

**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 виконання
18.05.23р.

на тему Дослідження умов праці при виробництві сталі в кисневому конвертері

Виконав: студентка 5 курсу, групи ЦБ-1863
Спеціальності 263 Цивільна безпека
освітньої програми Охорона праці
спеціалізації

Д.Ю. Бокова

Керівник доцент, к.т.н. Манідіна Є.А.

Рецензент д.т.н. Білокоць М.О.

м. Запоріжжя
2023

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

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Спеціальність 263 Цивільна безпека

Освітня програма Охорона праці

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«12» травня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ

Боковій Дар'ї Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Дослідження умов праці при виробництві сталі в кисневому конвертері

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 максимальний рівень звукової потужності джерела, що випромінюється під час продування сталі силікокальцієм в струмені аргону, за даними ТІ 232-151-99, рівний 75 дБА; температура поверхні джерела тепловиділень 90 С; температура метала 1650 С; довжина приміщення А=150 м; ширина приміщення В=30 м; кількість тепловиділяючого обладнання n=3; тепловиділення від кожного із джерел Q_д=500 кВт; теплонадходження від інших джерел Q_д=100 кВт; теплові втрати через огорожувальні конструкції Q_п=90 кВт

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз стану охорони праці в чорній металургії, визначення небезпечних та шкідливих факторів конвертерного виробництва; розробка заходів та засобів поліпшення умов праці на виробництві, економічне обґрунтування необхідності впровадження заходів з охорони праці.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) киснево-конвертерний цех, рівень виробничого травматизму в металургійній галузі, відсотковий розподіл аварійних випадків за видами металургійних

виробництв в Україні, потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори, оцінка факторів виробничого процесу сталевара, конвертерний цех, заходи щодо поліпшення мікроклімату в будівлі конвертерного цеху, штучне освітлення відділення позапічної обробки, заходи з елетробезпеки та пожежобезпеки.

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 25.04.2023

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)

Д.Ю. Бокова

Керівник роботи

_____ (підпис)

Є.А. Манідіна

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

_____ (підпис)

А.О. Белоконь

РЕФЕРАТ

60 с., 7 табл., 14 рис., 19 джерел

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНИЙ ЦЕХ, КОНВЕРТЕР, ОХОРОНА ПРАЦІ,
ПІЧ, НЕБЕЗПЕЧНІ ФАКТОРИ, ВИБУХ, ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ,
ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Об'єкт дослідження (проектування) – киснево-конвертерний цех.

Мета проекту – дослідження шкідливих та небезпечних факторів киснево-конвертерного цеху, розробка заходів з охорони праці.

В першому розділі розглянуто технологію отримання сталі в киснево-конвертерному виробництві, проаналізовані джерела виникнення шкідливих та небезпечних факторів.

В другому розділі розроблені заходи та засоби з охорони праці: загальнообмінна вентиляція, освітлення позапічного відділення, теплоізоляції та кондиціонування поста керування, занулення головного електродвигуна приводу підйому розливного крана, потужністю 50 кВт, система автоматичного пожежогасіння.

В 3 розділі проведено аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму в киснево-конвертерному виробництві.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Технологія виплавки сталі у кисневому конверторі.....	8
1.2 Аналіз безпеки киснево-конвертерного виробництва.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	18
2.2 Рекомендовані заходи з поліпшення умов праці в конвертерному виробництві.....	21
2.3 Заходи щодо поліпшення мікроклімату в будівлі конвертерного цеху	24
2.3.1 Розрахунок теплових виділень у конверторному відділенні.....	25
2.3.2 Розрахунок аерації виробничого приміщення конвертерного цеху	29
2.3.3 Розрахунок штучного освітлення відділення позапічної обробки.....	34
2.4 Електробезпека в конвертерному виробництві. Розрахунок занулення	38
2.5 Заходи з пожежної та техногенної безпеки	43
2.6 Розрахунок кондиціонування теплоізольованого поста керування сталевара кисневого конвертеру	50
3 АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ ЗАХВОРЮВАНOSTI I ТРАВМАТИЗМУ В КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	54
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	58

ВСТУП

За даними Всесвітньої асоціації виробників сталі, попит на світове виробництво сталі в найближчому майбутньому продовжить зростати. Ця тенденція спостерігається в тій чи іншій мірі протягом останнього десятиліття. Таке збільшення попиту має задовольнятися за рахунок розширення виробничих потужностей, скорочення тривалості циклів і підвищення продуктивності в технічному секторі. Крім того, постійне зростання споживання сталі вимагає постійної оптимізації процесу, щоб залишатися конкурентоспроможними на міжнародному рівні: конвертерний процес має перевагу над іншими методами виробництва сталі, оскільки не потребує додаткових джерел енергії, таких як електроенергія, природний газ або вугілля.

Сучасний доменний процес слід розглядати як систему, що поєднує високопродуктивні технології, такі як підготовка чавуну після виходу з доменної печі, виплавка в конвертері та доведення в ковші, після чого він розливається в машину безперервного лиття заготовок. Наразі у світі експлуатується близько 280 кисневих конверторів, а також до 700 конвертерів, які виробляють близько 66 % від загального обсягу світового виробництва сталі.

Востанні десятиліття світова металургійна промисловість має досить стабільну технологічну структуру: 60-70 % сталі виробляється в киснево-конвертерних печах і 40-30%-в електропечах. В Україні частка конвертерного виробництва сталі становить 56,4 %.

Збільшення виробничих потужностей також призводить до зростання кількості нещасних випадків на виробництві. Тому при збільшенні продуктивності конвертерного виробництва слід приділяти увагу систематичному підтриманню безпечних умов праці для працівників, задіяних у цьому виробництві.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія виплавки сталі у кисневому конверторі

Конвертери – це великотоннажне металургійне обладнання, де всі технологічні процеси протікають з високою швидкістю. Тому до функціонування систем автоматичного контролю і управління безпекою пред'являються високі вимоги: загальний час плавки в 100-тонному конвертері становить 45 хвилин, з яких тільки 20-25 хвилин фактично витрачається на продувку ванни киснем. За цей час видаляються домішки і метал нагрівається до температури близько 1600-1650°C. Конвертерні цехи являють собою складне поєднання технологічного, енергетичного і транспортного обладнання, а також систем пилогазо очищення (рис.1.1 та рис.1.2).



Рисунок 1.1 – Киснево-конвертерний цех компанії IISCO Steel Plan

Висока продуктивність конвертерів повинна узгоджуватися зі злагодженою роботою всіх допоміжних відділень: міксерного, підготовки шихти, розливу, позапічної обробки.



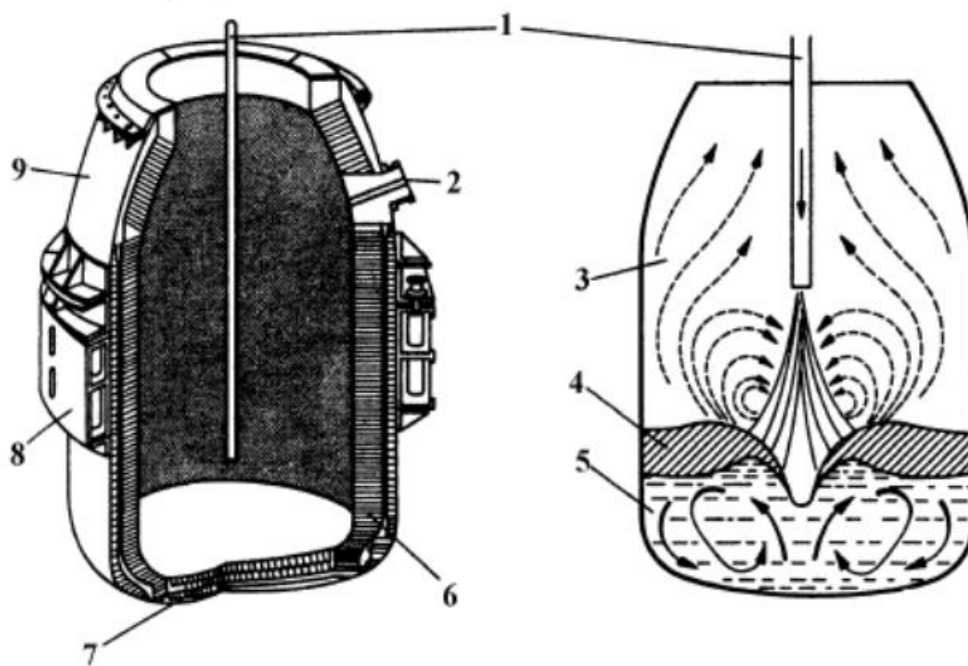
Рисунок 1.2 – Киснево-конвертерний цех ПрАТ «Металургійний комбінат
«Азовсталь»

Суть киснево-конвертерного способу полягає в тому, що рідкий чавун, залитий у футерований ківш, продувається технічно чистим киснем, що подається зверху або знизу ківша через водоохолоджувані вентиляційні отвори (рис. 1.3, рис.1.4). У бак з рідиною також додають металобрухт і сипучі неметалеві матеріали. Під час продувки струмені кисню окислюють домішки, такі як вуглець і кремній, що містяться в чавуні, в результаті чого утворюється високоякісна сталь.

Після продувки сталь заливається в ківш, а конвертер обертається навколо горизонтальної осі. Окислення домішок у сталі киснем генерує велику кількість тепла, яке розплавляє додані шихтові матеріали.



Рисунок 1.3 – Кисневий конвертер



1- киснева фурма; 2 – сталева літка; 3 - газозбірник; 4 – шар шлаку; 5 - ванна розплавленого металу; 6 - футерування вогнетривке; 7 - дно конвертора; 8- кільце; 9 – шолом конвертера

Рисунок 1.4 – Схема кисневого конвертора

Вміст фосфору в чавуні зазвичай перевищує 0,3%. Слід використовувати чавуні з вмістом фосфору менше 0,15%. У цьому випадку плавка відбувається в один шлак, але зі збільшенням вмісту фосфору (0,15-0,30%) доводиться працювати з двома шлаками (з проміжним шлаком, що скидається під час продувки), що знижує продуктивність конвертера. Вміст сірки в чавуні повинен бути менше 0,07%, оскільки десульфурація під час плавки в кисневому конвертері не є повною. Температура чавуну, обробленого в кисневих концентраторах, зазвичай становить від 1250 до 1400°C. Чавун при більш низьких температурах небажаний, оскільки початок продувки відбувається холодніше, а шлакоутворення відбувається повільніше. Чавунний лом не повинен містити великої кількості шкідливих домішок або іржі. Максимальний розмір брухту також обмежений, оскільки занадто великий брухт може не встигнути розчинитися в металі в процесі продувки і може пошкодити футеровку конвертера під час завантаження. На конвертерах місткістю 100 тонн і більше розмір кусків сталевого брухту не повинен перевищувати 300x300x1000 мм. Розмір пакета брухту не повинен перевищувати 700x1000x1500 мм. Вапно має бути свіжопрожареним з вмістом не менше 90% CaO, менше 3% SiO₂ і 0,10% сірки. Якщо вміст сірки у вапні перевищує 0,1%, сірка може мігрувати зі шлаку в метал під час плавлення. Розмір фрагментів вапна повинен бути від 20 до 60 мм. Фрагменти вапна меншого розміру є неприйнятними, оскільки вони виносяться з конвертера димовими газами. З цієї причини не можна використовувати дрібну залізну руду. Розмір залізної руди повинен бути 10-100 мм, з вмістом заліза не менше 62% і SiO₂ не більше 8%. Збільшення вмісту SiO₂ в руді небажано, оскільки це знижує основність шлаку. Для розрідження шлаку використовують боксити і флюорит. Боксити, що використовуються в конвертерній плавці, містять 37-50% Al₂O₃, 10-20% SiO₂ і 12-25% Fe₂O₃. Боксити мають високий вміст вологи (10-20%) і перед використанням повинні бути висушені. Це пов'язано з тим, що високий вміст вологи збільшує вміст водню в сталі, який може виділятися при завантаженні бокситу в конвертерні агрегати.

Найбільш ефективним розріджувачем шлаку є флюорит на основі CaF_2 (85-95%) [3].

Процес виплавки сталі в конвертері в основному складається з наступних періодів: завантаження металобрухту, підйом чавуну, продувка киснем, відбір проб і вимірювання температури, вивантаження сталі і шлаку. Після випуску попередньої плавки випуск сталі закривають, а футерівку конвертера ретельно оглядають. Якщо футеровка в хорошому стані, завантажують сталевий брухт. Лом зазвичай завантажується за допомогою завантажувальної машини лоткового типу, яка нахиляє лоток з брухтом у нахиленому конвертерному контейнері, або за допомогою крана. Потім рідкий чавун заливається і транспортується ковшем до горна доменної печі. Розливання чавуну з ковша здійснюється за допомогою мостового крана. Після розливання чавуну конвертер повертають у вертикальне положення. У порожнину конвертера, включаючи систему подачі кисню, вводиться перо. Як тільки починається процес продувки, завантажується шлаковий матеріал (висів, боксити і флюорит) і першачастина залізорудної шихти (близько 2/3 її загального обсягу). Протягом першої третини тривалості процесу продувки вводиться певна кількість шлакового матеріалу. Завантаження шихти здійснюється за допомогою автоматизованої системи, що складається з ряду бункерів для зберігання шихти, живильників, ваг і лотків, за допомогою яких шихта засипається в горловину конвертера. Система забезпечує завантаження сипучого матеріалу без зупинки продувки, відповідно до програми, заданої оператором з пульта управління конвертера. Кисневі шини встановлюються в певних місцях. Залежно від продуктивності конвертера і технології, що використовується в цьому цеху, відстань від оголовка шини до рівня стаціонарного резервуара становить від 0,7 до 3,0 м. Шина встановлюється вище, ніж під час всієї подальшої продувки.

Завдяки введенню в метал струменів кисню, метал циркулює в конвертері і змішується зі шлаком. Кисень, що подається, окислює вуглець, кремній, марганець, фосфор і трохи заліза в чавуні. Утворені оксиди разом з вапном та іншими сировинними матеріалами сприяють утворенню шлаку. У міру

розчинення вапна основність шлаку зростає, зазвичай перевищуючи 2,5 в кінці процесу продувки, що забезпечує видалення фосфору і сірки зі шлаку. За необхідності під час продувки в конвертер вводять охолоджуючі добавки (залізорудний матеріал, вапняк). Залежно від ємності конвертера і подачі кисню процес продувки триває від 14 до 24 хвилин і завершується при вмісті вуглецю, що відповідає типу виплавленої сталі. У цей момент метал нагрівається до необхідної температури (1580-1650°C), а вміст сірки і фосфору не повинен перевищувати допустимі для даної марки сталі межі. Закінчення продувки визначається кількістю спожитого кисню, тривалістю продувки і типом полум'я або іскри, що виділяється з горловини конвертера. Після завершення продувки кисневу фурму видаляють, а конвертер вирівнюють. З горловини конвертера відбирають зразки металу і шлаку і вимірюють температуру металу за допомогою занурювальних термопар. Зразки металу аналізують експрес-методами і визначають вміст вуглецю, іноді марганцю та інших елементів. На основі результатів аналізу металу і вимірювань температури приймається рішення про початок плавки або проведення коригувальних робіт для досягнення заданої температури і вмісту вуглецю.

Після завершення необхідних коригувальних робіт конвертер нахиляють, і сталь вивантажується з випускного отвору в ківш з одночасним розкисленням. Випускний отвір зазвичай відкривають, поки очікують на результати аналізу проб металу. У ківш також засипають невелику кількість шлаку. Шар шлаку товщиною 200-300 мм захищає метал у ковші від швидкого охолодження. Шлак, що залишився, зливається в шлакову чашу, яка подається від горловини до нижньої частини конвертера.

1.2 Аналіз безпеки киснево-конвертерного виробництва

Незважаючи на вдосконалення процесів і технологій металургійного виробництва, ситуація з промисловою безпекою не покращилася, а кількість нещасних випадків і рівень травматизму на металургійних підприємствах

залишаються високими. З точки зору виробничого травматизму металургійні підприємства характеризуються наявністю таких факторів

- велика кількість речовин і матеріалів, у тому числі хімічно небезпечних, та велике теплове випромінювання;
- використання в технологічних процесах потужних агрегатів, машин і механізмів, які спричиняють нещасні випадки на виробництві;
- наявність підприємств на великих територіях, поблизу великих населених пунктів, річок та водойм;
- використання великої кількості робочої сили в технологічних процесах та їх обслуговуванні.

Одним з основних факторів, що підвищують ризик виникнення аварій на небезпечних виробничих об'єктах українських металургійних підприємств, є висока зношеність основних фондів в умовах низької інвестиційної та інноваційної активності в металургійній галузі. Це робить питання промислової безпеки ще більш актуальним.

Аварії на вибухо- та пожежонебезпечних об'єктах, які присутні на всіх великих металургійних підприємствах, мають найбільш серйозні наслідки з точки зору матеріальних збитків та масового нещасного випадку.

Металургійна промисловість посідає друге місце за кількістю вибухопожежонебезпечних аварій після хімічної промисловості, а кількість пожеж та вибухів у чотири-п'ять разів менша, ніж у хімічній промисловості, але більша, ніж в інших галузях. Дані про аварійність у металургійній промисловості України за 2015-2022 роки наведено на рисунку 1.5.

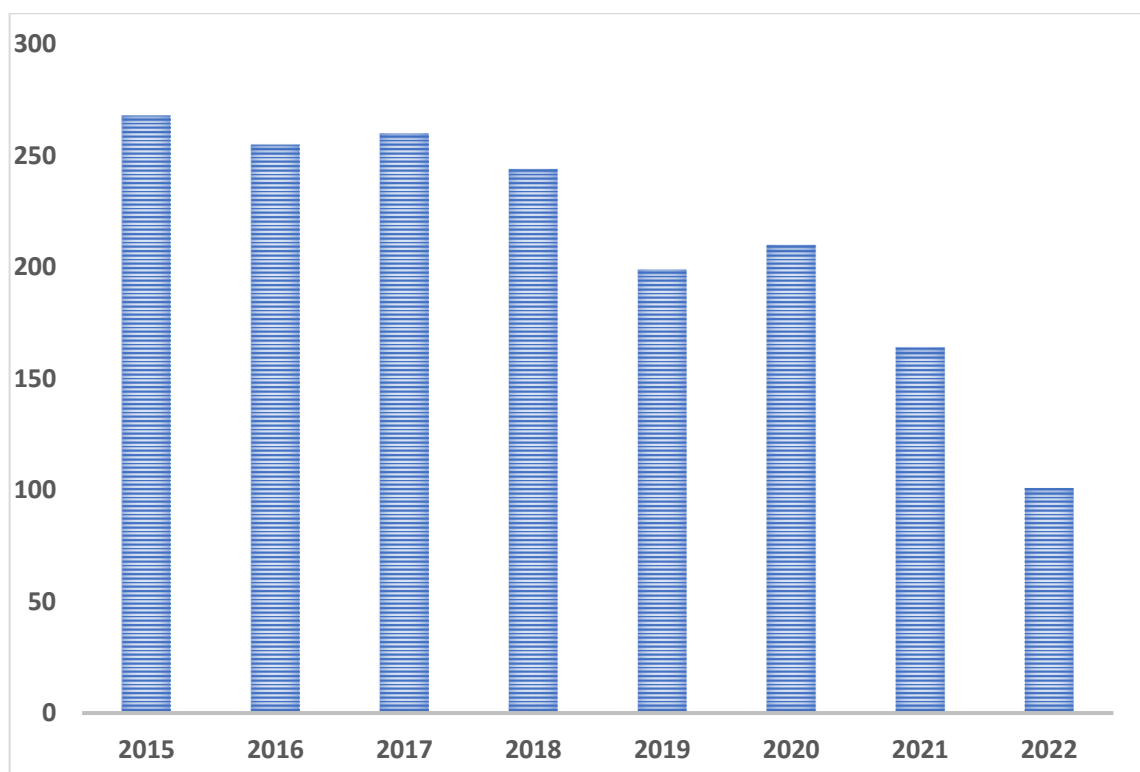


Рисунок 1.5 – Рівень виробничого травматизму в металургійній галузі

Чорна металургія є однією з небезпечних серед інших галузей з аварійності. Більшість аварійних випадків припадає на вибухи через подачу сировини, прогар фурм в металургійних агрегатах (24,5%), прогар горна, фурм, холодильників, повітропроводів доменних печей (20,2%) і догляд металу, шлаку, агломерату з металургійних агрегатів (18,1%). На діаграмі, рис. 1.6, наведено відсотковий розподіл аварійних випадків за видами металургійних виробництв в Україні.

Для організації безпечної роботи обладнання та агрегатів на металургійному підприємстві створюється система управління промисловою безпекою, що забезпечує виконання низки організаційних та технічних заходів, спрямованих на своєчасне виконання вимог промислової безпеки, моніторинг технічного стану обладнання та агрегатів та зниження ризику виникнення аварій.

Одна із складових системи управління промисловою безпекою металургійного підприємства – аналіз ризику аварій, що включає ідентифікацію небезпечних речовин та оцінку ризику аварій для людей, майна та навколишнього середовища. Для з'ясування наслідків та шкоди техногенних

аварій необхідно визначити: тип аварії – через вибухи, пожежі, витік горючих матеріалів; рід речовин «що беруть участь» в аварії – горючі гази, легкозаймисті та горючі рідини, пилю, вибухові речовини; причина вибуху, пожежі.

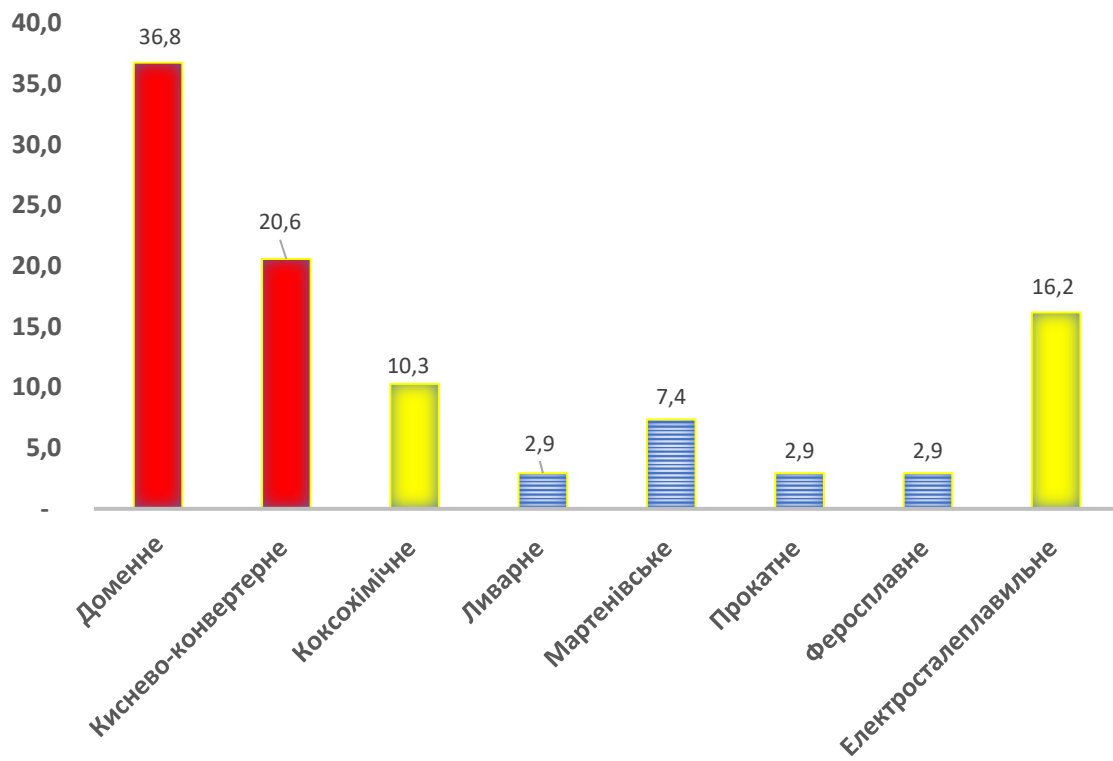


Рисунок 1.6 – Відсотковий розподіл аварійних випадків за видами металургійних виробництв в Україні

У мартенівському, конвертерному та сталеплавильному виробництвах металургійного підприємства звертаються речовини та матеріали у гарячому, розпеченому та розплавленому станах, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я. У киснево-конвертерних цехах вибухи та викиди рідкого металу можуть відбуватися в результаті завантаження вологої шихти та металобрухту. Спочатку здійснюється завантаження шихти в конвертери і відразу після цього проводиться заливка чавуну і чим більше вологи буде в шихті, тим більшим буде викид розплавленого металу.

Викиди рідкого металу можуть відбуватися також у разі, коли рідкий метал вводять вологі розкислювачі і легуючі матеріали. Причиною викидів металу з конвертера може бути також потрапляння до нього з металобрухтом закритих

металевих судин з горючими рідинами, оліями та водою. Крім небезпеки викиду рідкого металу, існує небезпека прогару футерування сталеплавильних агрегатів. Особливістю конвертерних цехів є небезпека пожежі від потрапляння на горючі матеріали рідкого шлаку під час кантування шлакової чаші.

Характерною особливістю конвертерних печей є споживання великої кількості кисню, що надходить до цеху зовнішніх мереж. При цьому до киснево-розширювального пункту кисень йде зазвичай під надлишковим тиском 3,5 МПа, а цех надходить під надлишковим тиском 1,6 МПа. Пожежна небезпека сталеплавильних цехів також полягає в наявності великої кількості кабельних комунікацій, маслопідвалів та маслотунелів. Ділянки газоочищення технологічних газів мартенівських, електросталеплавильних печей та конвертерів є вибухопожежонебезпечними.

Пожежна небезпека електросталеплавильного виробництва визначається наявністю в агрегатах горючих газів, застосуванням кисню, наявністю кабельного господарства, масляних трансформаторів, застосуванням для змащення виливниць (як і в мартенівських та конвертерних процесах) поряд з зневодненою смолою горючих рідин (петролатум, дріт). Певну пожежну небезпеку становлять машини безперервного лиття заготовок. Розрив гумових шлангів гідросистем з маслом призводить до попадання олії на розжарені сляби та моментального виникнення пожежі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Основними виробничими небезпеками в конвертерному виробництві є теплове випромінювання від технологічного обладнання (конвертерів, печей-ківшів, МБЛЗ) і розплавленого металу та шлаку, газів і викиди при продувці конвертерів, транспортуванні сипких матеріалів, продувці конвертерів, розливанні чавуну, викиди чавуну і шлаку з конвертерів викиди пилу.

Основними небезпечними факторами в конвертерному виробництві є: рухомі частини машин і устаткування, рухомі вантажі, розплавлений метал і шлак, що обертаються; електрообладнання в конвертерних цехах.

Процес виплавки сталі в конвертерному цеху пов'язаний з випуском розплавленого металу і шлаку. Процес продувки також передбачає викид великої кількості гарячих газів і дрібного пилу.

Джерелами тепла з інфрачервоним, видимим і ультрафіолетовим випромінюванням є високотемпературні оболонки рідкого металу і шлаку, конвертерні ємності, сталерозливні ковші і шлакові чаші, а також високотемпературна футеровка конвертерних ємностей і ковшів. Під час розливання розплавленого металу в МБЛЗ виділяється велика кількість тепла і гарячих газів. Інтенсивність теплового впливу в цих зонах значно варіюється від 300 до 9000 Вт/м², що значно перевищує критерії ДСН 3.3.6.042-99. Особливо високому тепловому впливу піддаються оператори пальників під час відбору проб, вимірювання температури, огляду та ремонту горловини пальника [10-12].

Таблиця 2.1 – Потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Операція, що виконується	Агрегат, обладнання	Небезпечні та шкідливі фактори та їх кількісні характеристики	Нормоване значення
Підготовка шихти до плавки	Грохот	Машини, що рухаються, і механізми. Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони CO - 22 мг/м ³ . Пил (Fe ₃ O ₄) - 10 мг/м ³	20 мг/м ³ 6 мг/м ³
Заливка чавуну	Заливальний кран, чавуновізний ківш	Незахищені рухливі елементи виробничого устаткування. Підвищена запиленість повітря робочої зони: Пил (Fe ₃ O ₄) = 10 мг/м ³ . Небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини (f= 50 Гц, U = 380 В)	6 мг/м ³
Виплавка та випуск сталі	Кисневий конвертер	Підвищена температура поверхні обладнання (80 °С). Підвищена температура повітря робочої зони (38 °С). Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони: CO - 30 мг/м ³ , пил - (Fe ₃ O ₄ , CaO) - 14 мг/м ³ ; Підвищений рівень шуму на робочому місці (110 дБА) Підвищений рівень теплового випромінювання 30,71 кВт/м ²	45 °С кат. работ Па 17-23 °С 20 мг/м ³ 6 мг/м ³ 80дБА 140 Вт/м ²
Позапічна обробка сталі	Сталерозливний ківш, УПК	Машини, що рухаються, і механізми. Підвищена температура поверхні обладнання, матеріалів (50-60 °С): Підвищена температура повітря робочої зони (38 °С). Підвищена запиленість повітря робочої зони: Пил (CaO) = 10мг/м ³ Підвищений рівень теплового випромінювання 1,81 кВт/м ²	45 °С кат. работ Па 17-23 °С 6 мг/м ³

У табл. 2.2 наведена оцінка чинників виробничого і трудового процесу для сталевара конверторів.

При продуванні конвертерів, при сушці відремонтованих конвертерів і сталерозливних ковшів в повітря виробничих приміщень потрапляють токсичні гази, концентрація яких у ряді випадків перевищує санітарні норми.

Таблиця 2.2 – Оцінка факторів виробничого процесу сталевара, конвертерний цех

№	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Нормативне значення (ГДК, ГДУ)	Фактичне значення	III клас Шкідливі і небезпечні умови і характер праці			Тривалість дії фактора за зміну, %
				I ст.	II ст.	III ст.	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³					-	100
	1 клас: хром	0,01	0,036	-	3,6р	-	
	нікель	0,05	0,125	-	2,5р	-	
	марганець	0,05	0,2	-	4р	-	
	бенз(а)пирен	0,00015	0,00026	1,7р	-	-	
	2 клас: мідь	1,0	1,15	1,15р	-	-	
	3-4 клас: CO	20,0	80	4р	-	-	
	SO ₂	10,0	37,5	3,75р	-	-	
NO	5,0	29,5		5,9р	-		
2	Пил переважно фіброгенної дії, мг/м ³	4,0	143	-	-	35,8р	100
3	Вібрація (обща и локальная), дБ	-	-	-	-	-	
4	Шум, дБА	80	89	-	9	-	80
5	Мікроклімат в приміщення: температура повітря, °C						100
	теплий період	16...27	39	-	-	12	
	холодний період	15...21	14	1	-	-	
	Швидкість руху повітря, м/с						
	теплий період	<0,5	0,8	1,6р	-	-	
	холодний період	<0,4	0,8	2р	-	-	
	Відносна вологість виробництва						
теплий період	<70	50	-	-	-		
холодний період	<75	55	-	-	-		
- інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	140	3000	-	-	3000	90	

Умови праці класифікуються як клас III, третій ступінь. Це робоче місце має чотири фактори першого ступеня, два фактори другого ступеня та два фактори третього ступеня. За показниками його слід вважати таким, що має особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, що відповідає показнику №1 у Переліку.

Найвищі концентрації оксиду вуглецю та діоксиду сірки спостерігаються на майданчику над діючим конвертером біля газових пальників котлів-утилізаторів.

Середня кількість пилу в конвертерному газі становить 50-300 г/м³. Конвертерний пил складається в основному з оксидів заліза - 60-65% Fe; 2-6% Mn, решта SiO₂ - (CaO, Al₂O₃ та інших оксидів). Близько 80% пилу складають частинки розміром до 0,5 мкм; кількість пилу з частинками більше 1 мкм становить лише 5-15% [12,13]. Такий пил розноситься на великі відстані від конвертера і залишається в повітрі протягом тривалого часу.

Велика кількість пилу виділяється при завантаженні матеріалів, руйнується кладка конвертера і сталерозливних ковшів під час ремонтів. У міксерному відділенні пил і газу виділяються при заповненні міксера і прививантаженні чавуну. Через аераційний ліхтар викидається близько 60 г пилу і 370 г оксиду вуглецю на тону чавуну, що проходить через міксер.

Робота різного обладнання в конвертерному цеху (електричні мостові крани, рух мостових кранів, потік газу в газопроводі) супроводжується інтенсивним шумом, що значно погіршує умови праці операторів. Іншими джерелами шуму є самі конвертера, трансформатори, пересувні залізничні крани та техніка. Рівні шуму на робочих місцях конверторщиків перевищують норми ГОСТ 12.1.003-83 ССБТідСН 3.3.6.037-99 на 9 дБА (норма - 80 дБА).

2.2 Рекомендовані заходи з поліпшення умов праці в конвертерному виробництві

Пил може бути шкідливим для людського організму, подразнюючи шкіру,

очі, ясна, вуха і потрапляючи в легені, а також може викликати певні професійні захворювання, такі як силікоз.

Для зменшення кількості газів і пилу конвертери обладнані пилогазоочисними установками та системами припливно-витяжної вентиляції.

Для запобігання викидів пилу операції, пов'язані з просіюванням, змішуванням і транспортуванням сипких матеріалів, а також відсмоктуванням із зонпи лоутворення, здійснюються шляхом герметизації.

Тривалий вплив шуму може призвести до зниження слуху, а іноді, і до глухоти. Шум негативно впливає на серцево-судинну і центральну нервову систему. Щоб захистити працівників від шуму, приміщення цеху, такі як диспетчерські та кімнати відпочинку, звукоізольовують. Для зменшення шуму агрегату (електродвигунів і насосів) його поміщають в звукоізоляційний кожух зі сталевих листів товщиною 2-3мм, а внутрішню поверхню облицьовують звукопоглинальним матеріалом. Для гасіння шуму повітряних(газових)магістралей використовуються глушники.

Підвищені теплові навантаження на організм людини можуть призвести до надмірної терморегуляції, порушити тепловий баланс організму. Для відведення конвективного тепла в цеху на даху будівлі цеху встановлено два аераційних ліхтаря. Для боротьби із залишковим теплом на робочих місцях конвертерників також встановлені повітряні душі.

У сталеплавильному цеху для зменшення шуму і надлишкового тепла необхідно встановити диспетчерську, яка повинна бути утеплена, звукоізольована і забезпечена кондиціонером. Стіни диспетчерської складаються з двох шарів вогнетривів та ізоляції. Вогнетривкою є червона цегла, а ізоляцією - скловолокно.

Акустичні розрахунки на ділянці позапічної обробки.

Були виміряні рівні шуму на ділянці позапічної обробки, що генеруються роботою печі-ковша, вакууматором та мостовим краном.

Тоді необхідно буде визначити еквівалентний рівень звукового тиску на робочому місці сталевара за наступною формулою:

$$L = L_p + 10 \lg (\Phi/S + L/B), \quad (2.1)$$

де L_p – максимальний рівень звукової потужності джерела, що випромінюється під час продування сталі силікокальцієм в струмені аргону, за даними ТІ 232-151-99, рівний 75 дБА;

Φ – фактор спрямованості, $\Phi = 1,0$;

S – площа уявної поверхні, якою поширюється шум, m^2 .

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r^2;$$

Таким чином

$$S = 2 \cdot 3,14 \cdot 5^2 = 157 \text{ м}^2.$$

де B – постійна приміщення, дорівнює. Приймаємо, що $B=A$

A – еквівалентна площа приміщення.

$$A = a_{cp} \cdot S_{пов}$$

де a_{cp} – середній коефіцієнт звукопоглинання внутрішніх поверхонь приміщення, $a_{cp} = 0,3$;

$S_{пов}$ – площа внутрішніх поверхонь приміщення (розраховується за допомогою креслення відділення позапічної обробки).

$$S_{пов.} = 2 \cdot (19 \cdot 552) + 2 \cdot (30 \cdot 552) + (19 \cdot 30) = 55236 \text{ м}^2.$$

Тоді еквівалентна площа приміщення:

$$A = 0,3 \cdot 55236 = 16570,8 \text{ м}^2;$$

$$B \sim A = 16570,8 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо еквівалентний рівень звукового тиску на ділянці позапічної обробки:

$$L = 75 + 10 \cdot \lg(1/157 + 4/16570,8) = 53,2 \text{ дБА}.$$

Допустима величина рівня звукового тиску для цеху 80 дБА. Фактичний шум робочому місці є допустимим, згідно значення за нормативами.

2.3 Заходи щодо поліпшення мікроклімату в будівлі конвертерного цеху

Опалення будівель конвертерного цеху важливе не тільки для створення потрібної температури на об'єкті, але й для збереження будівлі, оскільки погано опалювальні будівлі схильні до зволоження, що може призвести до руйнування.

Температура повітря в конвертерному цеху залежить від кількості тепла, що виділяється в цеху від обладнання, такого як конвертери, розплавлений метал, ковші та ролики, сонячної радіації та температури внутрішніх стін, даху та інших конструкцій.

Оскільки в конвертерних цехах виділяється велика кількість тепла, пилу (особливо дрібнодисперсного) і газів, систематичний повітрообмін має вирішальне значення для створення належних умов праці. Природна вентиляція (аерація) є основним засобом боротьби з професійними шкідливостями.

Природна вентиляція здійснюється за рахунок різниці температур між внутрішнім і зовнішнім повітрям (термічний тиск) і дії вітру (вітровий тиск).

У теплу пору року аерація вважається ефективною, якщо природний повітрообмін забезпечує середню температуру на робочому місці, яка не перевищує температуру зовнішнього повітря більш ніж на 5°C. У холодну пору року аерацію слід здійснювати, щоб запобігти потраплянню великої кількості холодного повітря в робочу зону цеху.

Природна вентиляція регулюється шляхом відкриття отворів або ліхтарів, розташованих уздовж стін будівлі. Параметри якості повітря робочої зони конвертерного цеху наведені в таблиці 2.2 9 (ДСН 3.3.6.042-99).

Таблиця 2.2 – Допустимі параметри мікроклімату в приміщеннях конвертерного цеху

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		Верхня межа		Нижня межа			
		Постій.	Непостій.	Постій.	Непостій.		
Теплий	Важка	26	28	15	13	65	0,2...0,6

2.3.1 Розрахунок теплових виділень у конверторному відділенні

Для забезпечення необхідних параметрів у цеху використовуються системи вентиляції та опалення. Розрахунок теплового балансу враховує тепло, що виділяється конвертером, розплавленим металом і нагрітим металом в конвертерний цех. Розрахунок теплових викидів за одиницю часу базується на наступному рівнянні:

$$Q_{\text{заг}} = Q_1 + Q_2, \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – загальна кількість тепловиділення, Вт;

Q_1 – кількість тепловиділення від відкритих поверхонь конвертерів, Вт;

Q_2 – кількість тепловиділення від нагрітого та розплавленого металу, Вт.

Визначення кількості тепловиділення від відкритих поверхонь конвертерів проводиться за наступною формулою:

$$Q_1 = n \cdot (Q_k + Q_{\text{випр}}), \quad (2.3)$$

де n – кількість конвертерів, шт;

Q_k – тепловіддача з поверхні конвекцією, Вт;

$Q_{\text{випр}}$ – тепловіддача з поверхні випромінюванням, Вт.

Визначення кількості тепловіддачі з поверхні за рахунок конвекції проводиться за наступною формулою:

$$Q_k = \alpha_k \cdot (T_i - T_v) \cdot F, \quad (2.4)$$

- де α_k – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·с);
 T_i – температура поверхні джерела тепловиділень, °С;
 T_v – температура повітря робочої зони, °С;
 F – площа тепловіддаючої поверхні, м².

Коефіцієнт тепловіддачі розраховується за формулою:

$$\alpha_k = 2,5 \cdot (T_i - T_v)^{1/4}, \quad (2.5)$$

- де α_k – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·с);
 T_i – температура поверхні джерела тепловиділень, °С;
 T_v – температура оточуючого повітря, °С.

$$\alpha_k = 2,5 \cdot (90 - 24)^{1/4}; \alpha_k = 7,13 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$Q_k = 7,13 \cdot (90 - 24) \cdot 534,1; Q_k = 25184 \text{ Вт}$$

Тепловіддача з поверхні випромінюванням розраховується за формулою:

$$Q_{\text{випр}} = \epsilon_{\text{пр}} \cdot C_o \cdot [(T_n/100)^4 - (T_v/100)^4] \cdot F, \quad (2.6)$$

- де $\epsilon_{\text{пр}}$ – наведений ступінь чорноти;
 C_o – коефіцієнт излучения абсолютно чёрного тела, Вт/(м²·Т⁴).

$$Q_{\text{випр}} = 0,75 \cdot 5,675 \cdot [(363/100)^4 - (297/100)^4] \cdot 534,1 = 474816 \text{ Вт.}$$

Відповідно до формули (2.3)

$$Q_1 = 3 \cdot (474816 + 25184); Q_1 = 1500000 \text{ Вт.}$$

Кількість теплоти Q_2 , що виділяється від нагрітого та розплавленого металу в процесі його транспортування та розливання, визначається як сума теплових виділень:

1) при нагріванні рідкого металу

$$Q_{\text{наг}} = m \cdot C_{\text{ж}} \cdot (T_{\text{ме}} - T_{\text{кр}}), \quad (2.7)$$

де m – потужність виробництва (цеха), кг/с;

$C_{\text{ж}}$ – теплоємність рідкого металу, Дж/(кг·°С);

$T_{\text{кр}}$ – температура кристалізації, °С.

$$Q_{\text{наг}} = 215,6 \cdot 750 \cdot (1650 - 1500); \quad Q_{\text{наг}} = 79910 \text{ Вт};$$

2) при кристалізації

$$Q_{\text{кр}} = m \cdot q, \quad (2.8)$$

де q – теплота кристалізації, Дж/кг.

$$Q_{\text{кр}} = 215,6 \cdot 260; \quad Q_{\text{кр}} = 19120 \text{ Вт};$$

3) у процесі охолодження

$$Q_{\text{ох}} = m \cdot C_{\text{тв}} \cdot (T_{\text{кр}} - T_{\text{ох}}), \quad (2.9)$$

де $C_{\text{тв}}$ – теплоємність твердого металу, Дж/(кг·°С);

$T_{\text{охл}}$ – температура металу після розливання, °С.

$$Q_{\text{ох}} = 215,6 \cdot 480 \cdot (1500 - 850) = 970 \text{ Вт}.$$

Тепловиділення з поверхні розплавленого металу визначимо як суму теплових виділень при нагріванні металу, його кристалізації та охолодженні:

$$Q_2 = 79910 + 19120 + 970; \quad Q_2 = 100000 \text{ Вт}.$$

Поряд із надходженням у цех теплоти одночасно відбувається і її втрата через зовнішні огороження цеху, визначення якої провадиться за формулою:

$$Q_p = 70 \cdot F_{\text{бс}}, \quad (2.10)$$

де $F_{\text{бс}}$ – площа бічних стінок у межах робочої зони, м^2 .

Площа бічних стін дорівнює добутку їх довжини на висоту:

$$F_{\text{бс}} = 30 \cdot 55 = 1285,7 \text{ м}^2$$

Отже за формулою (2.10) визначимо величину Q_p :

$$Q_p = 70 \cdot 1285,7 = 90000 \text{ Вт.}$$

Різниця між загальною величиною тепловиділень та величиною тепловтрат характеризує величину надлишкової теплоти $Q_{\text{над}}$, що впливає на зміну температури повітря у виробничому приміщенні

$$Q_{\text{над}} = (500 \cdot 3 + 100) - 90 = 1510 \text{ кВт.}$$

З цього можна зробити висновок, що системи опалення в цехах не передбачені через надмірну спеку. У виробничих приміщеннях системи опалення передбачені для підтримання температури повітря на нормативному рівні в холодну пору року. Система опалення компенсує тепловтрати за рахунок нагрівання повітря, що надходить у приміщення, і створює рівномірну температуру в робочому просторі.

У робочому просторі передбачена природна та механічна вентиляція. Природна вентиляція на гарячих робочих місцях влаштовується для загального повітрообміну, який змінює умови якості повітря у всьому приміщенні. У порівнянні з механічною вентиляцією, аерація дозволяє заощадити енергію і капітальні витрати. Механічна вентиляція в гарячих цехах може змінити якість

повітряного середовища там, де загальнообмінна вентиляція зазвичай не забезпечує необхідних умов.

Природна вентиляція (аерація) має вигляд припливно-витяжних аераційних отворів або аераційних ліхтарів. Аерація відбувається там, де немає шкідливих викидів. В іншому випадку необхідно передбачити механічну вентиляцію-припливну (повітряний душ, оазис) або витяжну (парасолька, бічне відсмоктування, кільцеве відсмоктування, укриття, витяжна шафа). Кисневі конвертори отримують та звану "спідницю", яка атримує близько 95 % викидів, що дозволяє використовувати природну вентиляцію, оскільки концентрація шкідливих речовин поблизу конвертерного цеху не перевищує нормативну характеристику (0,3ГДК).

2.3.2 Розрахунок аерації виробничого приміщення конвертерного цеху

Вихідні дані:

- довжина приміщення $A=150$ м;
- ширина приміщення $B=30$ м;
- кількість тепловиділяючого обладнання $n=3$;
- розміри тепловиділяючого обладнання:
 - діаметр $d=10$ м;
 - висота $c=12$ м;
- тепловиділення від кожного із джерел $Q_i=500$ кВт;
- теплонадходження від інших джерел $Q_d=100$ кВт;
- теплові втрати через огорожувальні конструкції $Q_n=90$ кВт;
- температура зовнішнього повітря $t_n=21$ °С;
- параметри припливних отворів:
 - позначка центру отворів $h_1=1,5$ м;
 - тип $L_1=2$;
 - кут відкриття стулок $\alpha_1=60^\circ$;
- параметри витяжних отворів:
 - позначка центру отвору $h_2=40$ м;

- тип $L_2=3$;
- кут відкриття стулок $\alpha_2=60^\circ$;
- різницю температур повітря робочої зони та припливного повітря $\Delta t_{p.z.}=3$ °C.

Визначаємо температуру повітря в робочій зоні $t_{p.z.}$ за наступною формулою:

$$T_{p.z.} = t_n + \Delta t_{p.z.} \quad (2.11)$$

$$t_{p.z.} = 21 + 3 = 24 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Визначаємо кількість конвективного тепловиділення від кожного з джерел за наступною формулою:

$$Q_k = 0,5 \cdot Q_i;$$

$$Q_k = 500 \cdot 0,5 = 250 \text{ кВт}.$$

Встановлюємо висоту від полюса теплового струменя до середини витяжних отворів Z_p за наступною формулою:

$$Z_p = z_b + z_n, \quad (2.12)$$

де z_b – висота від верху джерела теплоти до позначки h_2 , м;

z_n – висота від полюса струменя до верху джерела теплоти, м.

Відстань від полюса інжекції до вершини джерела тепла визначається як добуток діаметра джерела тепла d на коефіцієнт відстані між полюсами K_p , який визначається за формулою:

$$K_{np} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{\frac{F_{cб} \cdot 3}{\sum_{i=1}^n f_i}} \quad (2.13)$$

де $F_{підлоги}$ – площа приміщення, m^2 ;

f_i – проєкція верхніх меж кожного з джерел, м².

$$K_{np} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{\frac{150 \cdot 3}{3 \cdot 78,5}} \quad (2.14)$$

$$K_{np} = 4,3.$$

Розраховуємо величину z_n :

$$z_n = d \cdot K_{np}, \quad (2.15)$$

$$z_n = 4,3 \cdot 10 = 42,8 \text{ м.}$$

Приймаємо висоту від верху джерела теплоти до позначки h_2 (z_b) = 40-12 = 28 м.

Таким чином, визначаємо величину z_p :

$$z_p = 28 + 42,8 = 70,77 \text{ м} \quad \Delta t_c = 0,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_k^2}{z_p^5}}$$

Далі визначаємо надлишкову температуру повітря на висоті z_p у струмені конвективної теплоти від кожного джерела Δt_c за наступною формулою:

$$\Delta t_c = 0,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_k^2}{z_p^5}} \quad (2.16)$$

$$\Delta t_c = 0,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{250^2}{70,77^5}}; \quad \Delta t_c = 0,023 \text{ °C.}$$

Отже, надлишкова температура повітря, що відходить Δt_y , дорівнює:

$$\Delta t_y = \Delta t_{p.z.} + \Delta t_c; \quad (2.17)$$

$$\Delta t_y = 3 + 0,023 = 3,023 \text{ °C.}$$

Далі визначаємо температуру повітря, що відходить:

$$t_y = t_H + \Delta t_y \quad (2.18)$$

$$t_y = 21 + 3,023 = 24,023 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Розраховуємо середню температуру повітря за висотою приміщення t_b за формулою:

$$t_b = 0,5 \cdot (t_{p.z.} + t_y) \quad (2.19)$$

$$t_b = 0,5 \cdot (24 + 24,023) = 24,0115 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо за температурами t_n , t_b та t_y відповідні густини повітря:

$$\rho_n = 1,20070 \text{ г/м}^3;$$

$$\rho_b = 1,18850 \text{ г/м}^3;$$

$$\rho_y = 1,18846 \text{ г/м}^3$$

Розраховуємо перепад тисків між припливними та витяжними отворами:

$$\Delta p = g \cdot (\rho_n - \rho_b) \cdot (h_2 - h_1), \quad (2.20)$$

де g – прискорення вільного падіння, $\text{м}^2/\text{с}$.

Таким чином

$$\Delta p = 9,81 \cdot (1,20070 - 1,18850) \cdot (40 - 1,5); \Delta p = 4,6078 \text{ Па}.$$

Надлишок теплоти $Q_{\text{изб}}$, дорівнює 1510 кВт.

Знаходимо масову витрату повітря, що необхідно подавати для компенсації надлишку теплоти за наступною формулою:

$$G_n = \frac{Q_{\text{изб}}}{C_p \cdot \Delta t_y},$$

де C_p – теплоємність повітря, Дж/(моль·К).

$$G_n = \frac{1510}{1,2 \cdot 3,023};$$

Отже

$$G_n = 416,25 \text{ кг.}$$

За залежністю коефіцієнтів припливних μ_n та витяжних μ_b прорізів від кута розкриття стулок α_1 та α_2 визначаємо, що $\mu_n = 0,560$ та $\mu_b = 0,495$.

Визначимо перепад тисків від полюса струменя до верху джерела теплоти Δp_n та перепад тисків від верху джерела теплоти до позначки h_2 (Δp_b) за формулами:

$$\Delta p_n = 0,3 \cdot \Delta p$$

$$\Delta p_b = 0,7 \cdot \Delta p$$

$$\Delta p_n = 0,3 \cdot 4,6078 = 1,38234 \text{ Па;}$$

$$\Delta p_b = 0,7 \cdot 4,6078 = 3,22546 \text{ Па.}$$

Визначимо площі припливних F_n та витяжних F_b отворів за формулами:

$$F_n = \frac{G_n}{\mu_n \sqrt{2 \rho_n \Delta p_n}} \quad (2.21)$$

$$F_b = \frac{G_n}{\mu_b \sqrt{2 \rho_y \Delta p_b}} \quad (2.22)$$

$$F_b = \frac{416,25}{0,495 \sqrt{1,18846 \cdot 3,22546 \cdot 2}}$$

$$F_n = 407,97 \text{ м}^2; \quad F_b = 303,7 \text{ м}^2.$$

При стійкій роботі витяжки відношення твору $F_n \mu_n$ до твору $F_b \mu_b$ має бути в межах від 1,2 до 1,3. У нашому випадку воно складає 1,52. Зменшимо кут розкриття припливних стулок α_1 до 48° . При цьому μ_n зменшиться до 0,46 і ставлення твору $F_n \mu_n$ до твору $F_b \mu_b$ дорівнюватиме 1,25.

Тому таке співвідношення $F_n \cdot \mu_n$ до $F_b \cdot \mu_b$ стабілізує роботу аерації запобігає перекиданню витяжки.

Здорове і безпечне робоче середовище в конвертерному цеху безпосередньо залежить від освітлення цеху і робочої зони: конвертерний цех освітлюється природним денним світлом і штучними джерелами світла.

Нормальне природне освітлення на робочому місці забезпечується бічними світловими ліхтарями (вікнами) і світловими ліхтарями на даху будівлі. Важливо підтримувати скло у вікнах і дахових ліхтарях в чистоті, тому що якщо скло забруднене, то світлопропускна здатність скляної поверхні швидко зменшується. Тому скло вікон і ліхтарів слід регулярно очищати від пилу, кіптяви, а в зимку-від снігу.

Норма природного освітлення для конвертерних цехів базується на коефіцієнті природного освітлення (відношення освітленості в точці приміщення до освітленості, визначеної одночасно на горизонтальній поверхні, розташованій на відкритому майданчику і освітленій розсіяним світлом).

Природне освітлення включає верхнє і комбіноване (одночасне верхнє і бічне освітлення); штучне освітлення, що використовується в конвертерних цехах, можна розділити на загальне (при якому джерело світла освітлює все приміщення), місцеве (при якому джерело світла освітлює тільки певні ділянки цеху) і комбіноване (при якому загальне і місцеве освітлення є одночасним).

Крім робочого освітлення, яке використовується в нормальних технічних процесах, на заводі також є аварійне освітлення для використання з незалежним джерелом живлення в разі відключення електроенергії.

2.3.3 Розрахунок штучного освітлення відділення позапічної обробки

Проводимо розрахунок точковим методом

Визначаємо висоту підвісу світильників:

$$h_p = H - 0,8, \quad (2.23)$$

де H – висота відділення цеху, м;

0,8 – розташування умовної робочої поверхні, м.

Отже

$$h_p = 19 - 0,8 = 18,2 \text{ м.}$$

Розташовуємо світильники по вершинах квадратів. Саме таке розташування буде раціональним.

Оскільки ширина прольоту 30 м, то розташовуємо світильники у три ряди.

На рис.2.1 наведена схема розташування світильників у відділенні позапічної обробки

Таким чином, визначаємо відстань від світильників до стін, за умов, що $x/2$:

$$B = 2 + x/2 + (n - 1) \cdot x; \quad (2.24)$$

де B – ширина прольоту, м, $B = 30$ м;

n – кількість рядів, шт, $n = 3$ шт;

x – відстань між рядами, м.

Отже

$$x = B / (n - 1) \cdot x + x/2 + x/2;$$

$$x = 10 \text{ м;}$$

$$x/2 = 5 \text{ м;}$$

Складаємо рівняння за яким визначимо кількість світильників, що будуть встановлені в одному ряду:

$$z = x/2 + x/2 + (n' - 1) \cdot x, \quad (2.25)$$

де z – довжина прольоту, $z = 552$ м.

Отже, кількість світильників в одному ряду становить:

$$n' = [552 - (5 + 5)] / 10 = 54 \text{ шт.}$$

Тоді фактичне значення λ_{ϕ} :

$$\lambda_{\phi} = x/h_p; \quad (2.26)$$

$$\lambda_{\phi} = 10/18,2 = 0,5.$$

Обираємо світильники типу С35ДРЛ тоді $\lambda = 0,5-0,7$.

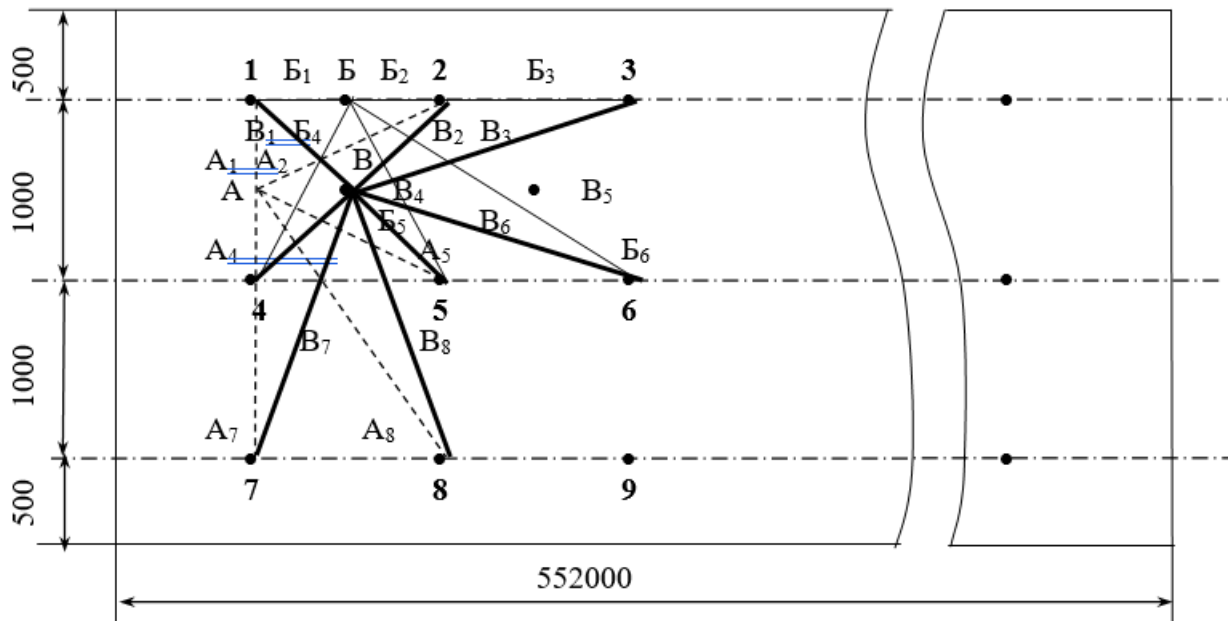


Рисунок 2.1 – Схема розташування світильників у відділенні позапічної обробки

Таблиця 2.3 – Умовна освітленість

Контрольна точка А		Контрольна точка Б		Контрольна точка В	
Відстань від контрольної точки до проекції світильника на робочу поверхню, м	$X_{\text{усл}}$, лк	Відстань від контрольної точки до проекції світильника на робочу поверхню, м	$X_{\text{усл}}$, лк	Відстань від контрольної точки до проекції світильника на робочу поверхню, м	$X_{\text{усл}}$, лк
5,0	2,0	7,0	1,5	5,0	2,0
11,2	0,5	7,0	1,5	5,0	2,0
20,6	0,0	15,8	0,15	15,0	0,2
5,0	2,0	25,5	0,0	25,0	0,0
11,2	0,5	7,0	1,5	11,2	0,5
20,6	0,0	7,0	1,5	11,2	0,5
		15,8	0,15	18,0	0,05

		25,5	0,0	26,9	0,0
Сума	5,0		6,3		5,25

Визначаємо світловий потік, що необхідно для створення необхідної освітленості в контрольній точці (тобто, що має найменшу освітленість) за наступною формулою:

$$F = 1000 \cdot E_n \cdot K / m \cdot S(x_{\text{усл}}); \quad (2.27)$$

де E_n – нормована освітленість, для III розряду зорових робіт, освітленість дорівнює 200 лк;

K – коефіцієнт запасу, $K = 1,8$;

m – коефіцієнт, що враховує вплив питомих джерел світла, $m = 1,1$;

$S(x_{\text{усл}})$ – мінімальна сумарна умовна освітленість у контрольній точці від усіх світильників, $S(x_{\text{усл}}) = 5$.

$$F = 1000 \cdot 200 \cdot 1,8 / 1,1 \cdot 5 = 65454,5 \text{ лм.}$$

Обираємо дві лампи, потужністю 750 Вт та світловим потоком 33000 лм.

Тоді фактична освітленість у контрольній точці A дорівнює:

$$E_{\text{ф}} = E_n \cdot F_{\text{л}} / F; \quad (2.28)$$

$$E_{\text{ф}} = 200 \cdot 66000 / 65454,5 = 201,6 \text{ лм.}$$

Визначаємо відхилення фактичної освітленості від нормованого значення:

$$\Delta = (E_n - E_{\text{ф}}) \cdot 100\% / E_n, \quad (2.29)$$

$$\Delta = 0,8 \text{ \%}.$$

Отже розраховане відхилення є припустимим.

Колірстін,стелітаобладнаннямаєзначнийвплив
наосвітленнявітрин.Світлікольориєнайбільш прийнятнимив
цьомувідношенні.Білийколірмаєкоефіцієнтвідбиття0,85-0,9,тодіаксірийіжовтий-

0,4. Тому будівельні конструкції, підлога та обладнання регулярно фарбують по білко-юбо світлим кольором.

Освітлювальні прилади повинні відповідати певним вимогам безпеки та гігієни праці. Так, в конв'єкторних цехах заборонено використовувати відкриті люмінесцентні лампи та лампи розжарювання з прозорими скляними колбами, а світильники повинні бути обладнані плафонами. Також заборонено використовувати світильники розжарювання з непрозорими відбивачами і захисним кутом який менше ніж 15° без розсіювача, або використовувати лампи з прозорими колбами.

При виборі джерела світла перевагу слід надавати газорозрядним лампам - дуговим люмінесцентним лампам з коректною передачею кольору.

Місцеві світильники з будь-якими лампами повинні бути обладнані відбивачами з непрозорого матеріалу із захисним кутом не менше 30° або 10° , якщо світильник розташований не вище рівня очей працівника.

З міркувань безпеки напруга живлення для переносних ручних світильників становить 12-36 В. Значення напруги визначається умовами праці та категорією приміщення за ризиком ураження електричним струмом.

2.4 Електробезпека в конв'єкторному виробництві. Розрахунок занулення

Електрообладнання в конв'єкторному цеху різноманітне. Воно включає синхронні та асинхронні електродвигуни змінного струму напругою 1000В і вище, а також електродвигуни напругою до 1000В, контрольно-вимірювальну апаратуру, кранове обладнання та електромережі цеху.

До основного електрообладнання конв'єктора відносяться автоматичні вимикачі, силові трансформатори, джерела живлення короткого замикання і апаратура автоматичного управління рухом кисневих носіїв.

Тому з точки зору ризику ураження персоналу електричним струмом киснево-конв'єкторні цехи відносяться до особливо небезпечних об'єктів через

велику кількість електрообладнання, що використовується. У виробничих приміщеннях висока температура повітря, значний вміст струмопровідного пилю, підлоги струмопровідні і завжди існує ризик одночасного дотику людей до металевих конструкцій і частин електрообладнання, НПАОП 40.1-1.01-97.

Небезпека ураження електричним струмом у конвертерних цехах виникає через різноманітне обладнання, включаючи електроприводи (у тому числі пускачі та пускорегулюючі апарати), електрообладнання на підйомно-транспортних пристроях, електрифікований транспорт цеху, зварювальні апарати, освітлювальне обладнання та електричний ручний інструмент.

Під час роботи електродвигунів із замкнутим контуром можна випадково доторкнутися до незахищених струмопідвідних проводів на клемних з'єднаннях корпусу електродвигуна, якщо вони не захищені. Особливу увагу слід звернути на переносні електродвигуни, які використовуються для роботи з різним переносним електроінструментом. Коли корпус таких електродвигунів знаходиться під напругою, тісний контакт з великими контактними поверхнями створює небезпеку сильного ураження оператора електричним струмом.

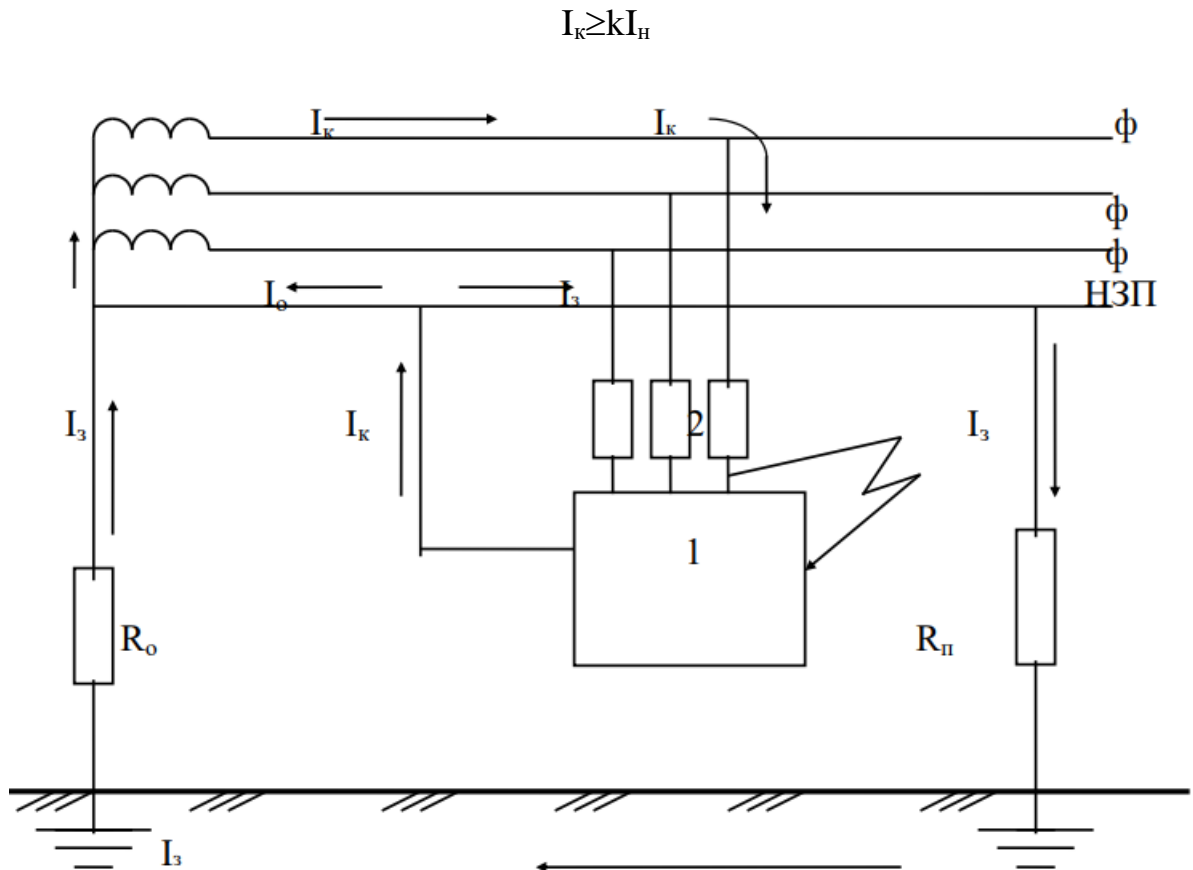
Для напруги до 1000В у цехах кисневих конверторів використовується чотирипровідна трифазна система електропостачання з глухозаземленою нейтраллю (380/220В); для напруги понад 1000В – трипровідна система з ізольованою нейтраллю.

Електрозахисні засоби: ізолюючі штанги – використовуються при роботі під напругою з високовольтними роз'єднувачами, ізолюючі кліщі для включення запобіжників, спеціальні гумові діелектричні килимки, товщиною 3-5 мм для обладнання до 1000 В і 7-8 мм для обладнання вище 1000 В.

Для зниження ризику ураження електричним струмом всі металеві частини конструкції повинні бути заземлені ГОСТ 12.1.30-81 ССБТ.

Розрахунок занулення (рис. 2.2) виконуємо для головного електродвигуна приводу підйому розливного крана, потужністю 50 кВт, на ЕОМ за методикою наведеною нижче.

Апарати захисту від струму короткого замикання спрацьовують, якщо цей струм перевищить номінальний I_n , званий уставкою. Струм короткого замикання I_k повинен перевищувати уставку в k раз (k - коефіцієнт кратності номінального струму).



1 – корпус електроустановки; 2 – апарати захисту від струмів короткого замикання. R_0 – опір заземлення нейтралі джерела струму; $R_п$ – опір повторного заземлення нульового захисного провідника; I_k – струм короткого замикання; I_0 – частина струму короткого замикання, що іде через нульовий захисний провідник; $I_з$ – частина струму короткого замикання, що іде через повторне заземлення нульового захисного провідника і землю. ϕ – фазні провідники; НЗП – нульовий захисний провідник

Рисунок 2.2 – Схема захисного занулення

Значення k приймається відповідно до типу захисту. Якщо захист автоматичним вимикачем тільки електромагнітним розчеплювачем і працює без витримки часу, $t_{ок} = 1,25 \dots 1,4$.

Якщо система захищена запобіжником або автоматичним вимикачем зі зворотною струмозалежною характеристикою, то $k \geq 3$. У вибухонебезпечних зонах приймаємо $k \geq 6$.

При виконанні і розрахунків в нульовій точці використовується наближена формула для струму короткого замикання, А:

$$I_k = U_\phi / (Z_T / 3 + Z_\Pi),$$

де Z_T – повний опір обмоток трифазного джерела струму (генератора або трансформатора), Ом;

Z_Π – повний опір петлі фаза – нуль.

$$Z_\Pi = \sqrt{(R_\phi + R_{H3})^2 + (X_\phi + X_{H3} + X_\Pi)^2}$$

де R_ϕ і R_{H3} – активні опори фазного і нульового захисного провідників, Ом;

X_ϕ і X_{H3} – внутрішні індуктивні опори фазного і нульового захисного провідників, Ом;

X_Π – зовнішній індуктивний опір петлі фаза - нуль, Ом.

Активні опору фазного і нульового провідників з кольорових металів визначаються за відомою формулою, Ом:

$$R = \rho l / s,$$

де ρ – питомий опір матеріалу провідника, Ом·м;

l – довжина, м;

s – площа перерізу, м².

Внутрішні індуктивні опори мідних і алюмінієвих провідників складають близько 0,0156 Ом / км.

Активні і внутрішні індуктивні опори сталевих провідників визначаються за таблицями (довідкові дані) залежно від площі перетину і щільності струму.

Зовнішній індуктивний опір петлі фаза-нуль для лінії, прокладеної в повітряному середовищі при частоті струму 50 Гц, можна приблизно визначити за формулою, Ом:

$$X_{\pi} = 1,256 \cdot 10^{-4} l \ln 2D/d,$$

де D – відстань між проводами, м;

d – діаметр, м;

l – довжина, м.

При малих відстанях між фазним і нульовим проводом, сумірних з діаметром, зовнішній індуктивний опір петлі незначний (менше 0,1 Ом/км) і їм можна знехтувати.

Вихідні дані надані у табл. 2.3 а результати розрахунку в табл. 2.4.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку

Найменування параметра	Умовні позначення	Од.виміру	Значення
Потужність ел. двигуна	P	кВт	50
Фазна напруга	K	В	220
Коефіцієнт потужності	$\cos \varphi$	-	0,9
Питомий електричний опір	R	(Ом · хв)/м	0,0295
Довжина проводника	L	м	45
Опір обмотки двигуна	Z_1	Ом	0,15
Індуктивний опір обмотки	X_2	Ом/м	0,0006
Коефіцієнт	C		1,57
Коефіцієнт	M		34,46
Коефіцієнти співвідношення:			
- площі нульового дроту до фазного	X_1		0,6
- пускового струму до робітника	X_3		4
- режиму роботи установки	X_4		2,5
- кратності струму	X_5		3

Таблиця 2.4 – Результати розрахунків

Найменування параметра	Умовні позначення	Од.виміру	Значення
1	2	3	4
Робочий струм	I	A	84,18
Площа поперечного перетину фазного дроту	F ₁	мм ²	30,56 приймаємо 35
Площа поперечного перетину нулевого дроту	F ₂	мм ²	18,34 приймаємо 25
Струм однофазного короткого замикання	I	A	907,23
Струм плавкого вставлення	I	A	134,68
Повний опір ланцюга фаза-нуль	Z	Ом	0,2425

2.5 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

За вибухонебезпечністю, вибухозахистом і пожежонебезпекою конвертерне і розливне відділення (прольоти) відносяться до категорії А. До категорії В належать газоочисне обладнання для конвертерних газів, відсіки змішувачів і завантажувальні майданчики. До категорії D відносяться приміщення підготовки шихти.

Основними причинами вибухів і пожеж у конвертерних цехах є:

- контакт рідкого металу з водою (порушення правил експлуатації кисневих фурм, злив металу в поганопросушену сталь після ремонту)
- порушення правил поведження з горючими газами (витік природного газу, що використовується для сушіння футерування конвертера або промковша, не повне уловлювання конвертерного газу через несправність футерування конвертера, порушення правил поведження з газгольдером)
- посудини під тиском
- джерела займання, такі як рідкий чавун, іскри, розбризкування чавуну або шлаку в будівлі відділення позапічної обробки.

Відповідно до норм пожежної безпеки будівля побудована із залізобетону зі сталевими фермами і балками.

- відповідно до СНиП2.09.02-85 та ДБНВ.1.1-7-2002, поверховість (цокольний поверх) та площа цокольного поверху (16560,8 м²) визначають необхідну ступінь вогнестійкості будівлі - II.

-за вибухопожежною та пожежною безпекою діляниця позапічної підготовки відноситься до категорії Г. До цієї категорії відносяться виробництва, які обробляють вогнетривкі матеріали і речовини в гарячому, розпеченому або розплавленому стані і використовують тверде, рідке або газоподібне паливо. Для об'єктів категорії II приймається межавогнестійкості будівель I і II, з межею вогнестійкості - 0,75 години.

-необхідні межі вогнестійкості для основних конструктивних елементів і груп займистості будівель наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Межі вогнестійкості основних елементів конструкції будівлі

Ступінь вогнест. будівлі	Несучі стіни, сходові клітки, колони	Зовнішні стіни із навісних панелей	Плити, настили та ін. несучі конструкції	Внутрішні несучі стіни (перегородки)
II	Незгораємі 2,0	Незгораємі 0,25	Незгораємі 0,75	Важкозаймисті 0,25

Залежно від необхідних меж і норм вогнестійкості визначається мінімальна товщина основних будівельних конструкцій:

- Залізобетонні колони 200x200 мм;
- Залізобетонні панелі 200x200 мм;
- Навісні бетонні панелі 500 мм;
- Сталеві ферми та балки 200 мм;
- Залізобетонні плити перекриття 100 мм.

Протипожежні заходи включають запобігання пожежам до їх виникнення, обмеження поширення вогню в разі їх виникнення, створення умов для успішної евакуації людей з палаючих будівель, а також забезпечення умов для швидкої

локалізації та гасіння пожеж. Для запобігання пожежам і обмеження поширення вогню будівлі повинні мати необхідну вогнестійкість. Будівельні матеріали та конструкції повинні бути негорючими та вогнестійкими. Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати можливість евакуації всіх людей протягом необхідного часу.

Допустима відстань від найвіддаленішої точки до найближчого евакуаційного виходу не обмежується для даної категорії виробництва і ступеня вогнестійкості будівлі. Час гасіння пожежі не повинен перевищувати 3 години.

Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння будівель об'ємом 742500 м³ (клас-понад 400000 м³) становить 25л/с, або 270 м³ (необхідна цистерна такої місткості), якщо час гасіння становить 3 години. Гасіння пожежі здійснюється сумішшю піни і повітря, для чого в робочій зоні передбачені спеціальні насосні станції (рис. 2.1).



Рисунок 2.3 – Гасіння пожежі пінноповітряною сумішшю

Для виявлення пожеж приміщення обладнані датчиками, які реагують на підвищення температури. Сигнали від датчиків надходять до чергової кімнати та

приміщення насосної станції, які автоматично вмикають насоси. Автоматичну систему пожежогасіння можна також активувати вручну. Щоб запобігти контакту розплавленого металу з водою, необхідно ретельно стежити за станом сировини, що подається в кисневий конвертер.

Як наслідок, вибухи можуть статися при контакті розплавленого металу або шлаку з водою або змоченими матеріалами, а також при бурхливих хімічних реакціях, що відбуваються під час продувки, розкислення або розливання сталі.

Для обмеження поширення вогню використовуються негорючі матеріали. Там, де газопровід входить у підвал будівлі, встановлені дренажні системи, щоб запобігти потраплянню газу в ці приміщення. Пожежна станція розташована на відстані 4 км від цеху. Протипожежні стіни в цеху: протипожежні стіни з межею вогнестійкості - 2,5 години; протипожежні перекриття - 1,0 година; протипожежні двері, вікна, люки та ворота - 1,0 година.

В якості технічних засобів виявлення пожежі на захищених виробничих приміщеннях встановлені теплові пожежні та димові сповіщувачі марки СПД-3.2 (рис.2.4).



Рисунок 2.4 – Димові сповіщувачі марки СПД-3.2

Оптичний димовий пожежний сповіщувач ArtonSPD-3.2 призначений для виявлення об'єктів, що горять або тліють, на ранніх стадіях пожежі. SPD-3.2 використовує надійний принцип виявлення диму, заснований на ефекті Тінделла,

при якому світловий потік відбивається від частинок диму. Частинки диму, що потрапляють в димову камеру, відбивають світловий потік, генеруючи фотострум між світлодіодом і фотодіодом, який ізольований від прямої видимості. Для перевірки працездатності сповіщувача у верхній частині кришки зроблено отвір, в який занурюється металевий стрижень. Цей стрижень відбиває світловий потік від світлодіода і випромінює частинки диму.

На зовнішньому виході встановлюється ручний пожежний сповіщувач-вибухозахищений СПР-1-Ех виробництва СКБ "Електронмаш" (рис. 2.5). Сповіщувачі застосовуються у вибухонебезпечних зонах приміщень класу 1 або 2, де можливе утворення вибухонебезпечних сумішей горючих газів з повітрям, а також у зовнішніх установках підприємств.

Температура: від -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Тиск повітря: працює при 86 кПа до 106 кПа.

Живлення: 10-30В постійного струму;

Опір детектування в режимі очікування: 100 кОм · хв.

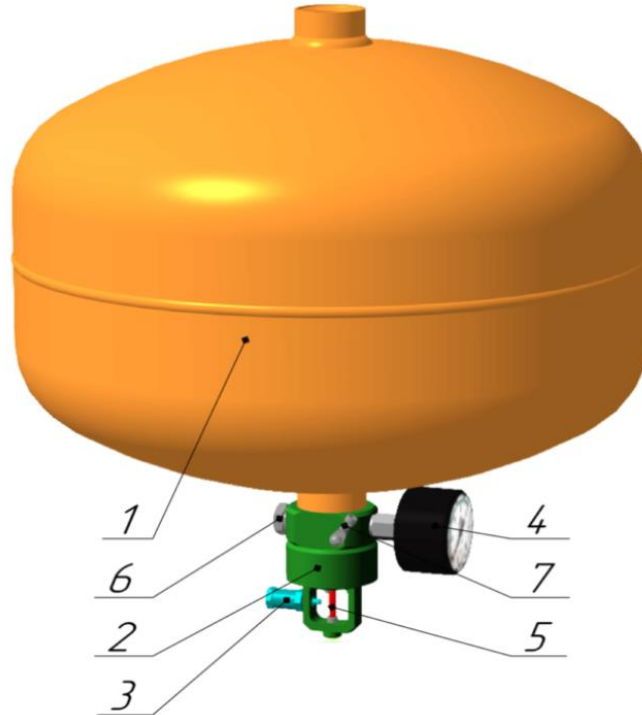


Рисунок 2.5 – Ручні пожежні сповіщувачі СКБ Електронмаш - СПР-1-Ех

Системи пожежної сигналізації призначені для виявлення пожежі подачі звукових і світлових сигналів від пожежних сповіщувачів.

Модульні автоматичні установки порошкового пожежогасіння (рис. 2.6)

встановлюються у виробничих приміщеннях з електроустановками для виявлення загоряння, сигналізації про пожежу в приміщенні черговому, подачі та розподілу вогнегасних речовин у приміщення, що захищаються, а також локалізації та гасіння пожежі на початковій стадії.



1 – балон модуля; 2 – корпус запірно пускового пристрою; 3 – піротехнічний пускач; 4 – манометр (з сигналізатором тиску); 5 – легкоплавка колба; 6 – запобіжний пристрій; 7 – клемма заземлення.

Рисунок 2.6 – Автоматична установка порошкового пожежогасіння модульного типу СПП AUGUST.

Переваги модульної установки:

- характеризується високою надійністю.
- відмінна портативність.
- можна легко комбінувати або доповнювати.
- мінімізує витрати вогнегасних речовин.
- швидко та ефективно гасить вогнища загоряння більшості речовин і матеріалів.
- має об'ємно-поверхневу, комбіновану систему, яка гасить площу до 450 м².
- відсутність пошкоджень вузлів і агрегатів під час гасіння пожежі.

-тривалий термін служби (понад 7 років).

Принцип дії системи пожежогасіння АВГУСТ заснований на електричній (електричні імпульси від пристрою дистанційного запуску або пульта пожежної сигналізації руйнують термочутливу сферу замикаючого і пускового пристрою) активації. Ці системи можуть працювати в автономному режимі.

В даних системах використовується порошковий вогнегасник PRO-MIXABC-50, який має високу вогнегасну здатність для гасіння горіння твердих речовин, рідких сумішей і газоподібних речовин. Порошкове гасіння застосовується для гасіння відкритих пожеж в приміщеннях з електрообладнанням, де робоча напруга досягає 1000В. Порошок потрапляє в зону займання, перешкоджаючи доступу кисню до поверхні горіння і локалізуючи пожежу. Порошки складаються переважно з антиоксидантів і негорючих цільових добавок, зокрема мінеральних солей.

Одним з основних завдань захисту конвертерних цехів від пожеж є забезпечення автоматичної пожежної сигналізації та встановлення стаціонарних систем пожежогасіння; в конвертерних цехах встановлюються протипожежні стіни та негорючі перегородки в кабельних тунелях і підвалах. У всіх кабельних приміщеннях встановлена автоматична пожежна сигналізація. Вона складається з сповіщувачів, лінійних мереж і приймально-контрольних пунктів. У стелі встановлені теплові та димові сповіщувачі.

Для гасіння пожежі використовуються хімічні пінні вогнегасники ВХП-10, вуглекислотні ВВ-2, ВВ-5 та ВВ-8, пересувні ВВ-25 та ВВ-80 [25] НАПБ Б.01.008-2004.

Блискавкозахист будівель і споруд конвертерного цеху передбачений відповідно до вимог чинних стандартів і в якості заземлюючих елементів в основному використовує залізобетонні фундаменти будівлі або споруди. В якості блискавковідводів використовується сталева сітка, яка кріпиться на даху будівлі.

У конвертерному цеху передбачені шляхи евакуації у виробничій будівлі для забезпечення безпечної евакуації людей, що знаходяться в будівлі, у разі пожежі або аварії. Передбачено не менше двох евакуаційних виходів. Всі

евакуаційні виходи (двері) мають ширину більше 0,8 м і відповідають стандартам.

2.6 Розрахунок кондиціонування теплоізолюваного поста керування сталевара кисневого конвертеру

Для покращення умов роботи конвертоників запроєтуємо пост керування, що буди мати додаткову теплоізоляцію. Розрахунки базуються на таких параметрах: температура повітря на робочому місці $39\text{ }^{\circ}\text{C}$, густина повітря $1,293\text{ г/м}^3$, атмосферний тиск $101,3\text{ кПа}$ та надлишок тепла 3000 Вт/м^2 . Необхідна температура повітря в пості управління становить $t_p = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, ентальпія $I_p = 52,5\text{ кДж/кг}$ сухого повітря, вміст вологи $d_p = 10,5\text{ г/кг}$ і відносна вологість $\phi_v = 50\%$. У повітрі робочої зони знаходиться сухе повітря з ентальпією $I_n = 88\text{ кДж/кг}$, вологовмістом $d_n = 20,5\text{ г/кг}$, відносною вологістю $\phi_n = 50\%$. Визначити загальну продуктивність кондиціонера і розрахунковий об'єм холодного повітря зрошувальної системи можна за наступною схемою. Корисна продуктивність системи кондиціонування повітря, кг/год:

$$G = \frac{Q}{c \cdot \Delta t_p},$$

де c – питома теплоємність повітря, $c = 1\text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$.

Отже

$$G = \frac{7076}{6} = 1179\text{ кг/год}$$

Заходимо на $I - d$ діаграмі крапки Н і В, що будуть відповідати значенням параметрів зовнішнього та внутрішнього повітря.

В середині поста керування кутній коефіцієнт променя процесу зміни стану повітря дорівнює $\varepsilon = 7076\text{ кДж/кг}$.

Отже встановлюємо необхідну температуру припливного повітря для забезпечення норм відповідно до ДСН 3.3.6.042-99:

$$t_{\text{п}} = 22 - 6 = 16^{\circ} \text{C}$$

Далі на діаграмі креслимо пряму ВП – промінь процесу до перетину з ізотермою $t = 16^{\circ} \text{C}$. Точка П відповідає наступним параметрам припливного повітря: $t_{\text{п}}=16^{\circ}\text{C}$; $d_{\text{п}} = 10,2 \text{ г/кг}$; $I_{\text{п}} = 46 \text{ кДж/кг}$; $\varphi_{\text{п}} = 70 \%$.

Відносну вологість повітря після зрошувальної камери приймаємо $\varphi_{\text{к}} = 90 \%$. З точки П по лінії $d = \text{const}$ проводимо пряму ПК до перетину з кривою $\varphi_{\text{к}} = 90 \%$. Точка К характеризує параметри повітря після камери зрошення: $t_{\text{к}} = 14,2^{\circ} \text{C}$; $d_{\text{к}} = 10,2 \text{ г/кг}$; $I_{\text{к}} = 42,5 \text{ кДж/кг}$; $\varphi_{\text{п}} = 90 \%$.

Через точки Н і К проводимо пряму НК – промінь обробки повітря в зрошувальній камері. Побудову обробки повітря зображено на рис. 2.7.

Визначаємо продуктивність системи кондиціонування повітря, кг/год:

$$G' = 1.1 \cdot G = 1.1 \cdot 1179 = 1297,$$

Встановлюємо кількість (витрату) холоду, що витрачається на підготовку повітря в зрошувальній системі кондиціонера, кДж/год:

$$Q = G' (I_{\text{н}} - I_{\text{к}}),$$

$$Q = 1297 \cdot (88 - 42,5) = 59013,5 \text{ кДж/год} = 14091 \text{ ккал/год}$$

На рис. 2.7 представлена розрахункова схема процесу кондиціонування повітря в пості керування конверторника .

Для забезпечення необхідних параметрів повітря в пості керування використовуємо кондиціонер типу КК-15Б-2Ю.

Після урахування підігрівання повітря в вентиляторі кондиціонеру на 1°C дані наносимо на діаграму (точка K_1 , що знаходиться на прямій ПК.). Далі встановлюємо параметри в точці K_1 : $t_{\text{к1}} = 15,2^{\circ} \text{C}$; $d_{\text{к1}} = 10,2 \text{ г/кг}$; $I_{\text{к1}} = 43,8 \text{ кДж/кг}$; $\varphi_{\text{п1}} = 83 \%$.

Визначаємо кількість тепла, що необхідно витрати на вторинний підігрів повітря до температури 20° С, кДж/год:

$$Q_2 = 1297 \cdot (46 - 43,8) = 2853,4$$

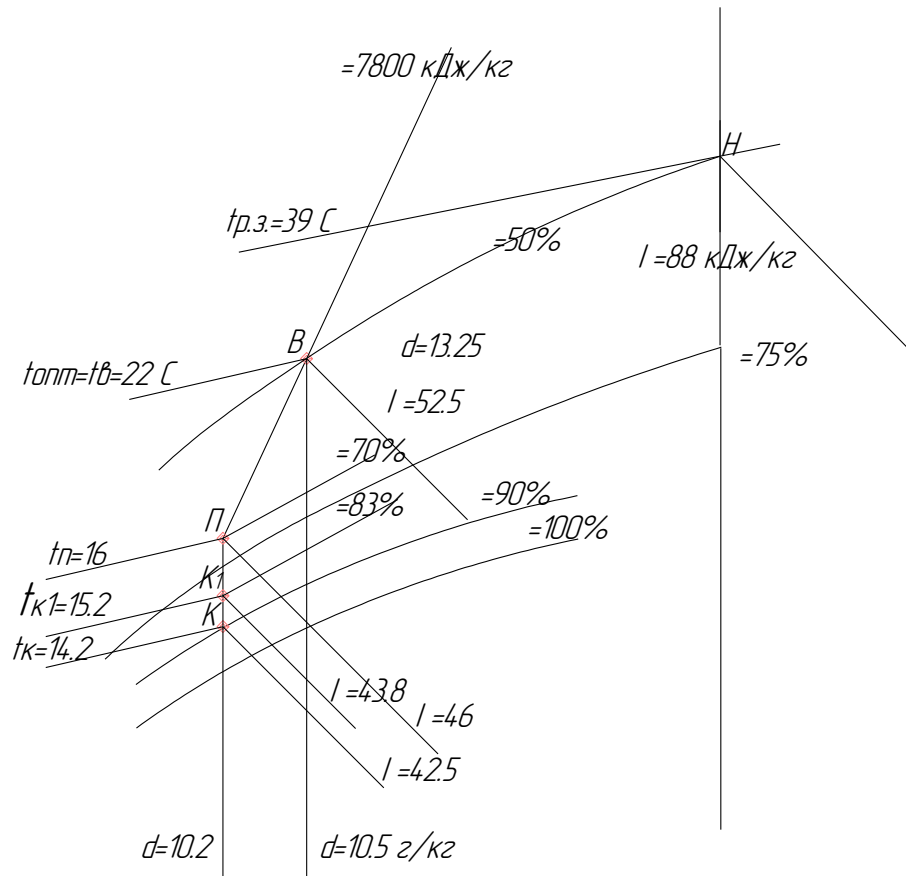
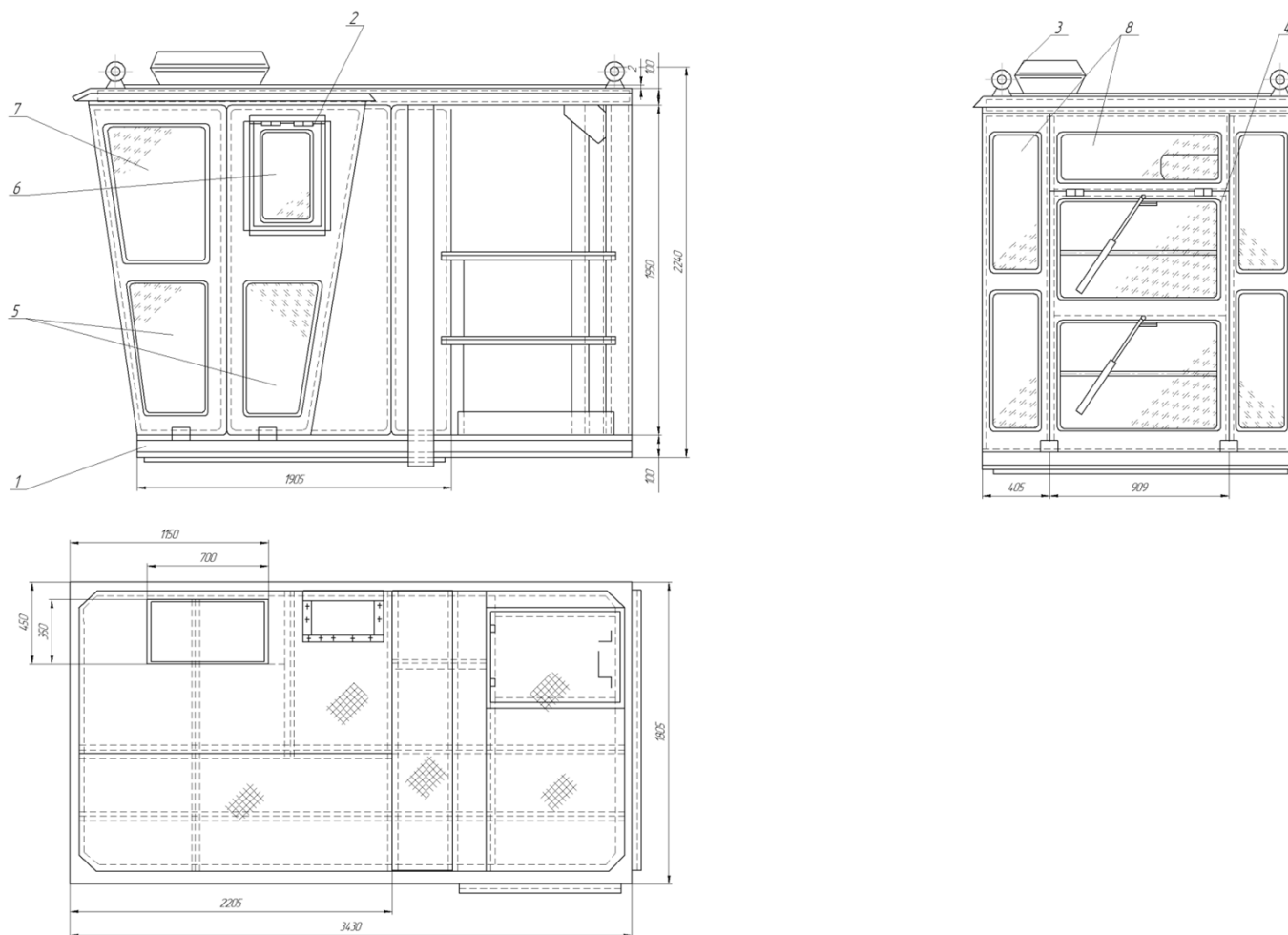


Рисунок 2.7 - I – d діаграма процесу кондиціонування

Теплоізолюваний пост керування для конверторникакисневих конверторів наведено на рис. 2.8.



1 – основа kabіни; 2 – завіса; 3 – кондиціонер; 4,5,7,8 – вікна; 6 – вікно, що відкривається

Рисунок 2.8 – Теплоізолюваний пост керування для конверторника

3 АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ ЗАХВОРЮВАНОСТІ І ТРАВМАТИЗМУ В КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Відомо, що основними показниками, які характеризують стан охорони праці на підприємствах, є коефіцієнти частоти та тяжкості травматизму і захворюваності. Тому для аналізу стану охорони праці в конвертерному виробництві визначено ці показники. Вихідні дані взято із завдання на кваліфікаційну роботу:

- Середньооблікова чисельність працюючих у цеху(за рік), $N= 800$ людей;
- Загальна кількість захворювань у цеху, $N_з= 100$ випадків;
- Кількість виявлених професійних захворювань у цеху, $N_д= 0$ випадків;
- Кількість днів тимчасової непрацездатності через хворобу , $ДН_з =450$ днів;
- Кількість нещасних випадків, $N_t= 4$;
- Дні тимчасової непрацездатності через отримання травм $ДТ_н=75$.

Коефіцієнт захворюваності визначається за формулою:

$$K_{чз} = 100 \cdot N_з / Ч$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 100 / 800 = 12,5$$

Встановлюємо коефіцієнт важкості захворювань за рік:

$$K_{тз} = ДН_з / N_з$$

$$K_{тз} = 450 / 100 = 4,5$$

Розраховуємо за вихідними даними коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чт} = 1000 \cdot N_t / Ч$$

$$K_{чт} = 1000 \cdot 4 / 800 = 5,00$$

Розраховуємо за вихідними даними коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{тт} = ДН_т / N_т$$

$$K_{\text{т}} = 75/4 = 18,75$$

Розраховуємо далі економічні втрати від настання випадків травматизму і захворюваності в конвертерному цеху:

- середня продуктивність одного робітника, СВ = 820 грн./день;
- витрати на 1 грн. товарної продукції, З = 0,8 грн.;
- питома вага УПВ у собівартості, УП = 0,2;
- розмір оплати (середній розмір) 1 робочого дня за листками тимчасової непрацездатності, ВН = 600 грн.;
- річний фонд робочого часу 1 робітника, Т_р = 230 дн.;
- орієнтовний розмір штрафів, що видаються травмованому робітнику при порушенні вимог охорони праці, Ш = 6500 грн.

Далі визначаємо кількість днів тимчасової непрацездатності при захворюванні або отриманні травми:

$$ДН = ДН_з + ДН_т$$

$$ДН = 450 + 75 = 543,75$$

В результаті травмування та захворювання буде відбуватися скорочення кількості виробленої продукції за рік:

$$СП = ДН \cdot СВ$$

$$СП = 543,75 \cdot 820 = 445875 \text{ грн.}$$

Скорочена собівартість об'єму продукції:

$$С = СП \cdot З$$

$$С = 445875 \cdot 0,8 = 356700 \text{ грн.}$$

Таким чином, встановлюємо відносне зростання собівартості продукції:

$$УС = С \cdot УП$$

$$УС = 356700 \cdot 0,2 = 71340 \text{ грн.}$$

Відомо, що підприємство повинно сплатити 5 перших днів тимчасової непрацездатності, а вже далі виплати буде здійснювати Фонд соціального страхування України.

Розраховуємо виплати, що здійснює підприємства за настання випадків непрацездатності травмованим робітникам:

$$V_T = 5N_T \cdot V_N$$

$$V_T = 5 \cdot 4 \cdot 600 = 12000 \text{ грн.}$$

Виплати підприємством за листками непрацездатності хворим у киснево-конвертерному цеху становлять:

$$V_3 = DN_3 \cdot V_N$$

$$V_3 = 450 \cdot 600 = 270000 \text{ грн.}$$

Отже, сумарні виплати становлять:

$$V = V_T + V_3$$

$$V = 12000 + 270000 = 282000 \text{ грн.}$$

Розраховуємо загальну величину економічного збитку від настання випадків травмування та захворювання, що викликані несприятливими умовами праці робітників в конвертерних цехах :

$$У = УС + V + Н_ТШ$$

$$У = 71340 + 282000 + 4 \cdot 6500 = 379340 \text{ грн.}$$

Відповідно до розрахунку, величина загальних збитків від настання випадків захворювання і травмування робітників у киснево-конвертерному цеху становить 379340 грн на рік.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи були вирішені наступні завдання:

1. Проаналізована технологія виробництва сталі в кисневому конверторі з точки зору її безпеки.

2. Визначені основні параметри, що відносяться до небезпечних та шкідливих факторів конвертерного виробництва.

3. Рекомендовані заходи з поліпшення умов праці в конвертерному виробництві: розрахунок теплових виділень у конверторному відділенні; розрахунок аерації виробничого приміщення конвертерного цеху; розрахунок штучного освітлення відділення позапічної обробки; кондиціонування поста керування, занулення головного електродвигуна приводу підйому розливного крана, потужністю 50 кВт, система автоматичного пожежогасіння.

4. Проаналізовані економічні наслідки захворюваності і травматизму в киснево-конвертерному виробництві;

5. Розраховано величину економічних збитків від захворюваності і травмування у киснево-конвертерному цеху – 379340 грн/рік.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Виробництво сталі в кисневих конвертерах. URL: http://ni.biz.ua/4/4_13/4_136973_proizvodstvo-stali-v-kislorodnih-konverterah.html (дата звернення 01.05.2023).
2. Конвертерне виробництво сталі в прикладах і задачах: Навч. посібник / Укл.: О.Г. Величко, Б.М. Бойченко, Є.В. Синегін, Л.С. Молчанов, С.В. Журавльова. Дніпро: НМетАУ, 2018. 98 с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія виплавки сталі» (розд. «Конвертерні процеси») для студентів спеціальності 6.050400 «Металургія чорних металів» (усіх форм навчання) Полетаєв В.В. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2012. 104 с.
4. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С.: Підручник / Конвертерне виробництво сталі (теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія). Дніпропетровськ : РВА «Дніпро-ВАЛ», 2004. 454 с.
5. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я.Готвянського. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.
6. Богушевський В.С., Сергєєва К.О., Жук С.В. Автоматизована система керування конвертерною плавкою. Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2011, С.147-151.
7. Богушевський В.С., Сухенко В.Ю. Керування режимом дуття конвертерної плавки. Наукові вісті НТУУ «КПІ». 2009. № 1. С. 58 – 64.
8. Правила охорони праці в металургійній промисловості. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0087-09#Text> (дата звернення 05.05.2023).
9. Аналіз виробничих умов киснево-конверторного виробництва ВАТ «ДМКД». URL: http://www.rusnauka.com/13_EISN_2009/Tecnic/45545.doc.htm.
10. Ризики розвитку професійної патології у працівників провідних професій сучасного конвертерного виробництва. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/riziki-rozvitku-profesijnoyi-patologii-u-pratsivnikiv-providnih-profesij-suchasnogo-konverternogo-virobnitstva/viewer>

11. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 2022 р. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/971983>.

12. Про стан охорони праці в Україні. URL: <https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/03/materialy-po-travmatyzmu.doc>

13. Стан виробничого травматизму та професійних захворювань. URL: <https://nyva.otg.dp.gov.ua/novini-ta-podiyi/novini/stan-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesijnih-zahvoryuvan-u-i-pivrichchi-2019-roku-po-dnipropetrovskij-oblasti>.

14. 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.

15. Аналіз ефективності функціонування СУОП на ПрАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь». URL: https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/metalurgiya.pdf.

16. 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.

17. 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.

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

19. 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.