несправності агрегатів. Вибухи розплавленого чавуну та шлаку відбуваються в результаті їх торкання з водою або вологими предметами. Вода швидко випаровується і її пари з великою силою розкидають чавун та шлак у простір.

Вибух шлаку та чавуну відбуваються коли вода або вологі предмети опиняються під шаром шлаку або чавуну. Якщо вода буде знаходитися зверху чавуну або шлаку, то вибухи не відбуваються так як вода кипить на їхній поверхні і пари її вільно виходять у зовнішній простір.

Вибухи чавуну та шлаку зазвичай спостерігаються при випусканні чавуну з недостатньо просушених льоток та випускних жолобів. Значна кількість вибухів відбувається при недостатній просушці ковшів. Так, основною причиною вибуху шлаку в ковшах в доменних печах є закидання на дно ковшів сирого сміття. Достатньо часто вибухи відбуваються при потраплянні чавуну або шлаку на сирі місця (підлогу, землю).

Велику небезпеку чинять перекидання та обриви ковшів з розплавливими чавуном або шлаком. Основна причина перекидання ковшів – неправильне розташування їх центра тяжіння, несправності кранів, непридатності стропів.

Отруєння і вибухи газів є також характерними видами небезпеки в чорній металургії (доменний газ, природний газ). Відомо, що доменний газ в своєму складі містить близько 30 % окису вуглецю, а природний газ майже повністю складається з метану. Висока токсичність оксиду вуглецю пояснюється тим, що ця речовина швидко поєднується з гемоглобином крові і тим самим зменшує надходження кисню до внутрішніх органів людського організму. При вмісті в повітрі робочої зони CO в кількості 1000 мг/м³ спостерігаються смертельні випадки отруєння робітників. Небезпека отруєння та вибуху буде залежати від густини та запаху газу. Так, густина доменного газу майже не відрізняється від густини повітря, що значно збільшує небезпеку отруєння, так як при витіканні від швидко змішується з повітрям робочої зони.

Місця та причини отруєння в доменних цехах є такі:

- витікання газу через нещільності засипних апаратів доменних печей, запобіжних клапанів, газопроводів – 37,1 %;
- прорив газу крізь пилевипускні люки пиловловлювачів та газопроводів – 50,8 %;
- виділення окису вуглецю з отвалів колошникового пилу – 2,9 %;
- недостатнє провітрювання при ремонтних роботах – 4,3 %;
- витікання газу крізь закриті отвори (газове обладнання) – 5,9 %.

Основними умовами виникнення вибуху є попереднє змішування газу з повітрям в співвідношенні, що є достатнім для вибуху, і наявністю джерела спалахування. Межі вибухової концентрації залежать від складу горючих газів (доменного газу).

Розрахуємо верхню та нижню концентраційну межу поширення полум'я за вихідними даними до кваліфікаційної роботи: CO – 25,1 %; H₂ – 9,6 %; CO₂ – 17,7; N₂ – 46,8 % та наступною методикою.

1. Знаходимо кількість молей повітря, що приходяться на 1 моль вихідної суміші:

$$\gamma_{\text{пов}} = \sum_{k=1}^n \frac{\varphi_k}{\varphi_{\text{н.к}}} - 0,01(\sum_{k=1}^n \varphi_k + \sum_{j=1}^m \varphi_j \cdot c_j), \quad (1.1)$$

де φ_k – концентрація k-го горючого компонента, % об.;

$\varphi_{\text{нк}}$ – нижня концентраційна межа k-го горючого компонента, % об.;

φ_j – концентрація j-го негорючого компонента, % об.;

c_j – коефіцієнт j-го компонента.

Тоді НКМПП суміші:

$$\varphi_{\text{н}} = \frac{100}{1+\nu_{\text{в}}}, \quad (1.2)$$

Розрахунок верхньої концентраційної межі поширення полум'я (ВКМПП) ведеться наступним чином. Підраховується число атомів і структурних груп i-го виду в молекулі кожного горючого компонента - m_{ik} .

Знаходиться умовне число атомів і структурних груп i-го виду в суміші горючих компонентів:

$$m_i = \sum_{k=1}^n m_{ik} \varphi_k / \sum_{k=1}^n \varphi_k, \quad (1.3)$$

Стандартна теплота утворення суміші горючих компонентів, кДж:

$$\Delta H_f^0 = \sum_{k=1}^n \Delta H_{fk}^0 \varphi_k / \sum_{k=1}^n \varphi_k, \quad (1.4)$$

де ΔH_{fk}^0 – стандартна теплота утворення k-го горючого компонента, кДж.

Мінімальна флегматизуюча концентрація j-го негорючого компонента:

$$\varphi_{\phi i} = 100 \frac{h'_f \Delta H_f^0 + h'_{\phi} + \sum_1^l h'_i m_i}{h'_{\phi} - 1 + \sum_1^l h''_i m_i}, \quad (1.5)$$

де h'_f – коефіцієнт теплоти утворення суміші горючих компонентів;

h'_{ϕ}, h''_{ϕ} – вільні члени;

h'_i, h''_i - коефіцієнти атомів і структурних груп.

Коефіцієнт флегматизації:

$$K_{\phi j} = \sum_1^n \varphi_k / \sum_1^n (\varphi_k / K_{\phi k}), \quad (1.6)$$

де $K_{\phi k}$ – коефіцієнт флегматизації j-го флегматизатора для k-го горючого компонента.

Верхня умовна межа поширення полум'я для j-го негорючого компонента:

$$\varphi'_{vj} = \frac{\varphi_{\phi j}}{\left(1 - \sum_1^n \left(\frac{\varphi_k}{\varphi_{vk}} / \frac{\varphi_k}{\varphi_{nk}}\right)\right) (1 - K_{\phi j})}, \quad (1.7)$$

Тоді ВКМПШ для суміші знаходиться за формулою:

$$\varphi_v = \frac{100}{\sum_{k=1}^n \left(\frac{\varphi_k}{\varphi_{vk}}\right) + \sum_{j=1}^m \left(\frac{\varphi_j}{\varphi_{vj}}\right)}, \quad (1.8)$$

При температурі суміші більшою ніж 25 °С (до 150 °С) проводиться перерахунок НКМПШ та ВКМПШ за наступними формулами:

$$\varphi_{Ht} = \varphi_{H25} \left(1 - \frac{t-25}{1250}\right), \quad (1.9)$$

$$\varphi_{Bt} = \varphi_{B25} \left(1 + \frac{t-25}{800}\right), \quad (1.10)$$

За довідковими даними знаходимо коефіцієнти: $C_{N_2} = 0,988$, $C_{CO_2} = 1,59$, $\varphi_{HCO} = 12,5\%$, $\varphi_{HH_2} = 4,09\%$.

За формулою (1.1) знаходимо кількість молей повітря:

$$\gamma_{\text{пов}} = \frac{25,1}{12,5} + \frac{9,6}{4,09} - 0,01(25,1 + 9,6 + 0,988 \cdot 46,8 + 1,59 \cdot 17,7) = 3,264$$

За формулою (1.2) визначаємо НКМПП суміші:

$$\varphi_H = \frac{100}{1 + 3,264} = 23,5\%$$

За довідковими даними визначаємо наступні величини: $\varphi_{BCO} = 80\%$, $\varphi_{BH_2} = 80\%$. Флегматезатор – CO_2 : $h'_f = 0,00736$, $h'_\phi = 0,584$, $h''_\phi = 2,02$, $h'_C = 1,292$, $h''_C = 4,642$, $h''_H = 1,16$, $h''_O = -2,321$, $h'_0 = 0,57$.

Умовне число атомів і структурних груп і-го виду в доменному газі знаходимо за формулою (1.3):

$$m_C = 1 \cdot \frac{25,1}{25,1 + 9,6} = 0,723$$

$$m_O = 1 \cdot \frac{25,1}{25,1 + 9,6} = 0,723$$

$$m_H = 2 \cdot \frac{9,6}{25,1 + 9,6} = 0,553$$

$$\Delta H_{fCO}^0 = -110,5$$

$$\Delta H_{fH_2}^0 = 0$$

Тоді за формулою (1.4) визначаємо стандартну теплоту утворення суміші горючих компонентів доменного газу, кДж:

$$\Delta H_f^0 = \frac{-110,5 \cdot 25,1}{34,7} = -79,93 \text{ кДж/моль}$$

Далі за формулою (1.5) визначаємо мінімальну флегматизуючу концентрацію:

$$\varphi_{\phi i} = 100 \cdot \frac{0,00136 \cdot (-79,93) + 0,584 + 1,292 \cdot 0,723 + 0,57 \cdot 0,723 + 0,427 \cdot 0,553}{2,02 - 1 + 4,642 \cdot 0,723 - 2,321 \cdot 0,723 + 1,1 \cdot 0,553} = 47,26 \%$$

Далі з довідкових даних знаходимо наступні коефіцієнти: $K_{\phi CO} = 0,096$, $K_{\phi H_2} = 0,018$.

Тоді за формулою (1.6):

$$K_{\phi CO_2} = \frac{34,7}{\left(\frac{25,1}{0,096}\right) + \left(\frac{9,6}{0,018}\right)} = 0,0437$$

Тоді верхня умовна межа поширення полум'я для CO_2 :

$$\varphi'_{\phi CO_2} = \frac{47,26}{\left(1 - \left(\frac{25,1}{80} + \frac{9,6}{80}\right) / \left(\frac{25,1}{145} + \frac{9,6}{4,09}\right)\right) (1 - 0,0437)} = 54,89 \%$$

Аналогічним чином визначаємо величини для флегматизатора N_2 :

$$\varphi_{\phi N_2} = 61,92 \%; K_{\phi N_2} = 0,0078, \varphi'_{\phi N_2} = 69,32 \%$$

Тоді за формулою (1.8) знаходимо ВКМПП для доменного газу :

$$\varphi_{\phi} = \frac{100}{\frac{34,7}{80} + \frac{17,7}{54,89} + \frac{46,8}{69,32}} = 69,88 \%$$

Таким чином, відповідно до проведеного розрахунку, встановлено, що при концентрації доменного газу в повітрі робочої зони від 47,26 % до 69,88 % будуть створені умови для його вибуху.

1.2.1 Безпека праці під час розвантаженні шихтових матеріалів на естакадах та бункерах

До основних небезпек при розвантаженні шихти на бункерах та естакадах є падіння працівників з естакад, наїзди залізничних составів на робітників і вдавнення вантажників кришками люків гондол при їх відкритті.

Ці небезпеки виникають через відсутність перехідних платформ на естакаді або їх неправильне розташування. Відсутність ходової платформи призводить до того, що люди ходять по коліях, спричиняючи зіткнення з працівниками вагонів, а для відкриття люків під вагонами використовуються небезпечні методи. Працівники на ділянці подачі шихти забезпечують вивантаження, зберігання, завантаження та подачу шихти до доменної печі. Найбільш часто повторюваними небезпечними факторами на ділянці по дачішихти є рухомі частини конвеєра та його частини, що обертаються. Нещасні випадки під час обслуговування конвеєра відбуваються в основному через недотримання вимог системи маркування. Типовими порушеннями є ремонт конвеєрного обладнання без демонтажу силових і робочих ланцюгів механізму і без зняття бирок.

Основними причинами травматизму під час експлуатації конвеєра є порушення інструкцій з техніки безпеки персоналом конвеєра та відсутність або несправність технічних засобів безпеки. До найбільш поширених порушень відносяться такі:

- Очищення зразків матеріалу без зупинки конвеєра, коли люди проходять через небезпечну зону;
- Видалення предметів, що потрапили між конвеєрною стрічкою та барабаном;
- Розміщення дьогтю або каніфолі між приводним барабаном і конвеєрною стрічкою для усунення ковзання конвеєрної стрічки;
- Усунення розливів матеріалу несправним інструментом;
- Відсутність або несправність технічних засобів безпеки;
- Відсутність огорожень на непрацюючих гілках конвеєра на висоті понад 1,2 м над підлогою;
- Несправність або невикористання огорожень на головних і натяжних барабанах;
- Незаблоковані дверцята, що відчиняються, огороження та знімні огороження барабанів;

- Відсутність або несправність звукової та світлової сигналізації пуску.

До небезпечних операцій також відносяться чистка комісійних ящиків і забивання цвяхів у воротах.

В таблиці 1.1 наведені санітарно-гігієнічні умови праці на ділянці шихтоподавання доменної печі.

Таблиця 1.1 – Санітарно-гігієнічні умови праці на ділянці шихтоподавання доменної печі

Приміщення	Концентрація пилу в повітрі, мг/м ³	Метеоумови, теплий період року			Освітленність, лк
		Температура, °С	Вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	
Пульт керування шихтоподавання	2-4	26	65	0,5	500-600
Будівлі приводної станції конвеєрів КП-1 та КП-2 на рівні робочих площадок конвеєрів	2-10	24	77	0,3	110
Бункерна естакада при працюючому реверсивному конвеєрі та розвантаженню шихти з вагонів	185-450	20-39	50	0,9-3,0	7,5
На грохотах:					
кокса	10-14	30	45	1,0-2,0	30
агломерата	29-43	29-30	60	0,5-1,0	30
окатишей	166-3166	27	60	0,3-1,5	30
У живильників:					
кокса	25-65	23	40	1,5-2,3	30
агломерата	3-23	25	30	0,8-1,2	30
окатишей	4-72	22-23	41	0,8	30

При перезагрузках шихтового матеріала в центральній частині підбункерного приміщення та в скипівій ямі утворюється велика кількість просипу. Прибирання просипу в скипівій ямі – дуже травмонебезпечна операція.

Основною виробничою шкідливістю на ділянці шихтоподавання є пил, особливо на печах зі скиповою подачою шихти у доменну піч. Рівень

звукового тиску в підбункерних приміщеннях на робочих місцях не перевищують допустимі (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Октанові рівні, дБ, звукової потужності обладнання, ділянки шихтопадавання доменного цеху

Обладнання	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Корегований рівень
Привод скипу	109	97	104	105	104	97	89	81	109
Грохот інерційний	112	111	106	109	109	107	103	96	115
Виброживильник для подавання агломерату	115	104	111	115	111	106	102	96	115
Живильний барабан	99	95	101	95	91	83	76	67	101
Вагон-ваги (закритого типу)	104	97	88	84	79	74	68	63	85

Забруднення повітря робочої зони на ділянці шихтопадавання газоподібними токсичними речовинами відбувається переважно за рахунок агломерату, так як кокс і інші домішки потрапляють вже у холодному стані.

1.2.2 Безпека праці на ділянці розливання чавуну

Лиття чавуну відбувається в досить тісному середовищі і пов'язане з роботою підйомних механізмів і кранів, залізничним рухом, використанням природного газу, кисню, стисненого повітря, води, пари, вапна та електроенергії. З цих причин чавуноливарні заводи можна віднести до зон підвищеного ризику. За кількістю травм вони поступаються лише ливарним цехам доменних заводів.

Взимку високе пароутворення під час розливання чавуну і замерзання металокопункцій, проходів і робочих столів порушують нормальну роботу ливарного устаткування і підвищують ризик травмування під час виконання певних операцій. У цій зоні існує ймовірність ураження електричним струмом, опіків рідким металом, парою, вапняним розчином і гарячою водою, травм від

шматків чавуну, що розлітаються під час вантажно-розвантажувальних робіт, а також отруєння газами.

У ливарному цеху при виробництві чавуну утворюється в середньому 40 г пилу і 60 г чадного газу на тону чавуну. Приміщення ливарної машини класифікується як приміщення залишкового тепла. Мікроклімат приміщення формується під тиском як виділення тепла від розливання чавуну, так інерегульованої подачі зовнішнього повітря збоку завантаження розливної машини через відкриту частину галереї.

Системи газопостачання. Безпека системи газопостачання в доменних цехах визначається точністю ведення технологічного процесу і дотриманням послідовності експлуатації. Неправильна експлуатація газового господарства у разі зупинки печі, перекидання клапана повітрянагрівача або втрати тиску в печі може призвести до серйозних наслідків, аж до аварій. У таблиці 1.3 перераховані газонебезпечні зони.

Сектор змішування та упакування. У цьому секторі небезпека виникає при обслуговуванні машин і обладнання, таких як дробарки, дозатори, підйомники і змішувачі. Дроблення, перевантаження і завантаження подрібненого коксу та інших сипких матеріалів утворює значну кількість пилу. Очищення бігунів чаш, а також відбір проб для тестування також є небезпечними операціями.

Таблиця 1.3 – Газонебезпечні місця доменного цеху

Група місць	Характеристика місця	Міри безпеки	Ділянки печі
I	Короткочасне знаходження робітників без газозахисної апаратури смертельно небезпечно	Наряди-допуски, застосування кисневих ізоляційних респираторів	Площадка распара та шахти. Каналізаційні і водопровідні колодязі. Газопроводи та їх арматура, обслуговування яких зв'язано з виділенням газу.
II	Вміст шкідливих домішок в повітрі перевищує санітарні норми. Тривале перебування	Наряд-допуск за наявними	Дах піддоменника. Колошникові площадки.

	людей без газозахисної апаратури смертельно небезпечно	газозахисної апаратури.	
III	Можливе появлення шкідливих домішок в кількості, що перевищує санітарні норми.	Персонал, який постійно працює у цих місцях, повинен мати газозахисну апаратуру для використання її в випадках, якщо вміст домішок буде перевищувати допустимі норми.	Нахильний міст. Піддоменник та ливарний двір. Приміщення контрольно-вимірювальної апаратури. Будівлі повітронагрівачів. Газопроводи і площадки пиловловлювачів
IV	Можливість виділення тільки природного газу	По наряду-допуску при наявності газозахисної апаратури. Газорятувальники проводять систематичний обхід робочих місць і відбір проб повітря на загазованість	Газопроводи природного газу та їхня арматура

1.2.3 Безпека праці на ливарному дворі доменного цеху

У ливарном дворі доменного цеху джерелами пилогазових викидів є осадження пилу на поверхні розпеченого металу і шлаку, а також на металевих конструкціях. У таблиці 1.4 наведено вміст пилу в повітрі робочої зони ливарного двору для доменних печей, що мають потужність 2000 м³.

Таблиця 1.4 – Концентрація пилу в повітрі робочої зони ливарного двору

Технологічна операція	Концентрація пилу в повітрі, мг/м ³
Випуск чавуну та шлаку:	
- відкриття льотки бурмашиною	16-64
- спостереження за випуском чавуну	10-256
- спостереження за випуском шлаку	15-45
- закриття льотки	14-86
Ремонт головного жолобу:	
- розламування та прибирання футерування та скрапу	85-540
- набивання жолобу	30-160
Ремонт чавунної льотки	45-60
Заміна фурмених жолобів	14-260

Аналіз частоти розподілу кількості аварійних інцидентів удоменному виробництві за шістьма категоріями показав, що на відмову або несправність лопатевих елементів і поломку, розтріскування або руйнування кожуха доменної печі припадає 34 % інцидентів (табл. 1.5).

Деякі операції в доменному процесі пов'язані з небезпечними виробничими елементами. Випуск чавуну з доменної печі завжди пов'язаний з ризиком травмування оператора доменної печі, навіть якщо процес відхиляється від встановлених стандартів на дуже малі величини. Це постійний фактор.

Прогари на колошнику доменної печі відбуваються циклічно. Цей фактор називається випадковим - періодичним.

Утаблиці 1.6 наведені параметри мікроклімату повітря на робочих місцях для ливарних дворів доменних печей.

Таблиця 1.5 – Таблиця розподілу аварій в доменному цеху

Причини аварій	Кількість випадків, %
Несправні механізми та електрообладнання системи шихтопадавання	17
Пошкодження або відмова вузлів завантажувального апарату	15
Прогорання та несправні елементи повітряних фурм, розриви, тріщини, прогари кожуху доменної печі	34
Прогорання елементів чавунних льоток, пошкодження електропушек та бормашин	14
Неполадки обладнання при розливці чавуну та шлаку	14
Несправності повітрянагрівачів, трактів холодного, гарячого дуття	6

Процес роботи доменної печі генерує шум на робочих місцях працівників заводу. Джерелами шуму в доменних цехах є перевантажувальні вагони, бункери для руди і коксу, вагони-ваги, бункери, грохоти, бункерні ваги, скіпи, газопроводи доменного газу, пістолети, вентиляційні труби доменної печі та дихальні клапани. Утаблиці 1.7 наведені характеристики джерел шуму основного обладнання доменної печі.

Таблиця 1.6 – Параметри мікроклімату повітряного середовища на робочих місцях ливарного двору доменних печей 2000 м³ (теплий період року)

Технологічна операція	Температура, °С	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с
1	2	3	4
Випуск чавуну та шлаку:			
- розкриття льоток бурмашиною	20-40	30	0,5
- спостереження за випуском чавуну	20-30	40	0,6
- спостереження за випуском шлаку	22-30	40	0,4
- закриття льотки	24-35	45	0,5
Ремонт футеровки головного жолобу:			
- ламання та прибирання футеровки та скрапу	30-35	90	0,5
- набивання жолобу	20-30	80	0,4
Ремонт чавунної льотки	34	40	0,3
Заміна фурмених приладів	25-30	40	0,3

Таблиця 1.7 – Джерела шуму основного обладнання в доменному цеху

Найменування устаткування	Рівень шуму		Рівень звукової потужності в дБ в октавних смугах зі середньо геометричними частотами, Гц							
	Корегований рівень звукової потужності, дБА	Загальний рівень звукової потужності, дБС	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Фурма доменної печі	111	113	105	103	105	104	104	103	104	104
Газовий пальник повітрянагрівача	115	118	110	108	109	110	109	106	109	107
Привод скіпу	107	112	109	97	104	105	104	97	89	81
Грохот інерційний коксовий	113	117	112	111	106	109	109	107	103	96
Живильник барабанний	97	105	99	95	101	95	91	83	76	67
Клапан "Снорт"	121	125	115	121	111	112	112	117	115	109

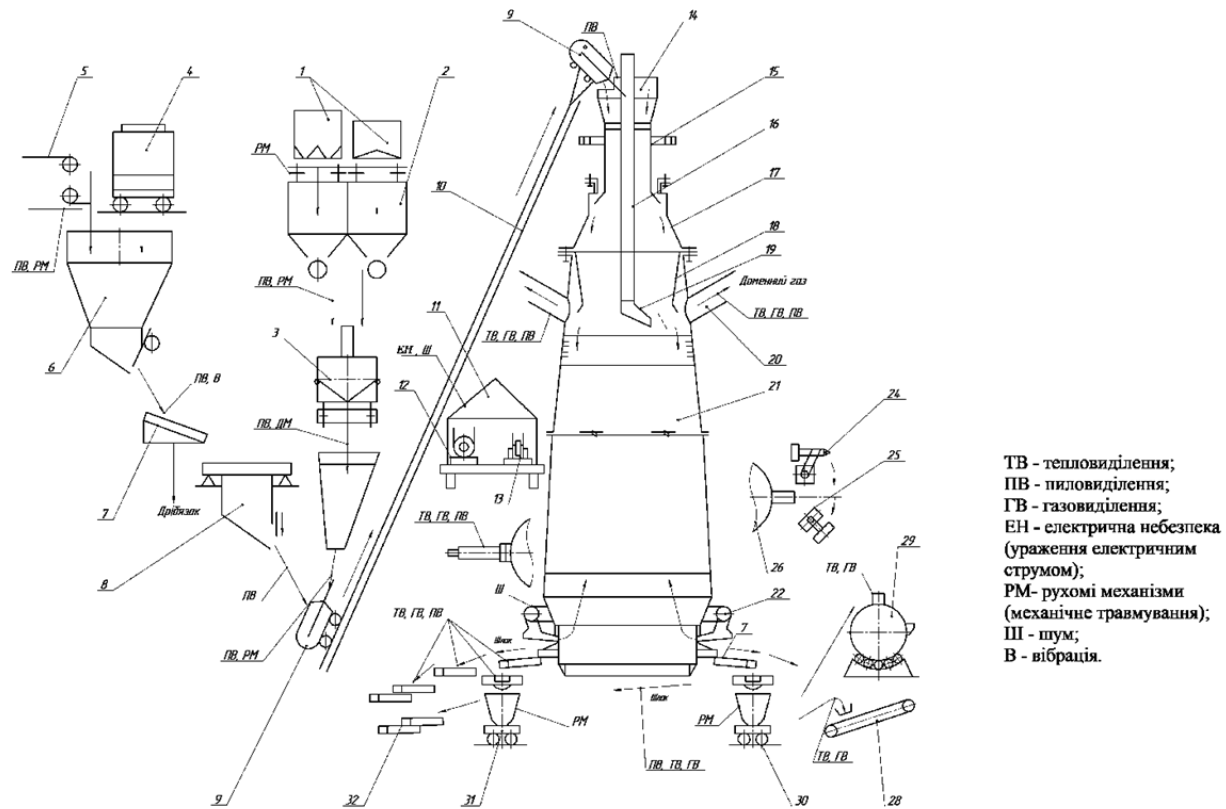
За результатами проведеного аналізу встановлено, що основними причинами виникнення аварійних ситуацій у доменному цеху є порушення правил технічної експлуатації обладнання та агрегатів, недостатній рівень кваліфікації персоналу та організації виробництва, порушення технологічних інструкцій, незадовільний контроль технологічного процесу, порушення правил технічного огляду обладнання та неякісний ремонт і налагодження обладнання. На рис. 1.7 показано обладнання та технологічну схему доменного виробництва із зазначенням небезпечних і шкідливих факторів.

1.2.4 Аналіз параметрів доменної плавки, що впливають на безпеку виробництва

Найважливішими параметрами доменної плавки, які є пріоритетними для забезпечення промислової безпеки, є:

Централізована робота всіх ділянок доменного виробництва на основі єдиної взаємопов'язаної комплексної технології в поєднанні з самостійністю окремих агрегатів, в рамках внутрішнього розпорядку і відповідно до робочих технологічних інструкцій, правил експлуатації обладнання, вимог техніки безпеки та екологічної безпеки.

Його дотримання неможливо проконтролювати, і будь-яке порушення режиму в будь-якій ланці негайно впливає на весь виробничий цикл, що вимагає суворого календарного оперативного планування і відповідного матеріально-технічного забезпечення.



ТВ - тепловидлення;
 ПВ - пиловидлення;
 ГВ - газовидлення;
 ЕН - електрична небезпека
 (ураження електричним
 струмом);
 РМ- рухомі механізми
 (механічне травмування);
 Ш - шум;
 В - вібрація.

- 1 – саморозвантажувачий вагон; 2 – рудний бункер; 3 – вагон – вази; 4 – коксовий перевантажувальний вагон; 5 – канвеєр з розвантажувальною тележкой;
 6 – коксовий бункер; 7 – зрхопит; 8 – варанка-вази; 9 – скіп; 10 – міст скіпадога підомника; 11 – Машзал; 12 – скіпада ледідка; 13 – ледідка; 14 – приямна варанка
 забантажувального пристрою; 15 – обертальна варанка розподілювача шихти; 16 – безконусний засипний апарат; 17 – газобий затвор засипного апарату;
 18 – чаша засипного апарату; 19 – засипний апарат; 20 – Газопровід доменного газу; 21 – доменна піч; 22 – кільцевий повітрявод; 23 – фурменний прилад;
 24 – пушка для забивки чавунної льотки; 25 – машина для взкриття шлакової льотки; 26 – чавунна льотка; 27 – ківш чавуновозу; 28 – розливна машина;
 29 – міксер; 30 – шлакова льотка; 31 – чаша шлаковозу; 32 – устаткування для грануляції шлаку

Рисунок 1.7 – Схема доменного виробництва з зазначення шкідливих та небезпечних факторів

Надійність обладнання і конструкцій доменних печей залежить не тільки від дотримання екологічних норм і правил технічної експлуатації, а й від якості матеріалів, що використовуються у виробництві. Своєчасне виявлення ступеня і причин зносу за допомогою контрольно-вимірювальних приладів, комп'ютерної діагностики та візуального спостереження є засобом попередження аварій. Своєчасна експлуатація обладнання та конструкції доменної печі в технічно доцільному режимі і своєчасне виконання всіх завдань, пов'язаних з її обслуговуванням, не менш важливі, ніж дотримання технічних вимог.

Підготовка шихтових матеріалів. Принцип "завжди знати, які матеріали будуть завантажені в доменну піч" є технічним законом доменного виробництва. Тому якість сировини і коксу, що постачаються в цех, необхідно додатково контролювати. Недопускаються відхилення вхімічному складі залізовмісної сировини, вологість і міцність коксу.

Експлуатація шихтозавантажувальних машин. Правильна робота завантажувальної машини. Її обертання починається після опускання шихти зіскіпа на малий конус і закінчується перед поворотом на наступний кут, зазначений у схемі. При використанні безконусних машин перевіряють кут нахилу лотка, обертання, стан редуктора, роботу клапанів і герметичність засипної машини. При перевірці використовуються вимірювальні прилади і комп'ютерні дані для точного визначення змін кута нахилу лотка і програми обертання. Стан лотків слід перевіряти, якщо є сильно розвинений центральний потік газу або якщо температура газу на решітці перевищує допустимі межі. Також контролюється загальний стан колосників і точність роботи обладнання, що вимірює рівень заповнення топки. Якщо завантаження буде перериватися більш ніж на 15 хвилин і час повторного запуску невідомий, піч повинна бути переведена в режим "тихої роботи" в допустимих межах відповідно до стану вентилятора. Повторний запуск печі можливий тільки після того, як вона буде перезаряджена до нормального рівня.

Плавний режим роботи доменної печі-це стабільна робота обладнання з оптимальною продуктивністю і витратою коксу в заданих режимах при виплавці чавуну заданого складу. Плавність роботи доменної печі характеризується плавним підйомом шихти, стабільним розподілом шихти по поверхні і оптимальними значеннями повних статичних і приватних втрат тиску газу в шахті, характерними для переважаючих умов виплавки. Технічна стабільність роботи печі досягається стабільною якістю добре підготовлених шихт, сучасними методами і технічнообґрунтованими рівнями параметрів плавки, а також раціональним режимом роботи печі. При цьому причинами порушеної роботи печі часто є невідповідність встановленого режиму дуття умовам плавки, невідповідність режиму розподілу шихти рівням газів і параметрам дуття, недотримання виробничого графіка і спотворення профілю роботи печі.

Якщо контрольно-вимірювальна апаратура працює справно, реєструються такі параметри

- витрата холодного дуття
- тиск і температура гарячого дуття;
- загальне і питоме зниження статичного тиску газу по висоті робочого простору доменної печі;
- рівень спікання в печі;
- температура пічного газу на виході з печі;
- температури оточуючих газів;
- тиск доменного газу;
- загальний склад відновлювального газу під поверхнею засипки (або тільки CO_2);
- загальний склад газу:
- температура газу на поверхні засипки та над нею;
- витрата пари на зволоження і рівень зволоження комбінованого дуття.

Фактори, що впливають на розподіл матеріалу і газовий потік в доменній печі.

Характер газового потоку, який залежить від способу завантаження і розподілу шихти на колошнику печі і режиму формування газового потоку в окислювальній зоні печі, є одним з основних факторів, що визначають обґрунтування динаміки технологічного газу доменної печі. Форма поверхні засипки шихти при звичайному пошаровому завантаженні визначається співвідношенням рудного навантаження газу до поверхні частини виробки, деміграція потоку досягає критичного значення.

У нижній частині шахти для розподілу газового потоку важливі рівень і тривалість в'язкопластичного стану матеріальної і рідкої фаз, а також процеси їх протитечійної фільтрації. Своєчасний моніторинг і аналіз цих взаємопов'язаних і взаємодоповнюючих факторів визначатимуть успіх безпечного ведення доменної плавки за принципом "зверху вниз" і "знизу вгору".

Геометрія поверхні шихти. Відношення маси рудної шихти до радіальної швидкості газового потоку в колошнику печі є критерієм раціональності шихтування. Його слід розглядати як ступінь "корисної" нерівномірності розподілу, при зміні якої порушується кількісне співвідношення газу, необхідного для шихти, і його повне використання.

Іншим критерієм оцінки розподілу доменного газу є стабільність стовпа шихти, яка визначається відношенням маси шихти до спрямованої сили потоку відновлювального газу, що викликає перепад тиску.

Оптимальні показники роботи доменної печі та шлакового режиму. Аналіз роботи українських доменних печей за паливно-сировинних умов показав, що оптимальна швидкість дуття змінюється в досить широкому діапазоні 2,20-1,55 м³/м³ корисного об'єму печі. Доменні печі в Україні включають печі малої місткості 670-1033 м³, середньої місткості 1300-2300 м³ і великої місткості 2700-5034 м³.

Встановлено, що об'єм вдування для печей малої місткості коливається в межах 1,95-2,20 м³/м³, для печей середньої місткості - 1,80-2,0 м³/м³, а для печей великої місткості - 1,55-1,75 м³/м³.

Об'єм дуття не повинен перевищувати межі, при яких порушуються плавність ходу печі. Такі порушення газодинаміки називається надлишковим дуттям. Робота печі в такому режимі викликає збільшення швидкості газового потоку і порушення рівномірності шихти. Якщо своєчасно нежити заходів щодо усунення цього порушення, в рухомій шихті утворюються каналні проходи, кишені і розриви, що призводить до її зависання, як наслідок, до вимушеного осадження.

"Перезавантаження" призводить до поганого використання теплової та відновлюваної енергії газового потоку, що призводить до зниження ефективності (збільшення витрати коксу) і зниження продуктивності доменної печі. Однією з головних умов, що визначають потенціал режиму максимального дуття, є якість шихтового матеріалу і характер його розподілу для забезпечення активного газового потоку в осьовій зоні ("віддушині").

Не менш важливою є газопроникність подини печі, яка пов'язана зі шлаковим режимом. При встановленні раціонального шлакового режиму важливо досягти мінімальної довжини в'язкопластичної зони і площі первинного шлакоутворення. Пріоритетним тут є вибір складу і металургійних властивостей залізородної сировини, коксу і теплових режимів печі, що дозволяють отримати первинний і кінцевий шлак із заданими фізико-хімічними властивостями. Це досягається нормальним розвитком процесу теплообміну, активною фільтрацією ізворотним потоком відновлювальних газів.

Засипання печі негативно впливає на тепловий режим печі, що призводить до необхідності зменшення рудного завантаження і очищення печі. Існує ймовірність зависання печі, яке важко усунути. Якщо вчасно вжити заходів, засмічення печі відносно легко усунути, зневеликим падінням виробництва або без нього. Однак у деяких випадках це може призвести до глибоких перебоїв у роботі, для усунення яких потрібен тривалий час і важка праця обслуговуючого персоналу.

Тривалі зупинки печей – це природне порушення нормального процесу доменної плавки. Його успішне відновлення залежить від якості підготовки до зупинки, умов зупинки і тривалості зупинки. Забудь-яких обставин планові зупинки печі дозволяються тільки в тому випадку, якщо піч нормально нагріта, піч порожня, система охолодження ретельно протестована, а структура шихти підготовлена для забезпечення високої газопроникності.

Незважаючи на відомі серйозні наслідки відхилення від цього правила, відносно часте виникнення таких відмов, ймовірно, пов'язане з надмірними обмеженнями на час ремонту, планування і скорочення часу продувки печі. Системи діагностики, призначені для раннього виявлення нештатних або аварійних ситуацій, зазвичай зосереджені на виявленні відмов або несправностей обладнання. Це не запобігає виникненню нестабільних умов і може призвести до аварій. Щоб подолати цей недолік, необхідно спочатку звернути увагу на принципові відмінності між завданнями безпеки і загальними завданнями контролю. Найголовніша відмінність полягає в тому, що вихідна інформація про складний об'єкт містить лише невелику частину відомостей про його стан, характеристики, функціональні процеси та експлуатаційні властивості. Крім того, ця інформація відображає лише стан і характеристики металургійного обладнання в технологічному режимі. Цієї інформації може бути достатньо для прийняття рішень при управлінні металургійним обладнанням, якщо технологічний режим підтримується протягом тривалого періоду часу. Однак на реальних установках з існуючими системами технічної діагностики, орієнтованими на виявлення відмові несправностей, не можна гарантувати, що протягом наступних 5-10 хвилин не виникне ніяких відмов або несправностей. Також не можна заздалегідь знати, скільки часу знадобиться для усунення поломки-хвилини, години або місяці. Для координації, оцінки та регулювання роботи і безпеки складного обладнання, а також для управління безпекою в умовах неповної інформації про стан обладнання агрегати повинні бути оснащені автоматичними системами

управління, а обґрунтовані управлінські рішення повинні прийматися на основі системного аналізу з урахуванням технічних, технологічних та організаційних факторів. Для обслуговування доменної техніки та запобігання аваріям потрібен висококваліфікований обслуговуючий персонал.

Подальше впровадження найсучасніших засобів автоматичного контролю, регулювання та організації вбагатьох процесах доменного виробництва може значно зменшити кількість перерву роботі. Незважаючи на високий рівень теоретичної підготовки бригадирів, а іноді й керівників вищої ланки, які обслуговують доменні печі, великі аварії часто спричинені недостатнім знанням фактичних ознак несправності. Як наслідок, іноді приймаються неправильні рішення щодо коригування роботи доменної печі, виникають затримки в реагуванні на зміни в роботі, порушуються технологічні процеси або інші інструкції.

Тому дуже важливим є якісний рівень персоналу, який поєднує високу теоретичну підготовку з великим практичним досвідом. Роль людського фактора – якостей людей, які обслуговують піч, -незменшується, коли виробництво автоматизоване. Крім уміння правильно оцінювати показники роботи доменної печі, необхідна також здатність прогнозувати подальший розвиток подій у стані процесів і обладнання в печі.

Одним зосновних факторів, що підвищують ризик виникнення аварій на небезпечному виробничому обладнанні на металургійних підприємствах України, є високий рівень зношеності основних виробничих фондів, що зумовлено низькою інвестиційною та інноваційною активністю в металургійній галузі. Це робить питання промислової безпеки ще більш актуальним.

1.2.5 Розрахунок рівнів безпеки доменного процесу та обладнання цеху

Рівень безпеки характеризує аварійність доменного процесу і визначається за наступною формулою:

$$U_{\pi} = 1 - (\Sigma t' + \Sigma \tau' + \Sigma \varphi') / T',$$

де $\Sigma t'$ - сумарна тривалість часу, коли процес відбувається з порушеннями параметрів безпеки, тобто в зоні низької або високої інтенсивності протікання процесу, год.;

$\Sigma \tau'$ - сумарна тривалість часу протікання процесу з екстремальними відхиленнями, год.;

$\Sigma \varphi'$ - сумарна тривалість часу, коли процес відбувався з порушеннями параметрів безпеки під дією поломки агрегату або зовнішніх чинників або поломки окремих елементів агрегатів, год.;

T' - загальний час роботи металургійного агрегату, год.

Розрахунок проводимо за вихідними даними, що наведені у завданні до кваліфікаційного проєкту, для печі об'ємом 1513 м³.

Порушення і екстремальні відхилення протікання доменного процесу (години)

1. Порушення параметрів t' :

- зниження температури дуття	- 10
- зниження якості коксу	- 27
- зниження витрати природного газу	- 33

Всього $\Sigma t' = 70$

2. Екстремальні відхилення параметрів τ' :

- погіршення дренажу продуктів плавки в горні	- 9
- зменшення довжини чавунної льотки	- 10

Всього $\Sigma \tau' = 19$

3. Порушення параметрів ведення процесу під впливом зовнішніх чинників / поломки агрегатів або їх частин φ' :

- прогар рами льотки (чавунної)	- 60
---------------------------------	------

Всього $\Sigma \varphi' = 60$

Час роботи печі за місяць (безперервна робота) $T' = 720$

Отже визначаємо рівень безпеки доменного процесу:

$$U_{\Pi} = 1 - ((70 + 19 + 60)/720) = 0,79$$

Відповідно до розрахунку, встановлено, що рівень безпеки доменного процесу є посереднім. Як наслідок, 21 % від загального часу роботи процес буде протікати з відхиленням, що може привести до виникнення аварій.

Далі встановлюємо рівень безпечної роботи обладнання за наступною формулою

$$U_o = 1 - \frac{\sum t + \sum \tau}{T},$$

де $\sum t$ - сумарна тривалість роботи обладнання доменного цеху з порушеннями, при яких будуть з'являтися шкідливі і небезпечні фактори виробництва, год;

$\sum \tau$ – сумарна тривалість роботи в умовах екстримальних відхилень параметрів, при яких будуть з'являтися шкідливі і небезпечні фактори виробництва, год;

T – загальний час безперервної роботи агрегата за місяць, год.

Таким чином, розраховуємо рівень безпеки обладнання доменної печі:

$$\sum t = 55 \text{ год}; \quad \sum \tau = 90 \text{ год}; \quad T = 720 \text{ год.}$$

Отже

$$U_o = 1 - \frac{55 + 90}{720} = 0,799$$

Відповідно до розрахунку, рівень безпеки обладнання доменної печі є середнім, отже необхідно зменшити час виникнення небезпечних і шкідливих факторів та час протікання екстремальних ситуацій

1.3 Характеристика приміщень цеху по небезпеці поразки електричним струмом

Обладнання в доменному цеху споживають велику кількість електроенергії і мають добре розвинені (довгі) електричні мережі. Велика

кількість електроенергії використовується для приводу різних агрегатів, таких як скіпові підйомники, вагонні ваги, порталні механізми, мостові крани, козлові крани, вентилятори аспіраційних установок і вентилятори, що подають повітря до пальників повітрянагрівачів.

Приіщення доменного цеху має наступні характеристики [14]. У ливарному дворі та піддоменних приміщеннях – сухо, спекотно та запилено. Відносна вологість повітря нижче 60 %, температура повітря 32...40°C, а струмопровідний пил (що містить переважно оксиди феруму та вуглець) в основному виділяється під час виробництва та розливання чавуну і шлаку.

У бункерному приміщенні багато пилу. Це пов'язано з технічними процесами, які тут відбуваються (дозування, завантаження сировини в скіпи).

Диспетчерські доменної печі та газоочистки можна віднести до приміщень з нормальними умовами.

З точки зору безпеки ураження електричним струмом, згідно з ПБЕУ, всі промислові приміщення поділяються на три категорії: з підвищеним ризиком ураження електричним струмом, особливо небезпечні та без підвищеного ризику.

До приміщень без підвищеного ризику відносяться диспетчерські та акімнати відпочинку на доменних печах.

Небезпечні зони включають робочі зони (струмопровідні підлоги).

Особливо небезпечними зонами є ливарні і доменні печі (гаряче повітря і струмопровідний пил) і бункерні приміщення (струмопровідний пил, який може одночасно контактувати з металевими корпусами електрообладнання і металевими конструкціями, що контактують і з землею).

Приміщення, в яких встановлено електрообладнання, можуть бути класифіковані як вибухонебезпечні та пожежонебезпечні.

До пожежонебезпечних зон класу П-П відносяться бункерні приміщення, оскільки доменні печі викидають горючий пил (коковий пил) з нижньою межею займання 65 г/м³ і більше.

До зон класу П-Іа відносяться кабельні галереї диспетчерські (зони, розташовані в приміщеннях, де обробляються тверді горючі матеріали, такі як пластик, дерево і гума).

Будівлі та приміщення зовнішніх установок очищення доменного газу відносяться до вибухонебезпечних зон класу В-1г. Для зовнішнього технологічного обладнання, що містить горючі гази (включаючи сухі радіальні пиловловлювачі та тканинні фільтри), вибухонебезпечна зона класу В-1 класифікується в межах трьох м по горизонталі та вертикалі.

Зони, розташовані на ливарних дворах і піддоменів, не відносяться до вибухо- і пожежонебезпечних зон, оскільки вони працюють з матеріалами в розплавленому стані і використовують кокс як паливо.

Для виробничих процесів доменні цеха використовують змінний струм напругою 380/220 В і 6000В; для напруги до 1000 В в Україні використовується трифазна мережа змінного струму частотою 50 Гц. Для більшості обладнання доменних печей використовується чотирипровідна трифазна мережа з нейтраллю 380/220В.

Електродвигуни(трифазні асинхронні короткозамкнені двигуни серії ВАО) потужністю понад 200 кВт приводяться від доменного цеху при напрузі 6000 В.

При штучному освітленні доменних цехах використовуються мережі напругою до 220 В.

При роботі зручним електроінструментом або переносними лампами напруга повинна бути знижена, щоб забезпечити безпеку при використанні переносних ламп. Напруга 42В використовується в безпечних приміщеннях, а 12 В – в небезпечних/особливо небезпечних приміщеннях.

1.4 Дослідження пожежної безпеки доменного виробництва

Основними причинами пожеж у доменному виробництві є несправність або неправильна експлуатація електрообладнання, налипання

рідких плавильних матеріалів на горючі матеріали та вибухи при витокі доменних газів.

При виплавці чавуну в доменних печах використовуються такі пожежонебезпечні матеріали:

- доменний газ - утворюється в процесі доменної плавки і використовується в повітрянагрівачах у суміші з природним газом.

- природний газ – використовується для обігріву повітрянагрівачів, додається до доменного дуття; ступінь займання 5. .17%, температура самозаймання 530 °С;

- мінеральне масло - використовується для змащування різних механізмів і в системах гідроприводу; температура спалаху 150. .180°С, температура самозаймання 250. .400°С.

- кокс – використовується як паливо та відновник у доменному виробництві; температура спалаху 400°С, температура самозаймання 550°С.

- ацетилен – використовується для зварювання та різання металів; область займання 2,5. .81%, температура самозаймання 335°С.

- електроізолятори - бавовна, гума, пластмаси.

- деревина, виготовлені окремі предмети робочих меблів; температура займання 270....300°С, самозаймання-330. .470°С.

Певну пожежну небезпеку становить наявність рідкого чавуну та шлаку. У доменному виробництві до категорії А (вибухопожежонебезпечні) відносяться газорозподільні та газорегуляторні пункти. До категорії Б (вибухопожежонебезпечні) відносяться приміщення подачі пиловугільного палива і закриті тунелі для транспортування вугілля до печі. До категорії С (пожежонебезпечні) відносяться бункерні, масляні склади, масляні трансформаторні, масляні тунелі для гідравлічних систем і електричні кабельні приміщення. До категорії Д відносяться ливарні двори та піддомени. До категорії Е відносяться склади руди, диспетчерські, механічні та електричні ремонтні майстерні.

Ступінь вогнестійкості будівель доменного цеху – III а (будівлі переважно каркасної конструкції. Елементи каркасу виконані з незахищених

сталевих конструкцій. Огороджувальні конструкції виконані зі сталевих профільних листів або іншого негорючого листового матеріалу та надміцного утеплювача). Для підвищення вогнестійкості допускається використання гіпсокартонних листів для облицювання металевих конструкцій в будівлях. Для відокремлення робочих місць на об'єкті можуть використовуватися перегородки з ненормативними межами вогнестійкості та поширення вогню. Ці перегородки можуть бути скляними або сітчастими, з глухими секціями висотою менше 1,2 м, відкидними або розсувними.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Поліпшення умов праці у доменному цеху

2.1.1 Заходи по попередженню небезпечних та шкідливих факторів

Запобігання пилоутворенню. З початку виробництва джерелом викидів пилу був ковш доменної печі, біля якого було встановлено аспіраційне обладнання для видалення запилених газів. Пилові газу утворюються привзаємодії повітря з рідким металом у напрямку руху чавуну від промковша. Щоб запобігти потраплянню запилених газів у ливарний двір, головний жолоб від промковша до скіпа під час розливання сталі накривається знімною кришкою. В кінці головного жолоба чавун і шлак відокремлюються за допомогою скіпа. Газу, що утворюються, видаляються всмоктувальним пристроєм, розташованим поблизу скіпера. Чавун і шлак транспортуються по конвеєрному жолобу до вібраційного жолоба для чавуну і шлаку. Отвір цього жолоба закривається рухомою кришкою. Відсмоктування з вібралотка забезпечується двома збірними отворами в стінках отвору. З вібралотка продукти плавки вивантажуються в чавуно-шлаковий ківш.

Велика кількість пилу викидається з рудних дворів і бункерних стелажів. Зменшення негативного впливу пилу на здоров'я людини на сучасних гірничодобувних підприємствах в основному пов'язано з комплексною механізацією робіт, встановленням вагоперекладачів з обладнанням для промивання шихти, доставкою шихти до бункерних естакад саморозвантажувальними вагонами і подачею шихти з гірничих виробок до бункерних естакад конвеєрами.

Таким чином, основним напрямком поліпшення умов праці на рудних дворах є усунення ручної праці та механізація важких і трудомістких робіт. Хороших результатів можна досягти, використовуючи дрібнодисперсну воду для боротьби з пилом у місцях, де він утворюється. Тому розпилювачі

води повинні бути встановлені в місцях, де проводяться операції з навантаження і розвантаження запилених матеріалів.

Покращення умов праці на бункерних естакадах дозволяє подавати в доменну піч охолоджений агломерат і залізорудні окатиші, розділені найбільш дрібні фракції 0-10мм. У галереях конвеєра подачі шихти необхідно передбачити укриття з аспіраційним обладнанням в місцях, де утворюється пил, наприклад, перевантажувальне обладнання, а також зрошення місцьвики дупилу.

У бункерних естакадах, де кокс подається конвеєрами, необхідно ізолювати галерею подачі коксу від залізничної колії при розвантаженні агломераційних вагонів вбункер, щоб запобігти потраплянню пилу в галерею.

У підбункерних приміщеннях з вагон-вагами запиленість повітряного середовища вища, ніж у системах подачі з конвеєрним завантаженням. Зокрема, значні викиди пилу відбуваються при завантаженні шихтового матеріалу з бункера на вагон-ваги та при вивантаженні з вагон-вагів на скіпи. Умови праці машиністів вагонів можна поліпшити, герметизувавши кабінку управління вагоном і подаючи в неї чисте повітря, яке охолоджується в теплу пору року і підігрівається в холодну. Робота операторів ваг відбувається в дуже запыленому середовищі, а також під впливом високих температур при використанні гарячих спечених матеріалів, тому бажано повністю автоматизувати роботу ваг.

У бункерних приміщеннях з конвеєрним подаванням основні джерела викидів пилу розташовані вздовж шлях уподачі агломерату. На шляху подачі конвеєра встановлюються аспіраційні укриття. Хороші результати були досягнуті при використанні центральної системи відсмоктування з пиловловлювача.

У підбункерному приміщенні є й інші джерела викидів пилу (живильники, грохоти), які збільшують загальні викиди пилу. Всі джерела викидів пилу повинні бути закриті і встановлені системи відсмоктування.

Для подачі шихти рекомендується використовувати скребковий конвеєр типу КПС(2м) з відсмоктувачем. Скребкові конвеєри переміщують шихту за допомогою скребка, що рухається по жолобу або трубі. Такі скребкові конвеєри використовуються для переміщення сипучих або кускових вантажів, що надходять в жолоб з завантажувального бункера. Робоча гілка-нижня. Перетин жолоба і розташування скребків -прямокутне. Скребки скребкових конвеєрів штампуються зі сталевих пластин, а жолоб виготовляється з металу. У порівнянні з пластинчастими конвеєрами, скребкові конвеєри мають меншу вагу і можуть завантажуватися і розвантажуватися в будь-якій точці по всій довжині жолоба. Швидкість руху робочого органу скребкового конвеєра становить 0,16 м/с. Скребкові конвеєри зазвичай використовуються для переміщення вантажів на відстані до 100 м. Скребкові конвеєри мають такі переваги: пилонепроникність внутрішньої порожнини, дистанційне керування, можливість завантаження і вивантаження вантажу в будь-якій точці маршруту, можливість охолодження гарячого вантажу, самодозування і мінімальне дроблення вантажу.

Захист від надмірного нагрівання. Мікроклімат виробничих приміщень - це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається температурою, вологістю, швидкістю вітру і температурою поверхні навколишнього середовища, які діють на організм людини. Оптимальний мікроклімат у приміщенні забезпечує підтримання теплової рівноваги між організмом і навколишнім середовищем. Кліматичні умови робочого середовища впливають на процеси тепловіддачі та характер праці. Тривалий вплив несприятливих погодних умов може різко погіршити самопочуття людини, призвести до зниження продуктивності праці та захворювань. Високі температури можуть призвести до перевтоми, що може стати причиною перегріву та теплового удару. Низькі температури можуть викликати локальне або загальне охолодження тіла, що призводить до застуди та обмороження. Кондиціонування повітря та вентиляція можуть використовуватися для підтримання заданому рівні параметрів, що

визначають мікроклімат, таких як температура, вологість і рухливість повітря.

Заходи захисту від теплового випромінювання, що мають особливе значення надомених підприємствах, можна розділити на чотири групи: ті, що усувають джерела теплового випромінювання, ті, що захищають від теплового випромінювання, ті, що сприяють передачі тепла до тіла людини, ізасоби індивідуального захисту. Джерела тепловиділень можна усунути шляхом зміни технології, автоматизації та механізації ручних робіт, а також шляхом зменшення довжини паропроводів і газопроводів. Захист від прямого теплового випромінювання в основному забезпечується екрануванням шляхівпроходження теплового потоку термічним опором. Відбивні екрани виготовляються з цегли, алюмінію, жерсті, азбесту, алюмінієвої фольги по азбесту(альфа) або металу. Екрани можуть бути одно-або багат шаровими, з вільним всмоктуванням повітря між шарами для підвищення ефективності екранування.

Водяні завіси – це тип тепловідвідного прозорого екрану, який розміщується біля технічного отвору промислової печі і через який в пічв водяться інструменти, технологічні матеріали та заготовки. Перевагу надають відбивним екранам, оскільки поглинаючі екрани при нагріванні випромінюють тепло.

Для підтримки нормального мікроклімату на робочому місці застосовують механізацію та автоматизацію технологічних процесів, захист від джерел тепла та встановлення систем вентиляції, кондиціонування та опалення. Важливо також забезпечити правильну організацію праці та відпочинку працівників, які виконують трудомісткі роботи в гарячих цехах.

Теплозахисні засоби слід використовувати там, де теплове опромінення на робочому місці не перевищує 350 Вт/м^2 , температура поверхні обладнання не перевищує 35°C для температур всередині джерела тепла до 100°C і не перевищує 45°C для температур всередині джерела тепла понад 100°C .

Мінераловатні матеріали можуть використовуватися в якості ізоляції в трубопроводах пари і гарячої води, а також в трубопроводах холодного теплопостачання, що використовуються в промислових холодильниках.

Захист від шуму. Надмірний шум обмежує продуктивність обладнання. Це перешкоджає правильній організації та виконанню виробничих процесів і негативно впливає на продуктивність праці. Тривалий вплив шуму може призвести до зниження слуху, а іноді і до глухоти. Шум негативно впливає на серцево-судинну та центральну нервову системи. На постійних робочих місцях на промислових об'єктах і в приміщеннях підприємств гранично допустимий рівень звукового тиску встановлений на рівні 80 дБА, в цьому випадку ймовірність погіршення слуху набудь-якому етапі роботи практично дорівнює нулю.

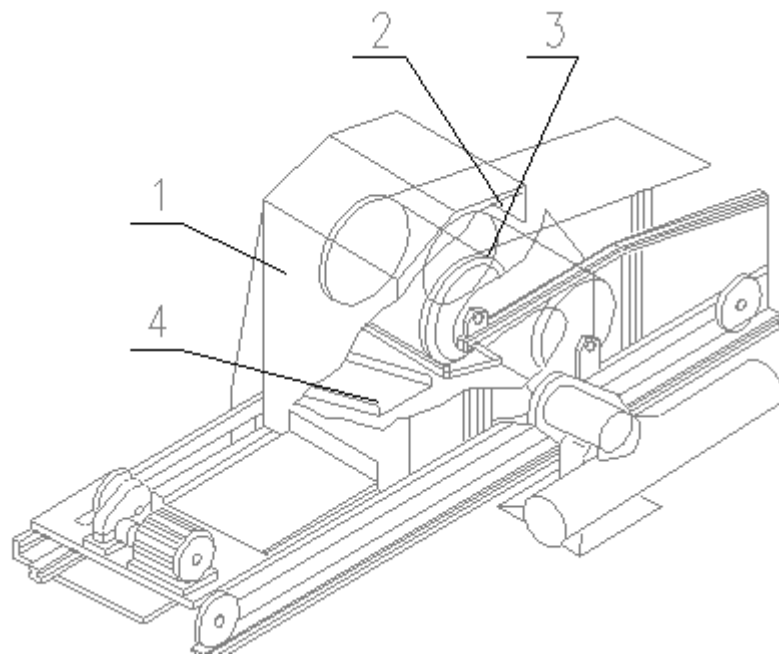
Найбільш шумним обладнанням на доменних печах є дихальні клапани, газові пальники повітрянагрівачів, вібраційні живильники та вентилятори доменних печей.

Для зменшення шуму від дихальних клапанів рекомендується використовувати глушники. Вони складаються з перфорованої стінки сталевий труби з закритим вихідним отвором і зовнішнього сталевий циліндра, покритого шаром сталевий повсті.

Вентиляція та кондиціонування повітря. Зі збільшенням потужності доменних печей відповідно збільшується повітрообмін через механічну вентиляцію. Аналіз досвіду проектування та експлуатації вентиляційних систем підтверджує, що централізація вентиляційних систем є вигідною, підвищує надійність, довговічність і спрощує ремонт та обслуговування. Централізовані системи вентиляції дозволяють використовувати високонадійні технологічні вентилятори. На основі ряду досліджень встановлено, що повітрозабірники необхідно виносити з доменної печі в таке місце, де концентрація пилу в повітрі стабільна і близька до середнього вмісту пилу в повітрі металургійного підприємства. При визначенні необхідного місця розташування повітрозабірника слід враховувати стан атмосферного середовища за вмістом шкідливих газів і переважаючий

напрямок вітру. У бункерних приміщеннях доменних печей для вивантаження матеріалу з конвеєрів у бункери широко застосовуються вагонетки і реверсивні конвеєри. Відвальні візки працюють в режимах завантаження і перевантаження, обидва з яких супроводжуються інтенсивними викидами пилу. Існує два джерела викидів пилу: точкові джерела – там, де матеріал падає через жолоби, дно бункерів, завантажений матеріал і наконвеєрні стрічки (режим завантаження); і лінійні вторинні джерела – холості гілки конвеєрних стрічок, з яких струшуються частинки прилиплому транспортного матеріалу. Пил не тільки погіршує санітарно-гігієнічні умови праці на майданчику, а й призводить до передчасного зносу обладнання, зокрема, відбійних барабанів, відвальних візків і конвеєрних роликів.

Існує ряд технічних рішень для боротьби з пилом і пробудженням. Найбільш придатною для гарячих матеріалів є система відсмоктування, яка забирає запилене повітря з кришки розвантажувального барабана, а її патрубок з'єднаний з одним з патрубків на головному колекторі, розташованому вздовж конвеєра. Накінці патрубків встановлений диск для зменшення сили всмоктування. За допомогою цього методу всмоктування з Autosteel можна поєднати без посередньо на візку з всмоктуванням з відповідного бункера в мережі і підключити їх одночасно через один дросельний клапан. На рис. 2.1 показана система пиловидалення для думпкарів. Аспіраційне укриття виготовлюється у вигляді камери взаємодіючими з транспортерною стрічкою навісними ущільненнями, що охоплює барабани, що скидають і відхиляють і встановлене між барабанами, що відхиляють і пристроєм, що скидає для очищення стрічки, забезпечене лотком для направлення знятого з стрічки матеріалу.



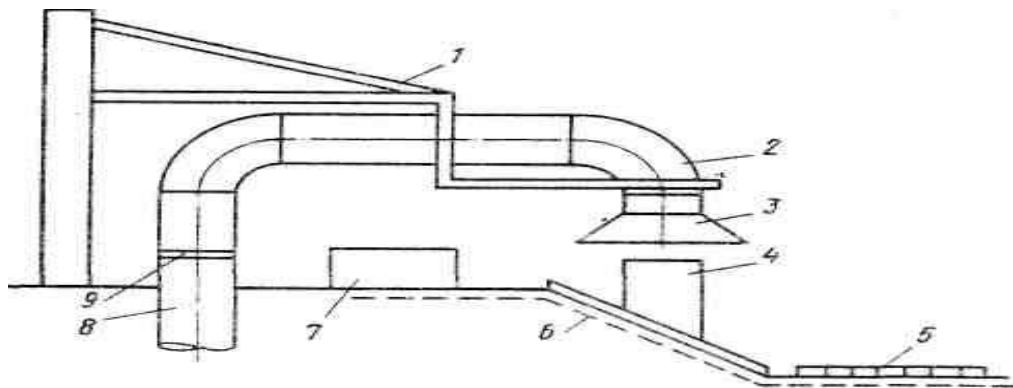
1 –укриття аспіраційне; 2 –уцільнення навісні; 3 – скидаючий барабан; 4 – жолоб (верхня частина)

Рисунок 2.1 – Схема аспіраційного укриття скидаючого візка

Аерація і місцева вентиляція (відсмоктування) є основними засобами поліпшення гігієнічних умов праці на майданчиках, де працюють доменні печі і ливарні цехи. Залежно від джерел пилогазових викидів, системи аспіраційних укриттів розрізняються за конструкцією. За призначенням і розташуванням аспіраційні системи ливарних дворів можна розділити на наступні групи: аспіраційні системи, розміщені під колошником доменної печі і головним жолобом; аспіраційні системи, розміщені над жолобом для чавуну і шлаку; аспіраційні системи, розміщені над місцем зливу чавуну і шлаку в ківш; аспіраційні системи, розміщені над ливарним двором. Схема аспірації на ливарному дворі показана на рисунку 2.3.

Обладнання, що укриває джерела викидів газу і пилу, іл окалізоване всмоктувальне обладнання безпосередньо над джерелами викидів може поліпшити санітарні умови робочої зони, а також видаляти і очищати відносно не великі кількості газів (рис. 3.2). Кришки всмоктувальних жолобів використовуються в поєднанні із футерованими кришками жолобів. Кришки жолобів можуть бути знімними або мати привід для їх відведення

в бік для ремонту жолоба. Система відсмоктування газу над скіммером і чавунним жолобом показана на рисунку 3.2.



1 – опора консольно-поворотна; 2 – повітровід; 3 – витяжний зонт; 4 – кришка з трубою вивідною; 5 – кришки плоскі; 6 – жолоби для чавуну; 7 – кришка над скіммером; 8 – газохід до колектора; 9 – з'єднання рухоме

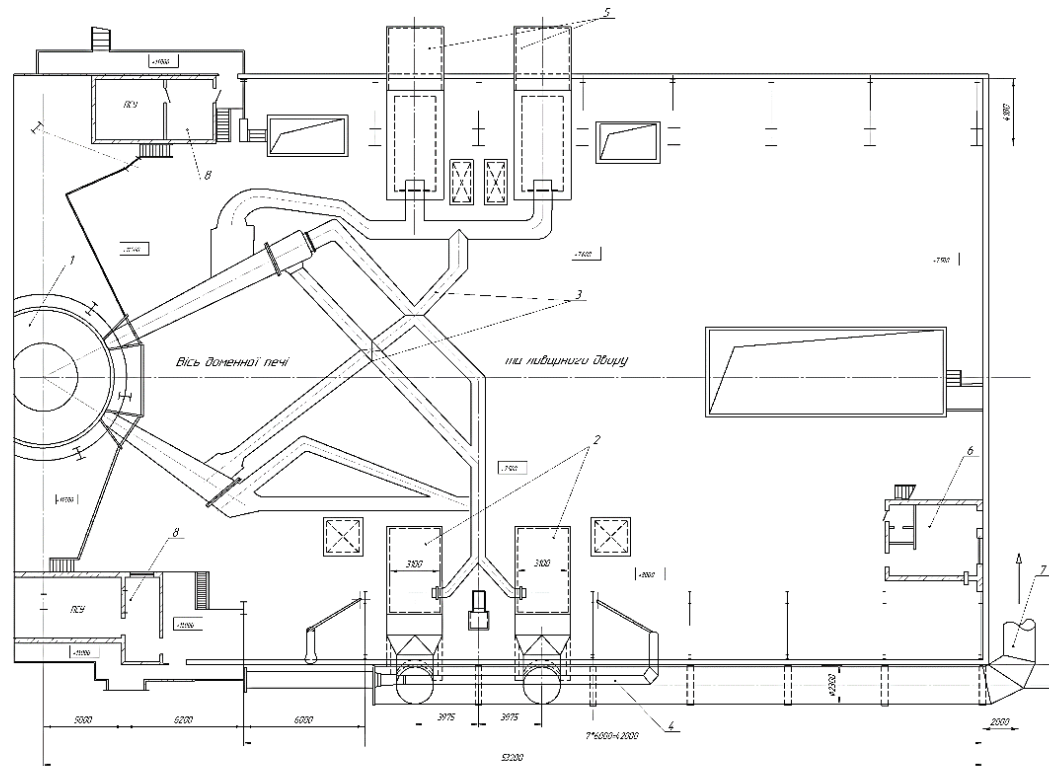
Рисунок 3.2 – Улаштування для відсмоктування газів над чавунним жолобом та скіммером

Забруднене повітря від балок бункера розливної машини, скіпових приямків і відсмоктувачів приймального бункера подається в систему газоочищення. Видалення пилу здійснюється рукавним фільтром. Уловлений у фільтрі пил дозовано подається живильником на скребковий конвеєр КПС-200. Потім він передається на скребковий конвеєр КПС-250. З конвеєра пил вивантажується в бункер. Звідти він подається в зволожувальний барабан, який зволожує вловлений пил для зменшення викидів пилу. Зволожений пил по жолобу передається у вагон. Щоб запобігти потраплянню пилу в атмосферу на робочому місці, на ділянці розвантаження барабана встановлюють укриття звитяжними зонтами.

Вентиляція ділянок розливання чавуну. Під час розливання чавуну у виливниці інтенсивно виділяються пара, тепло і пил. Тепло і пара природним чином видаляються за допомогою аераційного обладнання, але для уловлювання пилу в зоні розливання чавуну необхідно забезпечити відсмоктування. Рекомендується розміщувати витяжний зонт над ковшем і

над зоною розливання чавуну. Зонт над ділянкою розливання повинен бути захищений від попадання пари, оскільки пи́л може утворюватися в повітроводах і фільтрах. Для видалення пари з камери розливної машини повинна бути розміщена витяжна шахта великого перерізу.

Аерація. Аерація є ефективним засобом боротьби із забрудненням повітря в робочій зоні в наслідок виділення тепла, газів і пилу. Будівля вентильюється за допомогою витяжних ліхтарів на даху будівлі та повітрозабірників у нижній частині стін. Для забору повітря використовуються вікна зі стулками або отвори, закриті ґратчастими решітками. Викиди пилу, газів і тепла від ливарних цехів і доменних печей значно відрізняються через циклічний характер виробництва чавуну і шлаку. Зі збільшенням об'єму доменних печей збільшується і кількість викидів, а це означає, що процес має тенденцію до безперервності і необхідно враховувати баланс міжтеплом і повітрям. Аерація забезпечує значний повітрообмін в будівлі при низьких експлуатаційних витратах. В цехах природна припливно-витяжна вентиляція призначена для наступних приміщень: ливарнийдвір доменної печі, будівля повітронагрівача і ливарна машина. Для аерації в доменному цеху на вертикальних стінах будівлі влаштовуються три ряди отворів:



1 – доменна піч, 2 – укриття коливаючих жолобів, 3 – жолоба для зливу чавуну та шлаку; 4 – трубопровід вентиляції;
 5 – коливаючий жолоб, 6 – приміщення відпочинку горнових, 7 – трубопроводи відсосу диму, 8 – приміщення керування електрогорматою

Рисунок 2.3 – Організація місцевої вентиляції ливарного двору доменного цеху

1 ряд розміщується на висоті одного метра від підлоги, другий розміщується на висоті 4,2 м, а третій ряд – на висоті, де розташовані підкранові балки. Тепле повітря відходить з приміщення ливарного двору з верхньої зони, так як мають місце надлишки тепла.

Повітряні душі слід вважати ефективним і обов'язковим заходом захисту працівників, який зменшує вплив теплової радіації на робочому місці. Системи, які подають повітряний потік і обприскують поверхні тіла працівника, повинні сприяти нормальному теплообміну між тілом людини і навколишнім середовищем. Повітряні душі не вимагають загальної вентиляції робочого місця і можуть забезпечити на робочому місці постійну температуру і вологість, що відповідає гігієнічним і фізіологічним вимогам. Крім того, в рухомому потоці повітря збільшується тепловіддача, що покращує теплообмін між тілом і повітрям під час обдування. Тому обдування і зондування повітря стали популярними методами зменшення опромінення.

При обдуванні використовується мобільний блок, що спрямовує неочищене зовнішнє повітря на працівника. Для зондування повітря використовується подача очищеного повітря. Тому в приміщеннях, де працівники постійно перебувають при температурі вище 28°C, слід розгорнути повітряні душі, щоб швидкість повітря під час охолодження і його температура під час великих робочих навантажень відповідали нормам. Швидкість вітру, що перевищує 5-6м/с, є неприйнятною, оскільки викликає дискомфорт в очах, шум у вухах і погіршення загального стану працівника.

Якщо душові установки встановлюються безпосередньо на робочому місці, слід використовувати насадки.

Основні виробничі приміщення повинні обігріватися повітрям у поєднанні з припливною вентиляцією. Для подачі повітря використовуються великі агрегати, встановлені групами.

Через велику кількість залишкового тепла, що утворюється на ливарному дворі, доменні печі потребують значного повітрообміну,

особливо в літні місяці. Природна вентиляція в ливарних дворах доменних печей забезпечується різницею температур в середині зовні (тепловий напір) і дією вітру (вітровий напір). Вентиляція забезпечується отворами у вертикальних стінах будівлі, на висоті не більше 1,8 м внижній частині (для припливу повітря в теплу пору року) і не більше 4 м у верхній частині (для припливу повітря взимку і влітку). На даху будинку встановлюються аераційні ліхтарі. Відповідно до вимог гігієнічних нормативів, параметри якості повітряро бочої зони виробничого приміщенн ядоменного цеху наведені в таблиці 2.1 (ДСНЗ.3.6.042-99).

Раціональне освітлення є одним з найважливіших параметрів виробничог о середовища. Погане освітлення може ускладнити роботу, знизити продуктивність праці, стати причиною нещасних випадків і захворювань очей. Розрізняють природне та штучне освітлення.

Таблиця 2.1 – Значення нормованих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень

Характеристика виробничих приміщень за надлишковими тепловиділеннями (більш або менш 23 Вт/м ³). Категорія роботи по важкості	Період року (теплий, холодний)						Температура повітря поза постійних робочих місць, Т, °С	
	На постійних робочих місцях							
	Температура повітря, t, °С		Відносна вологість повітря, φ, %		Швидкість руху повітря, W, м/с			
Більш 23 Вт/м ³ 3 Важка	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.
	Холодний період							
	16-18	13-19	40-60	75	0,3	Не більш е 0,4	19-22	12-20
	Теплий період							
	18-20	15-26	40-60	75	0,4	0,2-	22-24	13-28

Природне освітлення в приміщенні створюється сонячним світлом через світлові прорізи, і підрозділяється на бічне (через прорізи в стінах), верхнє (через світлові прорізи в аераційних ліхтарях), комбіноване (одночасно через світлові прорізи в стінах і аераційних ліхтарях).

Штучне освітлення необхідне для проведення робіт у темний час доби або в місцях без достатнього природнього освітлення (ДБН В.2.5-28-2006) [23].

Штучне освітлення характеризується номінальними значеннями напруги, потужності, світлового потоку, лінійними розмірами.

У гарячих цехах особливістю є наявність у полі зору працюючих самосвітних предметів (полум'я, розплавленого й нагрітого металу та шлаку). Яскравість полум'я розплавлених металу й шлаків звичайно значно вище яскравості навколишнього фону й шкідлива для очей. Умови роботи вимагають розглядання поверхонь, які світяться, для спостереження за ходом процесу, визначення на око температури, якості металу й шлаків та ін. Необхідність постійної адаптації ока при перекладі їх зі поверхонь, які світяться, на навколишній більш темний фон й назад може викликати зниження зорових функцій, засліпленість, виникнення послідовного образу, утруднити розрізнення інших предметів. Для забезпечення ясного розрізнення після фіксації очима поверхонь, які світяться, необхідно створювати певну яскравість поля адаптації (тобто забезпечити певний рівень освітленості навколишнього фону), уникати різкої відмінності на робочих поверхнях і в полі зору, що оточує робочі поверхні.

Відповідно до цього для робіт із предметами, які самі світяться, (VII розряд) установлена мінімальна загальна освітленість лампами розжарювання 150 лк (ДБН В.2.5-28-2006). Застосування ламп без захисної арматур не допускається. У доменному цеху використовуються лампи розжарювання НГД 127-100 (напруга на лампі 127 В, потужність 100 Вт), світильник «Універсаль». Їх коефіцієнт запасу становить $K = 1,3$ [24].

Аварійне освітлення влаштовують із незалежним джерелом живлення. Аварійне освітлення для продовження робіт створює на робочих поверхнях освітленість не менш 5% від прийнятих норм для загального освітлення. Для евакуації людей аварійне освітлення створює освітленість на підлозі основних проходів і ступенях сходів у приміщеннях не менш 0,5 лк і на відкритих територіях не менш 0,2 лк [23].

2.1.2 Розрахунок укриття барабану зволожувача

Для зменшення пиловидалення від барабана-зволожувача проєктуємо аспірацію бункерної естакади. За умов повного видалення визначаємо кількість повітря, що буде необхідно відвести від агрегату..

Розраховуємо кількість повітря, що необхідно відвести з укриття, м³/год:

$$L = L + L_n,$$

де L – об'єм повітря, що потрапляє в укриття від ежекції матеріалів, м³/год;

L_n – об'єм повітря, що потрапляє в укриття при розрідженні, м³/год;

$$L = 0,04 \cdot K \cdot G_m \cdot V_k^2,$$

де G_m – витрата матеріалу, що завантажується, дорівнює продуктивності барабана-охолоджувача, м³/год, $G_m = 50$ м³/год ;

K – коефіцієнт, що залежить від конструкції укриття та умов надходження матеріалу ($K = 2,25$);

V_k – швидкість руху матеріалу при вході до укриття, м/с.

Визначаємо швидкість руху матеріалу за умов входу до укриття, м/с:

$$V_k = 0,0963 \cdot D_b / t,$$

де D_b – поперечний розмір (діаметр) барабана, м, $D_b = 1,2$ м;

t – час повного обертання барабана, год, $t = 0,008$ год;

$$V_k = (0,0963 \cdot 1,2) / 0,008 = 14,5 \text{ м/с}$$

Таким чином, об'єм повітря, що потрапляє до укриття від впливу ежекції матеріалів буде становити, м³/год:

$$L = 0,04 \cdot 2,25 \cdot 50 \cdot 14,5^2 = 746,9$$

Об'єм повітря, що потрапляє в укриття за рахунок нещільності (дія розрядження), що створюється в укритті, м³/год:

$$L_n = 3600 \cdot F_n \cdot V_n,$$

де F_n – загальна площа поверхні нещільностей, м², становить 0,3 м²;

V_n – мінімальна швидкість повітря в нещільностях, м/с, становить 3 м/с;

Таким чином, об'єм повітря, що надходить в укриття, м³/год, становить:

$$L_n = 3600 \cdot 0,3 \cdot 3 = 1080$$

Загальний об'єм повітря, що видаляється з укриття, м³/год, буде становити:

$$L = 1080 + 746,9 = 1826,9$$

Отже, при встановленні укриття барабана-охолоджувача необхідно організувати видалення повітря об'ємом 1826 м³/год. Оскільки повітря має значний вміст пилу, то необхідно організувати систему очищення аспіраційних газів. На рис.2.5 представлена схема аспірації бункерної естакади.

2.2 Зменшення впливу надлишкового тепла на робітників ливарного двору. Розрахунок аерації ливарного двору

Попередньо проводимо розрахунок необхідного повітрообміну для організації природнього повітрообміну. Беремо найгірші умови – теплий період року.

Об'єм приміщення	$V_n = 37000 \text{ м}^3$
Тепловиділення від печі	$Q_n = 1100 \text{ кВт}$
Температура зовнішнього повітря	$t' = 25^\circ\text{C}$
Температура повітря всередині приміщення	$t_p = 29^\circ\text{C}$
Висота приміщення ливарного двору	$H = 31,8 \text{ м}$

Надходження тепла в приміщення цеху від рідкого чавуну і шлаку під час випуску з доменної печі, газопроводи для гарячого дуття, фурмена зона, становить 25% від надходження тепла доменної печі.

Звідси загальна кількість тепла, що надходить в приміщення ливарного двору становить, кВт:

$$Q = 1,25Q_{\text{п}} = 1,25 \cdot 1000 = 1250$$

При градієнті температури $k = 1^{\circ}\text{C}/\text{м}$ визначаємо температуру повітря, що буде видалятися з приміщення, $^{\circ}\text{C}$:

$$t'' = t' + k(H - 2) = 26 + 1(31,8 - 2) = 55,8$$

Приймаємо за довідковими даними масову теплоємність повітря $C = 1,0$ кДж/кгК.

Таблиця 2.2 – Нормативні (допустимі) параметри повітряного середовища ливарного двору

Період року	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура на непостійних робочих місцях, $^{\circ}\text{C}$
теплий	15...26	55-75	0,2...0,6	13...28

Визначаємо повітрообмін, що необхідно створити в ливарному дворі (масова витрата), кг/с:

$$G = Q/C(t'' - t') = 1250/1,0(55,8 - 25) = 40,6$$

Тоді встановлюємо об'ємну витрату припливного повітря в приміщення ливарного двору, $\text{м}^3/\text{год.}$:

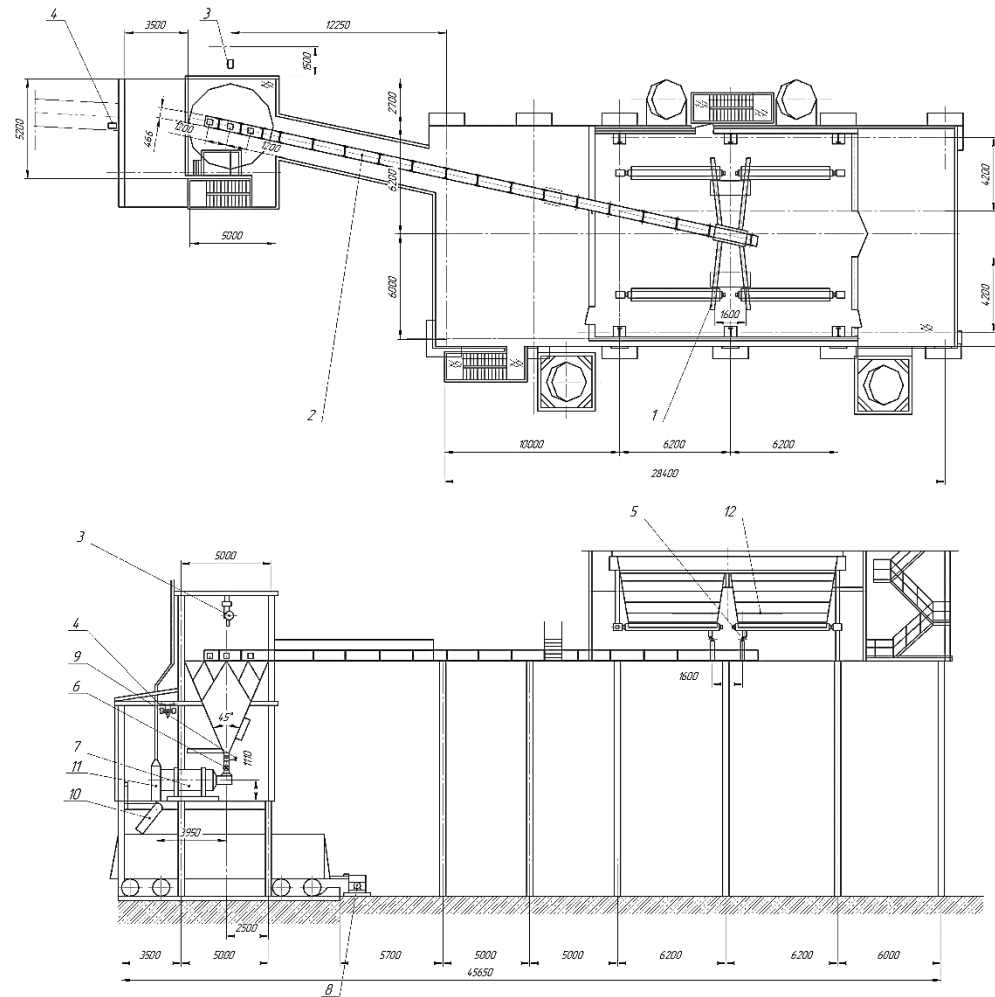
$$V' = 3600G/\rho = 3600 \cdot 40,6/1,18 = 12386,$$

де ρ - густина припливного повітря, $\rho = 1,18$ кг/м³

Отже, визначаємо кратність повітрообміну, 1/год.:

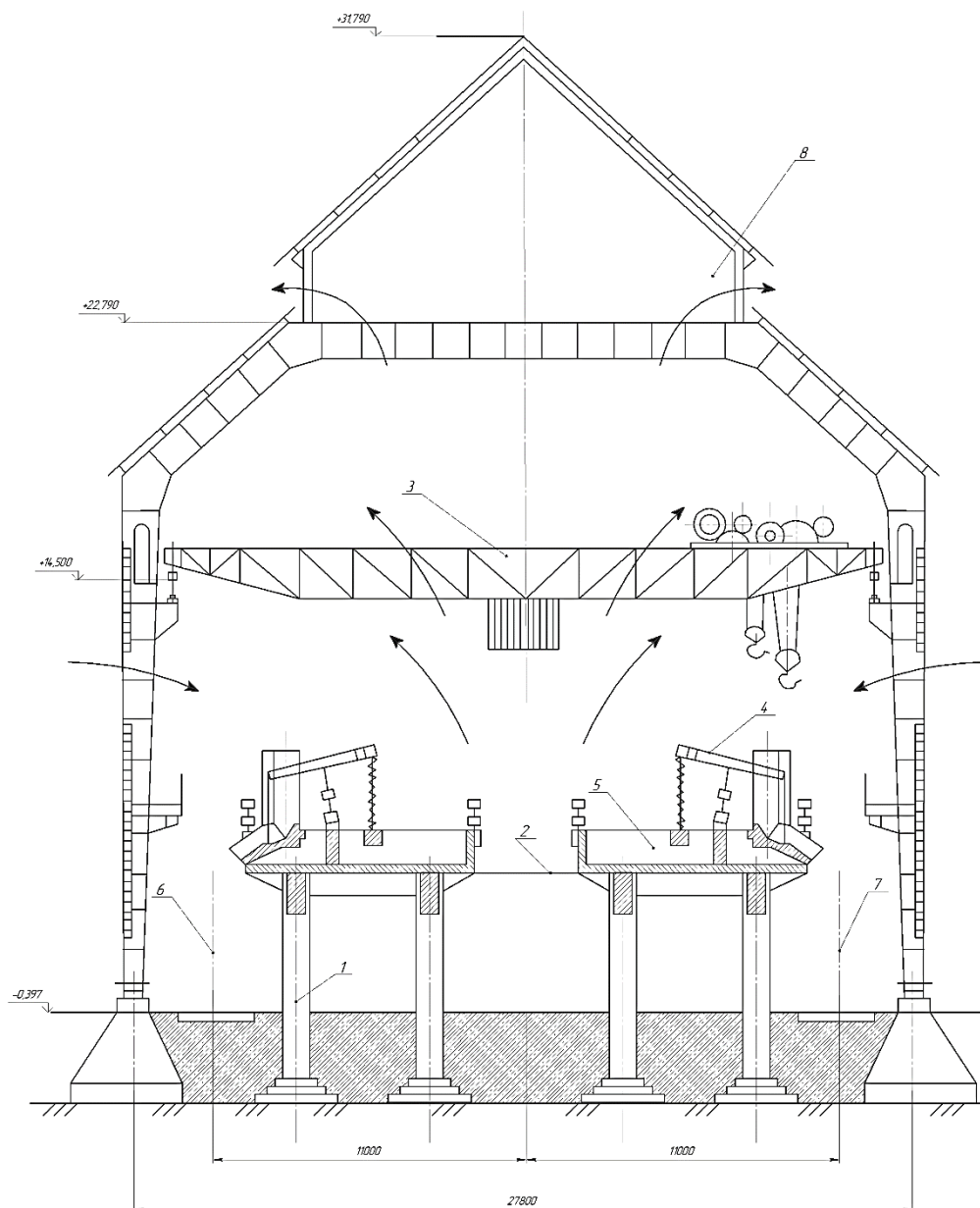
$$n = V'/V_{\text{п}} = 12386/35000 = 3,54$$

Для організації повітрообміну в будівлі ливарного двору облаштовуємо три ряди отворів: 1-й - на висоті 1,2 м, 2-й на висоті 4 м і 3-й на висоті - 12,2м. На самому даху ливарного двору встановлюємо аераційний ліхтар. На рис. 2.6 показана схема аерації ливарного двору.



1 – скребковий конвеєр КПС-200; 2 – скребковий конвеєр КПС-320; 3,4 - електрична таль; 5,6 – шлюзовий живильник; 7 – барабан-зволожувач; 8 – устаткування маневрової лебідки; 9 – шибєрний затвор; 10 – підйомний жолоб; 11 – укриття барабана; 12 – апарат газоочищення

Рисунок 2.5 – Схема організації аспірації бункерної естакади



1 – колона; 2 – отвір в робочій площадці; 3 – мостовий магнітно-грейферний кран; 4 – відсічне обладнання; 5 – робоча площадка; 6 – вісь шляху чавуна; 7 – вісь шляху шлаку; 8 – аераційний ліхтар

Рисунок 2.6 – Схема аерації приміщення ливарного двору доменного цеха

2.3 Розробка заходів та засобів захисту від поразки електричним струмом

Безпека роботи електроустановок забезпечується застосуванням засобів колективного та індивідуального захисту. До колективних засобів захисту від ураження електричним струмом відносяться застосування низьковольтної та захисної ізоляції мережі, застосування посиленої (подвійної) ізоляції,

захисного заземлення та занулення корпусів електрообладнання та інших конструктивних елементів електроустановок, які можуть опинитися під напругою, автоматичне захисне відключення обладнання, що випадково опинилися під напругою, або пошкоджених ділянок мережі.

Подвійна ізоляція – це розташування двох незалежних ступенів ізоляції водному струмоприймачі, кожен з яких розрахований на номінальну напругу. Таким чином, при порушенні цілісності однієї ізоляції наявність другої ізоляції запобігає появі напруги на металевих частинах електрообладнання, що непризводить до виникнення небезпечної ситуації.

Друга ізоляція – це захисне покриття корпусу, зазвичай виконане з ізоляційного матеріалу. У цьому випадку для людини безпечно торкатися корпусу двигуна при порушенні ізоляції обмотки.

Проводимо розрахунок захисного заземлення електрообладнання для аспіраційної системи ливарного двору доменного цеху. У приміщенні знаходяться чотири електродвигуни (ARF- 3 одиниці, DA304 - 1 одиниця). Для захисту працівників від ураження електричним струмом влаштовано систему захисного заземлення з дванадцяти електродів, що мають довжину два метри та діаметр 60 мм. Відстань між вертикальними електродами становить два метри, ширина горизонтальної смуги з'єднання 5см, а питомий опір ґрунту 200 Ом-м (чорнозем). За допомогою такої системи повинно забезпечуватися допустимий опір 4 Ом.

Беремо коефіцієнт сезонності для Запорізької області рівним 1,3 (для вертикальних електродів) та 2,5 (для горизонтальних електродів).

Розраховуємо питомий опір ґрунту з урахуванням коефіцієнта сезонності, ρ :

$$\rho = \psi \rho_0$$

Визначаємо опір розтіканню струму вертикального електроду, без занурення у землю, R_0 , Ом:

$$R_0 = (\rho/2\pi l) \ln(4 l/d),$$

де l – довжина електрода, м;

d – діаметр вертикального електрода, м.

Розрахункова кількість вертикальних електродів, n , визначається за наступною формулою, шт:

$$n = 1,3R_0/R_H$$

З урахуванням розташування електродів в ряд визначаємо коефіцієнти використання (взаємне екранування, для вертикальних заземлювачів η_v і для горизонтальної сполучної смуги η_r).

Далі визначаємо опір групи вертикальних електродів з урахуванням коефіцієнтів екранування, R_B , Ом, за наступною формулою:

$$R_B = R_0/\eta_v$$

Далі встановлюємо загальний опір розтіканню струму складного заземлювача, R_3 , Ом:

$$R_3 = R_B R_r / (R_B + R_r)$$

З вихідних даних до кваліфікаційної роботи та вищенаведеної методики розрахунку розраховуємо необхідну кількість електродів захисного заземлення. Попередньо встановлюємо значення опору ґрунту для вертикального електрода, Ом м:

$$\rho_v = 1,3 \cdot 20 = 26$$

Розраховуємо опір розтіканню струму вертикального електрода, Ом:

$$R_0 = (26/2 \cdot 2) [\ln 2/0,06 + 0,5 \ln(4 \cdot 0,8 + 3 \cdot 2)/(4 \cdot 0,8 + 1)] = 27,3$$

Встановлюємо орієнтовну кількість вертикальних електродів:

$$n = 1,3 \cdot 27,33 / 4 = 8,88$$

Отже, беремо $n = 9$ шт.

Визначаємо довжину сполучної смуги при розташуванні електродів в ряд, м:

$$l_r = 2(9-1) = 16$$

Приймаємо коефіцієнти екранування:

$$\eta_B = 0,60 \qquad \eta_r = 0,64$$

Тоді опір електрода, Ом, буде становити:

$$R_B = 27,3/9 \cdot 0,6 = 5,05$$

Розраховуємо питомий опір ґрунту для горизонтального електрода, Ом·м:

$$\rho_r = 2,5 \cdot 20 = 50$$

Опір горизонтального електрода (смуги) з урахуванням екранування, Ом:

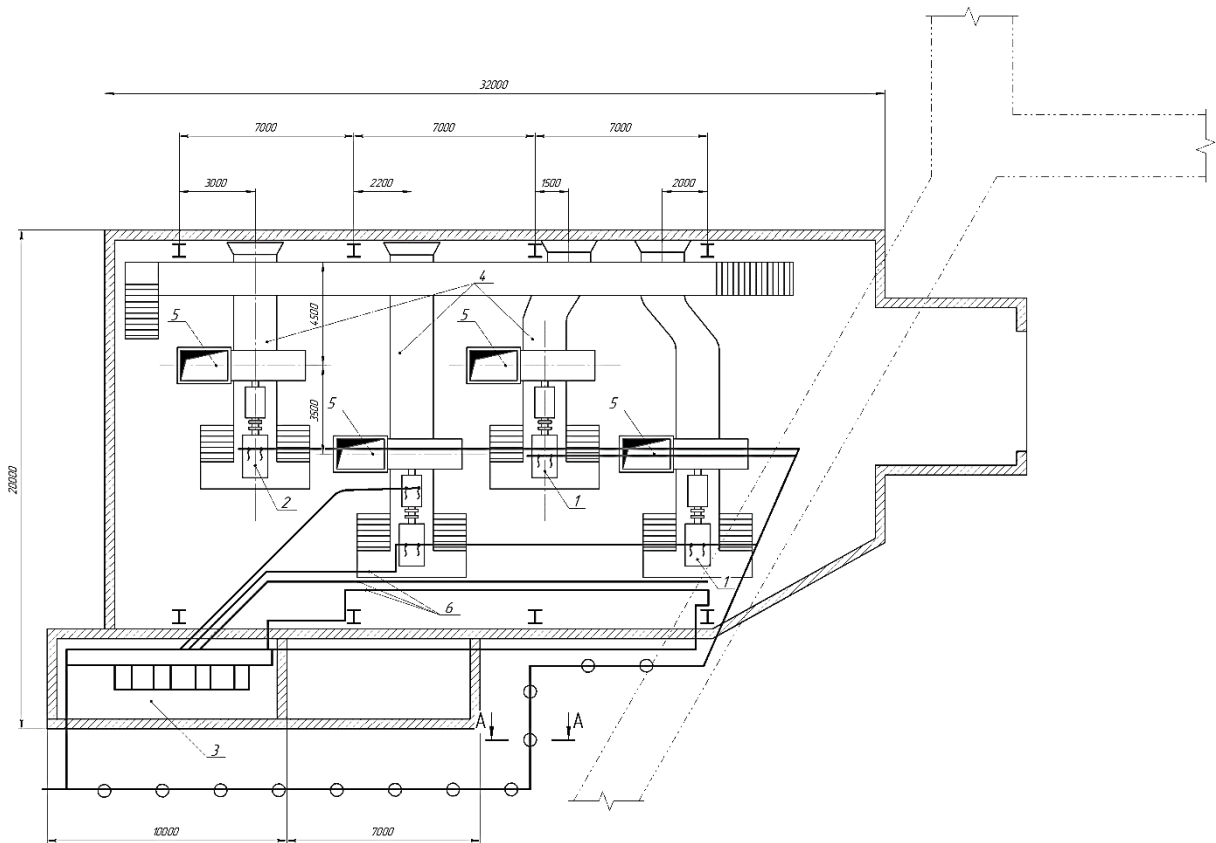
$$R_r = (50/3,14 \cdot 16 \cdot 0,864) \ln(2 \cdot 16^2/0,8 \cdot 0,05) = 10,87$$

Опір складного заземлювача, Ом буде становити:

$$R_z = 5,05 \cdot 10,87 / (5,05 + 10,87) = 3,44$$

Отже, значення опору складного заземлювача не перевищує 4 Ом, тому робота працівників з електроустаткуванням буде безпечним (12 вертикальних електродів, діаметром 60 мм, довжиною 2 м).

Таким чином, схема заземлення електрообладнання аспірації ливарного двора буде мати наступний вигляд, рис. 2.10.



1,2 – електродвигуни; 3 – пост управління; 4 – газопроводи; 5 – димотяг; 6 – труби електропроводки; 7 – кабельний тоннель; 8 – електрод

Рисунок 2.10 – Схема складного заземлення електродвигунів аспірації ливарного двора

2.4 Розробка заходів та засобів захисту з пожежобезпеки

Доменні ливарні двори відносяться до 1 ступеня вогнестійкості будівель класу Г і виконані з негорючих матеріалів, тому немає необхідності у використанні протипожежних стін та перегородок.

Для запобігання наслідків прямих ударів блискавки та вторинних пошкоджень від блискавки окремо розташовані об'єкти обладнуються засобами блискавкозахисту.

Безпека вимушеної евакуації на випадок пожежі має першочергове значення при розробці заходів протипожежного захисту об'єктів, що проєктуються. Вимушена евакуація людей збудівлі вважається успішною, якщо вона може бути завершена вчасно, коли шкідливі фактори пожежі не

досягли організму людини. Забезпечення безпеки пересування людей пов'язане з кількістю виходів і шляхів евакуації, які відповідають певним вимогам.

На кожному поверсі будівлі, майданчику або споруди повинно бути не менше двох евакуаційних виходів. У будівлях з приміщеннями категорії В відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується. У будівлях категорії D слід передбачати звичайні сходові клітки типу 1 (з природним освітленням від зовнішніх вікон).

У ливарних дворах доменного ливарного виробництва дуже важливим є ступінь автоматизації систем пожежної сигналізації, особливо швидкодіючих автоматичних систем пожежогасіння. У житлових та офісних приміщеннях використовуються сповіщувачі SP105-211 (тепловімагнітні пожежні сповіщувачі), що призначені для виявлення пожежі в приміщеннях, коли температура навколишнього середовища досягає 70°C. Цей сповіщувач працює в парі з усіма станціями пожежної сигналізації та цільовим обладнанням і отримує інформацію про обриви сигнальних ліній. Багатофункціональний сповіщувач розрахований на 24-годинну безперервну роботу при температурі навколишнього середовища від -50 до +50°C і відносній вологості до 98%. Для запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей у міжпідному просторі доменної печі подаються інертні гази. Подача газу пов'язана з системою засипання, так що механізм засипання не буде працювати, якщо в міжпідний простір неподається інертний газ.

Фундаменти доменних печей не повинні містити горючих матеріалів або відходів виробництва. Дах і навіс ливарного двору необхідно регулярно очищати від пилу.

Перед вдуванням в доменну піч запиленого палива або мазуту необхідно переконатися в справності запірно-блокувальних пристроїв, контрольно-вимірювальних приладів.

Легкозаймісті гази в трубопроводах і обладнанні можуть створювати вибухо- і пожежонебезпеку в доменному виробництві. Місцями, дегази можуть

спалахнути, є негерметичні газові з'єднання, погано вентилявані приміщення з обладнанням під тиском і газопроводи згорючими газами, куди потрапляє повітря (через падіння тиску або припинення подачі газу) і утворює вибухонебезпечну суміш. Коли піч вимикається, потік газу припиняється, газ, що залишився в мережі, охолоджується і його об'єм зменшується, створюючи розрідження і дозволяючи повітрю проникати всередину, що підвищує ризик вибуху газу. Щоб уникнути вибуху під час зупинки печі, газовий тракт повинен бути забезпечений парою.

Для цього можна відсікти полум'я потужними струменями води, пари, стисненого повітря або азоту; перекрити газовий тракт густим розчином глини; закупорити газовий тракт і викласти його азбестом; намочити латку з азбестової тканини і одночасно рясно змочити водою, знизивши тиск газу до 500 Па; заповнити газовий тракт. Існують способи заповнення газопроводу парою. Після гасіння полум'я газу необхідно переконатися, що газ не витікає в атмосферу, щоб уникнути отруєння або утворення вибухонебезпечних сумішей.

У потенційно вибухонебезпечних зонах електрообладнання, прилади та світильники повинні бути встановлені у вибухозахищеному виконанні. Несанкціонована заміна ламп, вимикачів та іншого електрообладнання заборонена, оскільки це може призвести до вибуху.

Щоб уникнути пожеж на газопроводах, забороняється користуватися смолоскипами для обігріву газопроводів і запірної арматури, пошуку витоків газу, затикати дерев'яними пробками арматуру і отвори газопроводів, споживати газ при зниженні тиску в газопроводі нижче 500 Па, розміщувати поблизу газопроводів горючі предмети, а також розводити вогнища горіння предметів, а також підпалювати газ, що виділяється при продувці газопроводів.

Щоб уникнути займання стрічок конвеєра, забороняється приймати в зону подачі шихти неохоложені шихтові матеріали (агломерат, кокс) з температурою вище 100°C.

Ковші для чавуну і шлаку повинні подаватися тільки сухими. Щоб уникнути розливу чавуну і шлаку, ковші не можна наповнювати доверху більше, ніж на відстань, зазначену в цеховій інструкції. Електропроводка повинна бути надійно захищена від розплавленого чавуну і шлаку. Протипожежна відстань між будівлями доменного цеху та прилеглими будівлями і спорудами становить 9 м для будівель і споруд I і II ступенів вогнестійкості, 12 м для III, IIIa і IIIб ступенів вогнестійкості та 15 м для інших [22,28].

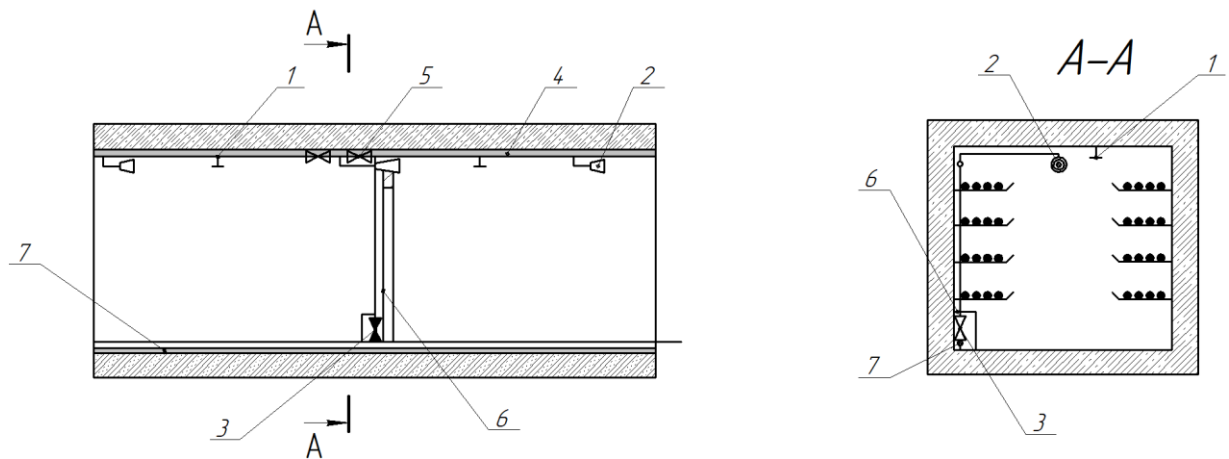
Способи та засоби гасіння пожежі в основному залежать від її класу. У цехах можуть виникати пожежі класів А,В(рідини), С(горючігази) і Е(електроустановки під напругою). Найпоширенішим вогнегасником для пожеж класу А є вода. Вода має велику теплоємність і високу теплотувипаровування, що робить її надзвичайно холодною. В результаті утворюється пара, яка знижує концентрацію кисню в повітрі.

Будівлі доменного цеху відносяться до категорії Г і мають ступінь пожежної небезпеки IIIa. Зовнішнє пожежогасіння для таких будівель не передбачено.

Кількість струменів, що розраховується для внутрішнього пожежогасіння, становить 2.

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних кранів. Пожежні крани розташовані на висоті 1,35 м над підлогою на виходах, площадках і коридорах у межах доменного цеху. Пожежні крани розміщені в шафах з вентиляційними отворами і мають таблички. Кожен гідрант обладнаний пожежним рукавом довжиною 20 м і балоном для пожежогасіння.

Схема автоматичного пожежогасіння у кабельних тунелях наведена на рис.2.11.



1 – сповіщувач про пожежі; 2 – пінногенератори; 3 – електромагнітний клапан;
4 – розчинопровід; 5 – зворотній клапан; 6 – захисний чохол; 7 – електромагнітний клапан

Рисунок 2.11 – Схема розміщення пінногенераторів в кабельних тунелях

Переносні вогнегасники використовуються для гасіння невеликих пожеж. Рекомендується оснащувати доменні цехи такими вогнегасниками: пінними або водяними ємністю 10л – 2 шт на 1800 м² площі цеху; порошковий ємністю 5 л – 2 шт на 800 м²; вуглекислотними ємністю 5 або 8 л – 2 шт на 1800 м². Припустимо, що площа, яку займає одна секція печі, становить 4000 м². Виходячи з цього, на об'єкті дозволяється встановлювати такі вогнегасники: ВПП-10.01-5, ВП-5-01 з порошком ПСБ-10, ВВ-8-5 вогнегасників.

Для автоматичного протипожежного захисту використовуються різноманітні системи. На металургійних підприємствах у більшості випадків рекомендується використовувати дренчерну систему. Це установки пожежогасіння зональної дії. Розподільна мережа дренчерної системи схожа на спринклерну.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У технічній частини кваліфікаційної роботи пропонуються наступні заходи по зниженню рівня травматизму і захворюваності у доменному цеху:

- місцева вентиляція бункерної естакади;
- місцева вентиляція ливарного двору;
- природний повітрообмін ливарного двору;
- система заземлення електрообладнання системи аспірації ливарного двора;
- впровадження системи автоматичної пожежогасіння кабельного тунелю.

Очікуване зниження рівня травматизму – 3 рази, загальної захворюваності – на 15 %.

Отже, замість 3 нещасних випадків, що пов'язані з виробництвом, очікувана кількість травм в приймаємо рівним 1.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть: місцева вентиляція бункерної естакади (ОВ₁) - 300 тис. грн.; місцева вентиляція ливарного двора (ОВ₂) - 725 тис. грн.; система захисного заземлення (ОВ₃) - 50 тис. грн.; автоматична система пожежогасіння (ОВ₄) – 125 тис. грн.

Приймаємо, що поточні витрати (ТЗ) виростуть на 6016,4 грн/рік.

Визначаємо загальні одноразові витрати на заходи з охорони праці:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4$$

$$OB = 300000 + 725000 + 50000 + 125000 = 1200000 \text{ грн.}$$

Розраховуємо очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 3 - 1 = 2$$

Розраховуємо зменшення кількості днів непрацездатності :

$$\Delta ДН = \Delta H \cdot K_{\text{тт}} + 0,15 \Delta H_3$$

$$\Delta ДН = 2 \cdot 30 + 0,15 \cdot 690 = 163,5 \text{ днів}$$

Продуктивність одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ$$

$$ГСВ = 230 \cdot 545 = 125\,350 \text{ грн.}$$

Тоді зменшення кількості днів непрацездатності на одного робітника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч$$

$$\Delta T = 163,5 / 770 = 0,212$$

Встановлюємо приріст продуктивності праці:

$$\Pi_T = [(T_p + \Delta T) / T_p - 1] 100$$

$$\Pi_T = [(230 + 0,212) / 230 - 1] 100 = 0,092 \%$$

Визначаємо зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot 3 \cdot \Pi_T \cdot УП$$

$$E_c = 125\,350 \cdot 770 \cdot 0,8 \cdot 0,00092 \cdot 0,15 = 57\,911,7 \text{ грн.}$$

Тоді скорочення виплат по листках непрацездатності буде становити:

$$E_n = (5 \cdot \Delta Н_T + \Delta ДН_3) \cdot ВН$$

$$E_n = (5 \cdot 2 + 163,5) \cdot 123 = 213340 \text{ грн.}$$

Визначаємо скорочення штрафних виплат:

$$E_{\text{ш}} = \text{Ш} \cdot \Delta \text{Н}$$

$$E_{\text{ш}} = 5000 \cdot 2 = 10\,000 \text{ грн.}$$

Тоді, загальний економічний ефект:

$$E_{\text{еф}} = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_л + \mathcal{E}_{\text{ш}} - \text{ТЗ} - 0,15\text{ОВ}$$

$$E_{\text{еф}} = 57911 + 213340 + 10000 - 6016,4 - 0,15 \cdot 1200000 = 95234,6 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності одноразових витрат:

$$C_{\text{ок}} = \text{ЕЗ} / (\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_л + \mathcal{E}_{\text{ш}} - \text{ТЗ})$$

$$C_{\text{ок}} = 1200000 / (57911 + 213340 + 10000 - 6016,4) = 4,36 \text{ років}$$

Отже, економічна ефективність одноразових витрат становить:

$$E = (\text{Е}_c + \text{Е}_л + \text{Е}_{\text{ш}} - \text{ПВ}) / \text{ОВ}$$

$$E = (57911 + 213340 + 10000 - 6016,4) / 1200000 = 0,23 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в доменному цеху

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	120000
Додаткові поточні витрати в рік	грн.	6016,4
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні	163,5
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.	0,212
Приріст продуктивності праці	%	0,009
Зниження собівартості продукції	грн.	57911,4
Річний економічний ефект від пропонованих заходів	грн.	95234,6
Термін окупності одноразових витрат	років	4,36
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік.	0,23

Отже, строк окупності розроблених засобів захисту з охорони праці 4,4 роки.

ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз визначив наступні події як найбільш ймовірні: прогарпечі або поду через викид чавуну, прогар чавунної рами промковша або охолоджувача, вихід зладу випускного отвору чавуну, прогар або зняття льотки через викид матеріалу, розрив льотки, прогар льотки або поломка льотки, прогар або поломка кришки шахти або заплечиків через викид матеріалу; пошкодження або тріщина кожуха печі, вихід зладу холодильної установки, вихід зладу засипного устаткування; вихід з ладу несправність шихтового обладнання; несправність трактів транспортування доменного газу; несправність трактів холодного і гарячого повітря; несправність клапанів гарячого повітря; несправність систем енерго-, паро-і водопостачання.

Рівень безпеки доменного виробництва становить 79%, що є середнім показником по галузі.

Для поліпшення умов праці у доменному виробництві запропоновані наступні заходи:

- місцева вентиляція бункерної естакади;
- місцева вентиляція ливарного двору;
- природний повітрообмін ливарного двору;
- система заземлення електрообладнання системи аспірації ливарного двора;
- впровадження системи автоматичної пожежогасіння кабельного тунелю.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Без чавуну не буде сталі. URL: <https://metalurg.online/prometal/bez-chavunu-ne-bude-stali> (дата звернення 24.04.2023).
2. Металургійний комплекс України. URL: <https://svitppt.com.ua/rizne/metalurgiyniy-kompleks-ukraini.html>.
3. Чорна металургія. Виробництво чавуну.: веб-сайт. URL: <https://techemy.com/%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F/> (дата звернення 01.05.2023).
4. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, офіційне видання. Київ, 2006. 81 с.
5. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці : +CD-ROM : підручник для вnz : [затв. М-вом освіти і науки, молоді та спорту України]. Київ: Знання, 2010. 373 с.
6. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, офіційне видання. Київ, 2013. 138 с.
7. Державні санітарні норми. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень/ М-во охорони здоров'я України. Головне сан.-епідем. упр, офіційне видання. Київ, 1999. 15 с.
8. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи, офіційне видання. Київ, 2004. 20 с.
9. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text> (дата звернення 05.05.2023).

10. Манідіна Є.А., Белоконь К.В. Безпека технологічних процесів та обладнання : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 133 с.

11. Рижков В.Г., Троїцька О.О., Куріс Ю.В. Електробезпека : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 206 с.

12. Підприємства чорної металургії. Державні санітарні правила. ДСП 3.3.1.038-99. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0038588-99#Text>.

13. Манідіна Є.А. Кваліфікаційна робота: методичні рекомендації до написання, оформлення та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці». Запоріжжя : ЗНУ, 2022. 54 с.