

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

рівень вищої освіти другий (магістерський)

на тему «Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартенівського виробництва сталі»

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи 8.2639

Спеціальності 263 «Цивільна безпека»

(назва)

Освітньої програми «Охорона праці»

(назва)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Шелепов К.І.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, доцент, к.т.н. Белоконь К.В.

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

Рецензент професор, д.т.н. Куріс Ю.В.

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

м. Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 263 «Цивільна безпека»

(шифр)

Освітня програма «Охорона праці»

(назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Г.Б. Кожемякін

“ 01 ”

12

2020 року

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

Шелепова Костянтина Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартенівського виробництва сталі».

керівник роботи Белоконь Каріна Володимирівна, доцент, канд.техн. наук

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “09” 10 2020 року № 1584-с

2. Строк подання студентом 01.12.2020 р.

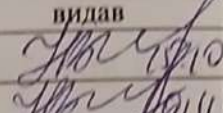
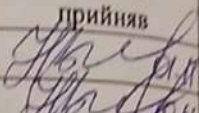
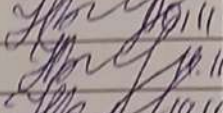
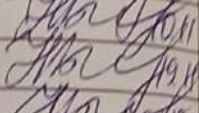
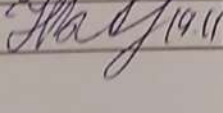
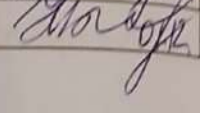
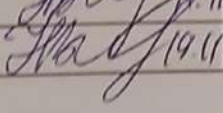
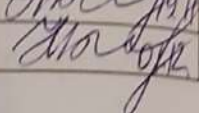
3. Вихідні дані до роботи карта умов праці на робочому місці сталевара мартенівської печі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, теоретичний розділ, дослідницький розділ, проектний розділ, економічна ефективність проекту, висновки, список джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 10 креслень: план та розріз мартенівського цеху, конструкція двованної мартенівської печі, технологічна схема мартенівського процесу виплавки сталі, аспірація

«козлорізки» розливного прольоту мартенівського цеху, звукоізолююча кабіна по управлінню мартенівською піччю, схема аерації мартенівського цеху, блиска захист, захисне занулення, економічна оцінка запропонованих заходів

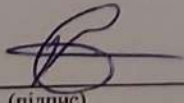
6. Консультанти розділів роботи

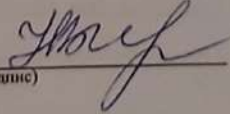
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 | доцент Белоконов К.В. |  01.10 |  01.10 |
| 2 | доцент Белоконов К.В. |  01.11 |  01.11 |
| 3 | доцент Белоконов К.В. |  01.11 |  01.11 |
| 4 | доцент Белоконов К.В. |  01.11 |  01.11 |

7. Дата видачі завдання 01.09.2020 р.

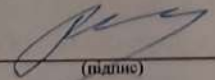
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1 | Збір матеріалу | 01.09- 30.09.2020 | |
| 2 | Аналіз зібраного матеріалу | 01.10- 15.10.2020 | |
| 3 | Виконання 1 розділу | 15.10- 01.11.2020 | |
| 4 | Виконання 2 розділу | 01.11- 10.11.2020 | |
| 5 | Виконання 3 розділу | 11.11- 01.12.2020 | |
| 6 | Виконання 4 розділу | 01.12.2020 | |
| 7 | Розробка креслень | 01.11- 01.12.2020 | |
| 8 | Перевірка роботи консультантами | 01.11- 01.12.2020 | |
| 9 | Попередній захист роботи | 01.12.2020 | |
| 9 | Захист роботи у ЕК | 15.12.2020 | |

Студент  (підпис) Шелепов К.І. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  (підпис) Белоконов К.В. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  (підпис) Рижков В.Г. (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

На кваліфікаційний проєкт на тему «Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартенівського виробництва сталі», який включає 104 сторінок тексту, 13 рисунків, 3 таблиці, 27 використаних джерел посилання.

МАРТЕНІВСЬКА ПІЧ, МАРТЕНІВСЬКИЙ ЦЕХ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЗАЗЕМЛЕННЯ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ, ШУМ, ВІБРАЦІЯ, ПИЛ.

Об’єкт проєктування – шкідливі та небезпечні чинники виробничого середовища мартенівського цеху.

Предмет проєктування – заходи і засоби захисту від впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників мартенівського виробництва.

Мета проєкту – розробка заходів і засобів захисту від впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників мартенівського виробництва.

У кваліфікаційному проєкті приведені опис марок сталі, що виплавляються, сировинні матеріали, конструкція мартенівських агрегатів, технологія виплавки мартенівської сталі, організація основних робіт у мартенівському цеху, опис мартенівського цеху.

Досліджена безпека мартенівського процесу і устаткування, розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевара пічного прольоту. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії, розглянуті заходи щодо техніки електробезпеки і пожежної безпеки. Виконано розрахунки рівня безпеки мартенівського процесу, площі небезпечної зони від тепловипромінювання мартенівської печі, аспірації «козлорізки» мартенівського цеху, звукоізолюючої кабінки посту управління мартенівською піччю, аерації мартенівського цеху, захисного занулення та відключення, системи блискавкозахисту мартенівського цеху.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ | 9 |
| 1.1 Виникнення і розвиток мартенівського процесу | 9 |
| 1.2 Сортамент марок сталі, що виплавляються в мартенівському цеху | |
| ВАТ «Запоріжсталь» | 12 |
| 1.3 Опис мартенівського цеху ВАТ МК «Запоріжсталь» | 12 |
| 1.4 Організація основних робіт у мартенівському цеху | 16 |
| 1.5 Агрегати мартенівської плавки | 19 |
| 1.6 Технологія мартенівського виробництва сталі | 24 |
| 1.7 Способи розливання сталі | 31 |
| 1.8 Висновки до розділу 1 | 38 |
| 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ | 40 |
| 2.1 Безпека технологічних процесів і устаткування мартенівського | |
| виробництва | 40 |
| 2.1.1 Безпека основних технологічних процесів мартенівського | |
| виробництв | 40 |
| 2.1.2 Безпека виробничого устаткування мартенівського цеху | 43 |
| 2.2 Аналіз потенційно шкідливих чинників виробничого середовища | 44 |
| 2.3 Характеристика мартенівського цеху згідно правилам пристрою | |
| електроустановок (ППЕ) | 52 |
| 2.4 Оцінка пожежо- і вибухобезпечності мартенівського цеху | 56 |
| 2.5 Стан здоров'я працівників мартенівського цеху ПАТ | |
| «Запоріжсталь» за показниками захворюваності з тимчасовою втратою | |
| працездатності (ЗТВП) | 60 |
| 2.6 Висновки до розділу 2 | 65 |
| 3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ | 67 |
| 3.1 Розрахунок рівня безпеки мартенівського процесу | 67 |

| | |
|--|-----|
| 3.2 Розрахунок площі небезпечної зони від тепловипромінювання мартенівської печі | 68 |
| 3.3 Інженерна розробка заходів захисту від пилу й надмірного тепла | 70 |
| 3.4 Інженерна розробка заходів захисту від шуму | 73 |
| 3.5 Інженерна розробка заходів від надлишкової теплоти в пічному прольоті | 77 |
| 3.6 Розрахунок захисного занулення | 82 |
| 3.7 Розрахунок захисного відключення | 85 |
| 3.8 Інженерна розробка заходів з пожежної безпеки | 86 |
| 3.9 Висновки до розділу 3 | 90 |
| 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ | 92 |
| 4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму | 92 |
| 4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в мартенівському цеху | 95 |
| 4.3 Висновки до розділу 4 | 99 |
| ВИСНОВКИ | 100 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ | 102 |

ВСТУП

В металургії відбувається поступове витіснення мартенівського виробництва сталі киснево-конвертерним. Проте існуючі мартенівські цехи продовжують працювати й постійно удосконалюється і інтенсифікується мартенівський процес.

Розвиток виробництва мартенівської сталі визначається безліччю причин, головні з яких наступні: мартенівська сталь опинилася кращої якості, чим конвертерна, отримана донним продуванням чавуну повітрям; у мартенівському процесі можуть бути використані різноманітні по складу і фізичним якостям паливо і початкові плавильні матеріали; можна виплавляти сталі різних марок, зокрема якісні і леговані. Основними споживачами продукції мартенівського цеху є виробники зварних труб, підприємства автомобільного, сільськогосподарського, транспортного машинобудування, виробники побутової техніки.

Технологія мартенівської плавки відрізняється рядом особливостей. Першою і надзвичайно важливою особливістю є окислювальний характер атмосфери печі. Через робочий простір мартенівської печі над ванною проходить величезна кількість газу (завдяки розширенню газу при високій температурі). До складу газів входять вуглецевмісні і водневмісні з'єднання (оксид вуглецю CO, різні вуглеводні, частинки сажі вуглецю) і деяка кількість CO₂, N₂, O₂ (оскільки повітря для горіння подають з лишком). При горінні вуглецевмісних і водневмісних з'єднань утворюються CO₂ і H₂O. Отже, продукти згорання будь-якого палива складатимуться з окислювальних газів CO₂ і H₂O і деякої кількості нейтрального азоту N₂. Таким чином, характер атмосфери мартенівської печі у всі періоди плавки окислювальний [1].

Другою особливістю технології мартенівської плавки є те, що тепло до ванни поступає зверху, а відводиться знизу через под, тому температура шлаку вища, ніж металу, і по глибині ванни є відмінність в температурі

металу. На початку кипіння цей перепад складає $70^{\circ}\dots 100^{\circ}\text{C}$, а в кінці $20^{\circ}\dots 50^{\circ}\text{C}$.

Третя особливість технології мартенівської плавки - участь поду печі в протікаючих процесах. Оскільки плавка в мартенівській печі продовжується декілька годин, тому вплив взаємодії металу з подом виявляється дуже відчутним.

Четверта особливість мартенівського плавка полягає в тому, що рідкий метал весь час знаходиться під шаром шлаку (шлак приблизно удвічі легше за метал). Практично всі уведенні в піч добавки потрапляють в шлак або проходять в метал через шлак. Кисень з атмосфери печі в метал переходить також через шлак [1].

Актуальність кваліфікаційного проєкту полягає в тому, що в нашій країні основна частина сталі, виплавляється в мартенівських печах. Двованні сталеплавильні агрегати, у порівнянні з однованними печами, забезпечують значне збільшення випуску сталі, економію палива й вогнетривів, зниження трудомісткості ремонтів. Але при роботі двованних печей істотно погіршуються умови праці в цеху через більші виділення через робочі вікна пилу й диму, а також зростає навантаження на газоочисні установки мартенівського цеху.

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

Робочий знаходиться на підприємстві $1/3$ доби, коли випробовує на собі вплив різних виробничих чинників: технологічного процесу, устаткування, виробничого середовища, процесу праці з його фізичним і нервовим навантаженням. Тому головним завданням кваліфікаційного проєкту є виявити основні небезпечні чинники виробничого процесу і розробити заходи щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Виникнення і розвиток мартенівського процесу

У середині XIX століття бурхливий розвиток машинобудування вимагав значно більшої кількості сталі, особливо якісної, чим могли дати існуючі тоді способи виробництва. Основним способом виробництва сталі в той час був бесемерівський процес, що використовував чавуни тільки визначеного хімічного складу і не дозволяв одержувати сталі з різноманітними властивостями. Крім того, на металургійних і механічних заводах нагромадилася велика кількість відходів металу, використовувати які цілком не було можливості. Необхідно було вишукати нові способи виробництва сталі, що дозволяли би використовувати чавуни будь-якого хімічного складу і цілком переплавляти відходи металу, що накопичуються. До цього часу вже існувала ідея одержання сталі на поду відбивної печі. Але одержувати сталь таким способом довго не вдавалося, тому що у використовуваних відбивних печах не можна було досягти досить високої температури, необхідної для виплавки сталі. Для одержання необхідної температури в 1856 р. Ф. Сименсом було запропоновано використовувати тепло топкових газів, що відходять, для підігріву повітря в спеціальних камерах-регенераторах. Цей принцип регенерації тепла використовував П. Мартен для підігріву як повітря, так і газів при виплавці сталі.

У 1864 р. П. Мартен побудував регенеративну відбивну піч. Вогнетривким матеріалом для поду, стін і склепіння печі служила динасова цегла, а для наварки поду використовували кварцовий пісок. Розроблений технологічний процес плавки сталі (скрап-процес) був заснований на правильному співвідношенні в шихті сирих матеріалів – чавуна, сталі і флюсів. Надалі постійно удосконалювалися як конструкції печі, так і технологічний процес.

Перші мартенівські печі використовували кислі вогнетриви, внаслідок чого зі сталі неможливо було вилучати фосфор і сірку. У 1879 р. була побудована мартенівська піч з подом із основних вогнетривких матеріалів, що дозволяла переробляти чавуни з порівняно високим вмістом сірки і фосфору.

Мартенівський спосіб виробництва сталі, що має значні переваги перед бесемерівським і томасівським способами (можливість виплавки різноманітних марок сталі з чавунів будь-якого хімічного складу з використанням сталевого брухту), одержав широке поширення і незабаром далеко випередив по обсязі виплавки сталі бесемерівський процес.

У Росії перша мартенівська піч ємністю 2,5 т була побудована в 1869 р. на Сормовському заводі (завод «Червоне Сормово»). У 1871 р. на Обухівському заводі в Петербурзі була побудована п'ятитонна мартенівська піч. У 1873-1874 р. була побудована мартенівська піч і налагоджена виплавка мартенівської сталі на Путиловському заводі в Петербурзі. Будівля перших мартенівських печей і освоєння виплавки сталі в них відбувалися під керівництвом російських інженерів А.А. Ізноскова і Н.Н. Кузнецова. Їхня діяльність багато в чому сприяла швидкому розвитку мартенівського способу виробництва сталі в Росії. Перша мартенівська піч з основним подом була побудована в Росії в 1880 р., а в 1884 р. вперше у світі був налагоджений процес виплавки сталі з високофосфористого чавуна з вмістом фосфору до 1 %:

Після Жовтневої революції мартенівський процес у СРСР набув бурхливий розвиток. До 1917 р. на металургійних заводах Росії нараховувалося 210 мартенівських печей, з яких більше половини мали ємність не більш 40 т і лише 5 печей – більш 60 т. У 1980-ті роки у СРСР малося більш 370 мартенівських печей середньою ємністю 225 т, більше половини всієї мартенівської сталі виплавлялося в печах ємністю понад 300 т. В останні роки існування СРСР були споруджені і діяли самі великі у світі 900-т мартенівські печі. На таких печах навіть у порівнянні з

великовантажними печами на 13-19% вище продуктивність праці, на 2,5-3,0% нижче собівартість сталі і на 15-20% менше питомі капітальні витрати на тонну річної продуктивності печі.

Безперервне підвищення продуктивності мартенівських цехів внаслідок збільшення ємності печей і впровадження нової технології (застосування природного газу, кисню, стиснутого повітря й ін.) може бути досягнуто тільки в безперервному зв'язку з удосконалюванням механічного устаткування цехів, зі створенням високопродуктивних і надійних машин для завантаження матеріалів у піч, розливання сталі, роздягання злитків і інших робіт.

Щоб скоротити тривалість завалки шихтових матеріалів у піч, у нових цехах збільшили ємність мульд і установили потужні завалочні машини. Для збільшення пропускної здатності розливних прольотів підвищена вантажопідйомність розливних кранів і візків виливниць, впроваджене багатостопорне розливання.

Підвищенню продуктивності мартенівських цехів супроводжує поліпшення умов праці: механізовані багато важких і трудомістких робіт, передбачені заходи щодо безпечного обслуговування печей і устаткування, поліпшені умови ремонту печей і ін.

Зараз мартенівське виробництво є морально застарілим. Одним з основних напрямів модернізації металургії України є заміна мартенівського виробництва конвертерним чи електросталеплавильним с переводом всього розливання сталі на МНЛЗ. Проте в Україні ще функціонує багато мартенівських печей, котрі будуть працювати ще досить довгий час. Тому технологія мартенівської плавки постійно удосконалюється, поліпшується конструкція печей, виробництво механізується й автоматизується [1-3].

На підприємстві ВАТ МК «Запоріжсталь» сталь виплавляється в мартенівському цеху, однак планується будівництво конвертерного цеху і ліквідація мартенівського. Проте це справа майбутнього. В даний момент мартенівський цех працює і є одним з основних цехів комбінату по своєму

місцю в технологічному ланцюжку, займаній площі, вартості встановленого устаткування і кількості персоналу.

1.2 Сортамент марок сталі, що виплавляються в мартенівському цеху ВАТ «Запоріжсталь»

На ВАТ МК «Запоріжсталь» в мартенівському цеху виплавляються різні види марок сталі [4]:

- вуглецеві киплячі сталі: 08кп – ГОСТ9045-80; ГОСТ4041-71; 08кп, 10кп, 15кп, 20кп – ГОСТ1050-88; Ст1кп, Ст2кп, Ст3кп, Ст4кп, Ст0 – ГОСТ380-88;

- вуглецеві напівспокійні сталі: 08пс – ГОСТ9045-80, ГОСТ1050-88; 10пс, 15пс, 20пс – ГОСТ1050-88, 25пс – ГОСТ4041-71; 08 пс – ТУ14-15-202-89; Ст1пс, Ст2пс, Ст3пс, Ст4пс, Ст5пс, Ст3гпс, Ст4гпс, Ст5гпс – ГОСТ380-88;

- вуглецеві нестаріючі сталі з «киплячою» скориночкою: 08ю – ГОСТ9045-80, ТУ14-15-123-83;

- вуглецеві спокійні сталі: 10, 15, 20, 25, 30 – ГОСТ1050-88; Ст3спс – ГОСТ5521-86;

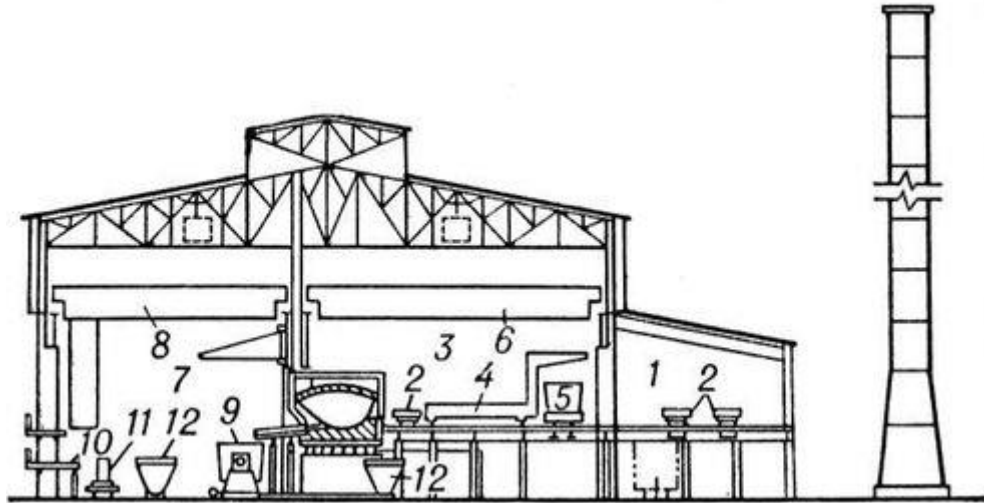
- низьколеговані сталі: 09Г2, 09Г2Д, 10ХНДП – ГОСТ19281-89, 09Г2Т – ТУ14-2-141-74; 07 ГСЮФ – ТУ14-1-4484-88.

1.3 Опис мартенівського цеху ВАТ МК «Запоріжсталь»

Мартенівський цех комбінату «Запоріжсталь» складається з наступних відділень: міксерне, шихтовий двір, пічний проліт, розливний проліт (рис. 1.1).

Міксерне відділення. Міксерне відділення призначене для приймання, зберігання і видачі з печі чавуну, що поступає з доменного цеху. Міксерне

відділення розташоване із західного боку цеху. До складу відділення входять два міксери ємністю по 1300 т, два заливальні крани, а також бункери для розкислювачів.



1 - шихтовий двір; 2 - залізничний склад з мульдами; 3 - пічний проліт; 4 - завалочна машина; 5 - чавуновозний ківш; 6 - мостовий заливний кран; 7 - розливний проліт, 8 - мостовий розливний кран; 9 - сталерозливний ківш; 10 - розливочний майданчик; 11 - виливниці на залізничних візках; 12 - шлакові ковші.

Рисунок 1.1 – Мартенівський цех (поперечний розріз)

Міксери призначені для усереднювання хімічного складу чавуну, утримання температури чавуну на рівні 1300-1350°C. Передбачено також скачування (відділення) шлаку. Обігріваються міксери природним газом. Чавун з доменного цеху доставляється в ковшах ємністю 100 т, ковші піднімаються заливальним краном вантажопідйомністю 180/50 т і зливаються в міксери через отвір у верхній частині. Отвір закривається кришкою.

Хімічний склад чавуну в міксерах має бути %: кремній – 0,5 – 0,8, марганець – 0,3 - 0,8, сірка не більше 0,040.

На печі чавун поступає в чавуновозах (тепловоз плюс 4-і чавуновозних ковші). У цеху їх два. Чавуновоз ставить ковші на ваги для зважування, потім, нахилиючи бочку міксера, через носок наливають в ковші чавун.

Ковші з чавуном зважуються, визначають вагу налитого чавуну, відправляють на печі. При ремонті міксера ківш із чавуном подають по залізничних коліях безпосередньо під робочий майданчик мартенівських печей, відкля через проріз піднімають його заливальним краном вище робочої майданчика і тим же краном заливають рідкий чавун в піч.

Шихтовий двір. Шихтовий двір призначений для приймання, зберігання і видачі на печі металобрухту і сипких матеріалів (вапно, вапняк, руда, окалина, доломіт, магнезит). Розташований шихтовий двір з північного боку цеху. Обладнаний десятьма кранами для розвантаження і вантаження матеріалів (8 магнітних і 2 грейферів), двома рухливими майданчиками для розвантаження матеріалів з вагонів, ями для сипких матеріалів і металобрухту.

В шихтовий двір поступає металобрухт і сипкі матеріали. Сипкі розвантажуються в ями, металобрухт – в ями і в мульдові состави. Мульдовий состав має 12-13 візків, по чотири мульди на кожній. У кожен состав навантажується 90-100 тонн металобрухту і 15-17 тонн вапняку або вапну. Навантажені мульдові состави виставляються в шихтове відділення пічного прольоту.

Пічний проліт. У пічному прольоті розташовані:

1. Дев'ять печей, у тому числі: один двохванний сталеплавильний агрегат 2×250 т; одна 250-тонна трьохканальна; сім 500-тонних одноканальних.
2. Вісім підлогових машин завалки вантажопідйомністю 7,5-10 т.
3. Сім кранів завалки вантажопідйомністю 125/30т.
4. Чотири заправні машини.
5. Ділянка розкислювачів (зі східного боку цеху).
6. Дві торкретмашини.

Всі печі обладнані пружинною підвіскою склепіння, установками безперервного виміру температури металу, системами автоматичного

контролю положення склепінних фурм, видувкою пилю з-під насадок. Як паливо застосовується природний газ, як інтенсифікатор – кисень.

В пічному прольоті проходять дві залізничні колії для подачі складів з мульдами і ковшів з чавуном і один для пересування завалочних машин уздовж фронту печей. Феросплави подають в пічний проліт в саморозвантажних контейнерах ємністю 4 м³ на мульдових візках і засипають в металеві бункери ємністю 60 м³.

Заправні матеріали транспортують в переносних бункерах, пристосованих для установки на заправні машини.

Розливний проліт. Розливний проліт призначений для розливання сталі, підготовки ковшів, жолобів, шиберів, шлакового прибирання.

У розливному прольоті є чотири розливні майданчики, 11 розливних кранів, 27 розливних ковшів, два крани для розкислювачів, торкрет-дільниця, 64 шлакових чаші, ділянка підготовки шиберів, дві ділянки підготовки жолобів.

В прольоті проходять дві наскрізних залізничні колії: одна для подачі составів з виливницями інша для подачі шлакових ковшів і вагонів для збирання сміття. Крім головного в'їзду з торця цеху, передбачені два косих заїзди між печами.

У мартенівському цеху комбінату «Запоріжсталь» сталь розливається сифоновим способом і зверху, причому розливаються всі спокійні і низьколеговані марки сталі, сталь хімічно закупорена типа 5ГПС і 1-3псз, 08псз, 10-20псз. При розливанні ківш із сталлю зважують на крані.

Розливання зверху – це розливання безпосередньо в кожну виливницю. Розливання сифоновим способом – через центрову наповнюється відразу чотири виливниці. Розливання робиться в состави; у кожному составі – 5 візків, на яких знаходяться по 4 виливниці і центрові. Виливниці застосовуються наступних типів: XV, 1Б, 2Б, 4А.

Вага відлитих злитків залежно від типа злитка складає 1,9...17,7 тонн. Виливниці розширені донизу [5, 6].

1.4 Організація основних робіт у мартенівському цеху

У мартенівському цеху встановлено 9 сталеплавильних агрегатів: сім мартенівських печей ємністю по 500 т, одна піч ємністю 250 т і один двохванний сталеплавильний агрегат ємністю 2×250 т. Як паливо застосовується природний газ, для інтенсифікації процесу – кисень. Для зберігання і усереднювання складу рідкого чавуну є 2 міксери ємністю по 1100 т.

Обсяг виробництва сталі на комбінаті за минулі роки складав близько 4,5 млн. т в рік. У мартенівському цеху комбінату виплавляють в основному вуглецеві і низьколеговані марки сталі.

Сировиною для мартенівської плавки є металобрухт і рідкий чавун, вапно, антрацит і шлак вторинного алюмінію (флюси); феромарганець, чушковий алюміній, кокс (розкислювачі).

Сировина для плавки доставляється на шихтовий двір. Основними операціями на цій ділянці є навантажувально-розвантажувальні роботи. Подача магнітних матеріалів на шихтовий двір здійснюється у відкритих вагонах, сипких, – в саморозвантажних вагонах.

Лом, оброблений в копровому цеху, має бути габаритним і підготовленим для завантаження в піч. Незалежно від пірометричного контролю металобрухту в копровому цеху, його оглядають і на шихтовому дворі перед відправленням на переплавку. Виявлені вибухонебезпечні предмети прямують на спеціальний склад для подальшого знешкодження або знищення під керівництвом фахівців.

У пічний проліт мартенівського цеху шихта в мульдах, встановлених на візках, доставляється до печей локомотивами.

Робочі місця сталеварів, машиністів машин завалень, машиністів заливальних і прибиральних кранів знаходяться на майданчику уздовж фронту мартенівських печей.

По рейках, укладених на робочому майданчику, переміщаються локомотивом чавуновозні состави і вагонетки, на яких встановлені мульди з шихтою. По підкранових шляхах переміщаються заливальні крани, за допомогою яких чавун заливається через спеціальний жолоб з ковшів в піч, і прибиральні крани, які призначені для підвішування на упори стінів печей жолоба для зливу чавуну, для видалення жолоба після зливу чавуну і інших робіт.

Мартенівський цех ВАТ МК «Запоріжсталь» обладнаний підлоговими машинами завалки. Всі операції по заваленню шихти в піч проводяться лише по вказівці і під спостереженням сталевара. Завалення руди, вапняку і інших сипких матеріалів здійснюється шарами невеликої товщини з хорошим їх прогріванням.

Рідкий чавун поступає в пічний проліт з міксерного відділення. Основними операціями в цьому відділенні є злив чавуну, що доставляється в ковшах, в міксер і наповнення ковшів з міксера для заливки в печі.

Механізм повороту міксера має два двигуни, живлення яких здійснюється від двох незалежних джерел. Заливальне вікно і отвір зливного носка міксеру мають футеровані кришки, відкриття і закривання яких механізоване.

До заливки чавуну викачують шлак з ковша, оскільки доменний шлак, що потрапляє разом з чавуном в міксер, роз'їдає його футерування. Заливка чавуну в міксер проводиться з чавуновозних ковшів, наповнених до рівня не більше 250 мм від верху і які не мають застиглих кірок на поверхні чавуну. Заливка виробляється в центр вікна міксера рівномірним струменем з мінімальної висоти.

Злив чавуну з міксера в ковші, що вийшли з ремонту, дозволяється лише після ретельного їх просушування. Ковші наповнюються до рівня 250 мм від краю.

Рідкий чавун в ковшах доставляється до печей локомотивами, а заливається в піч за допомогою мостових кранів. Для заливки чавуну з боку

заливальних вікон застосовуються знімні жолоби, підвішені або встановлені на спеціальних постаментах.

Середня тривалість плавки на комбінаті в 500-тонних печах – 9,4 години, в 250-тонній печі – 7,3 години, в двохванному сталеплавильному агрегаті – 4 години. Стійкість мартенівських печей (середня) – 355 плавок, після чого проводиться капітальний ремонт.

Випуск сталі з печі виконується по сталевипускному футерованому жолобу через сталевипускний отвір, який пробивається або пропалюється киснем. Рідка сталь з печі подається в ківш ємністю 250т. Конструкція ковшів повинна виключати небезпеку довільного їх перекидання. Цапфи ковшів виконують кованими, з восьмикратним запасом міцності. Знос цапф не повинен перевищувати 10% від первинних розмірів.

Футерування ковшів виконують не менше чим з двох шарів вогнетривкої цеглини – арматурного і робочого, шви яких не повинні збігатися, як не повинні збігатися і вертикальні шви робочого ряду.

Випуск сталі з ковша виробляється через донний отвір, в який встановлений стакан з пробкою, прикріпленою до стопора. Пробку обсипають порошком графіту після установаження стопора щоб уникнути приварювання пробки до стакана. Пробка має бути надійно прикріплена до стопора і добре притерта до стакана. Встановлений в гніздо стакан ретельно обмазують глиною або забивають зазор хромистою масою.

Сталь з ковша розливається по виливницях, встановлених на візках. Ківш встановлюють над виливницею так, щоб струмінь металу потрапляв в центр виливниці [7].

У виливницях сталь твердне, утворюючи злитки. Звільнення злитків з виливниць виробляється у стріперному відділенні. У це відділення виливниці із злитками доставляються локомотивом. Зняття виливниць із злитком виконується стріперними кранами. Застряглі у виливницях злитки витягуються спеціальним краном на висоті не більше 100 мм над піддоном.

Кліщі для перенесення гарячих злитків забезпечені загартованими кернами, які замінюються, як тільки притупиться голівка.

Підготовка виливниць проводиться в окремій будівлі. Вона полягає в їх охолодженні, очищенні і мащенні.

В процесі плавки з печі віддається велика кількість димових газів, з якими виносяться пил. Витрата газів від печі ємністю 500 т складає до 66 000 м³/год. Із-за підсосів повітря по тракту склад і кількість газів змінюються. Гази що відходять, печей, що працюють на збагаченому киснем дутті містять, в середньому, %: 10,5...15,1 CO₂; 16...16,5 H₂O; 62,3...66,1 N₂; 6,5...7,1 O₂; невелику кількість оксидів сірки і азоту [8].

Вміст пилу в газах, що відходять, мартенівських печей, визначається витратою кисню на піч, при цьому мають значення спосіб подачі кисню, вид палива і період плавки. Залежно від перерахованих чинників концентрація пилу в газах, що відходять, коливається в межах 0,16...50 г/м³.

Вживання кисню значно збільшує запиленість газів. Хімічний склад пилу характеризується високим вмістом оксидів заліза – до 92%.

Гарячі димові гази, що виходять з робочого простору, проходять через регенератори, де охолоджуються, нагріваючи насадку. Частина пилу осідає в шлаковиках і по газовому тракту. Далі гази поступають в котел-утилізатор, де відбувається остаточна утилізація їх теплової енергії. Котел-утилізатор також виконує функцію пиловловлювача.

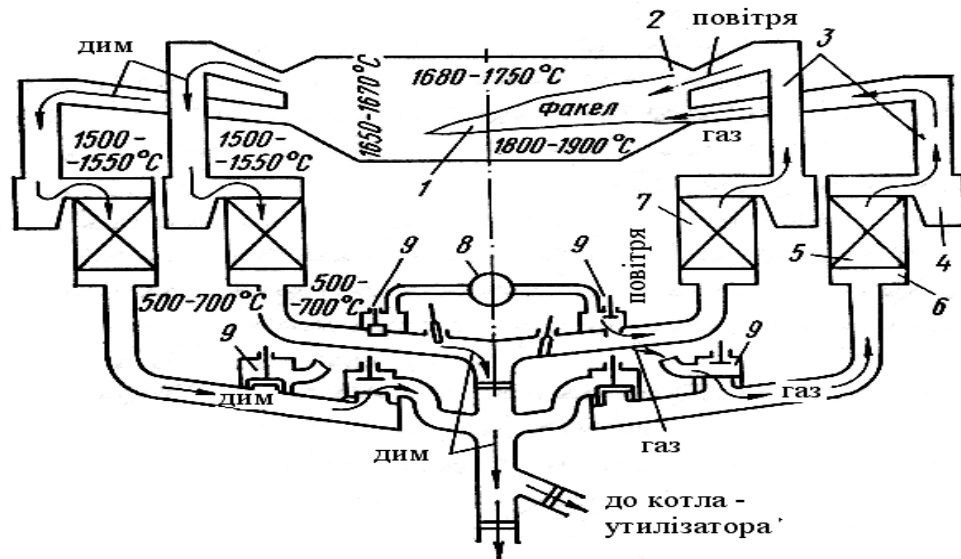
Охолоджені гази очищаються в скруберах Вентурі і викидаються за допомогою димососів через трубу в атмосферу.

1.5 Агрегати мартенівської плавки

У ВАТ МК «Запоріжсталь» виплавка сталі здійснюється в традиційних мартенівських печах і в двохванному сталеплавильному агрегаті.

Розглянемо пристрій і принцип роботи звичайної мартенівської печі і двохванного сталеплавильного агрегату.

Мартенівську піч (рис. 1.2) умовно ділять на верхню (вище за робочий майданчик) і нижню (нижче за робочий майданчик) будови [6].



1 – робочий простір печі; 2 – головки; 3 – вертикальні канали; 4 – шлаковик; 5 – газівий регенератор; 6 – насадка; 7 – повітряний регенератор; 8 – вентилятор; 9 – реверсивні і регулюючі клапани та заслони (шибери)

Рисунок 1.2 – Схема роботи мартенівської печі

Верхня будова складається з робочого простору, голівок і вертикальних каналів.

Робочий (плавильний) простір – частина печі, в якій йде процес виплавки сталі, згорання палива і передача тепла матеріалам плавки. Стіни печі нахилені, аби при заправці на них затримувалися заправні матеріали. У задній стінці печі знаходяться сталевипускний отвір і отвори для випуску шлаку.

У передній стінці плавильного простору передбачені робочі вікна, через які завантажують шихту, заливають чавун і спускають частину шлаку. Число робочих вікон непарне – від трьох до семи (на мартенівських печах ВАТ МК «Запоріжсталь» - п'ять). Середнє вікно необхідне для обслуговування сталевипускного отвору. Сталеві плити, утворюючі нижню частину вікна, називаються порогами.

Нижня частина робочого простору, обмежена подом і укосами, утворює ванну. Ванна повинна вміщати весь рідкий метал і шар шлаку завтовшки приблизно 50 мм. Останній шлак заримується в печі за допомогою фальшивих порогів – роздробленого доломіту, насипаного на пороги робочих вікон.

Пристрої пальників мартенівської печі називаються голівками. Голівки розташовані в торцях робочого простору і в той час, як через одну з них подають паливо і повітря, через протилежну відводять продукти згорання в регенератори. Після того, як регенератори з боку голівки, що підводить, остигнуть, а під тією, що відводить нагріються, відбувається автоматичне перекидання клапанів, і призначення голівок міняється.

До нижньої будови печі відносяться шлаковики, регенератори, лежаки, перекидні пристрої, шибери.

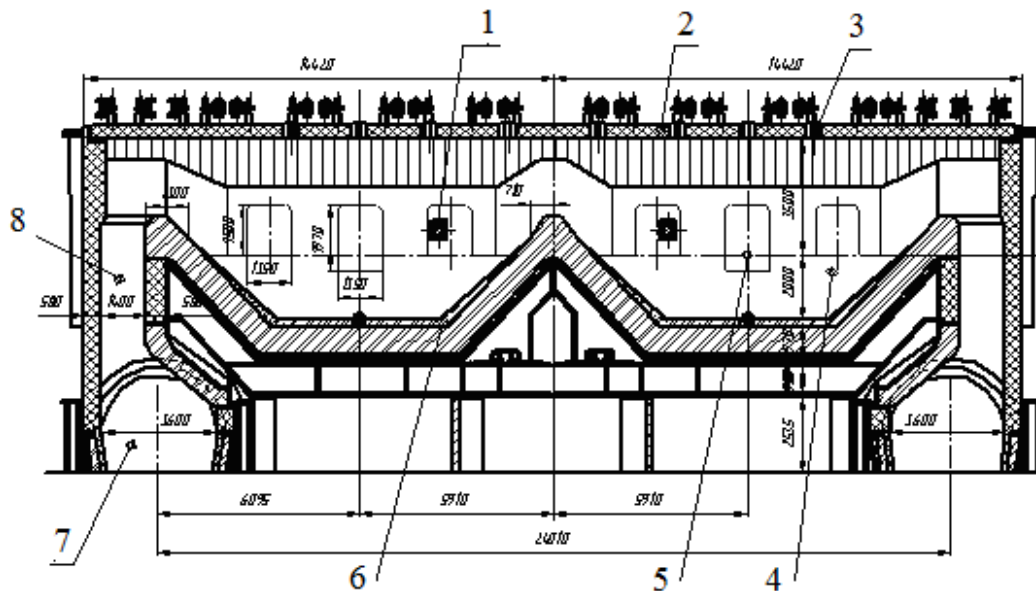
Шлаковики, зв'язані з голівками через вертикальні канали, служать для очищення продуктів згорання від крупного пилу. Частина його осідає у вертикальних каналах і по їх стінках стікає в шлаковик; частина випадає в шлаковику унаслідок падіння швидкості і зміни напрямку руху продуктів згорання.

Шлаковики з'єднані з регенераторами. Проходячи через вогнетривку цегельну насадку регенератора, димові гази охолоджуються з 1500...1600 до 600...800°C, а повітря нагрівається до 950...1150°C.

Лежаки призначені для відведення з регенераторів продуктів згорання і підведення повітря або газу.

Перемикування регенераторів з нагріву на охолодження (перекидання) вимагає зміни напрямку руху газу, повітря і продуктів згорання. У мартенівських печах для цього застосовують різні перекидні пристрої. Найбільш поширені клапани тарілчастого і золотникового типів і шибери.

Двохванний сталеплавильний агрегат – продукт удосконалення мартенівської печі (рис. 1.3). По мірі досконалості його можна поставити між мартенівською піччю і кисневим конвертером.



1 – оглядове вікно; 2 – склепіння печі; 3 – газокисневі пальники; 4 – робочий простір; 5 – вікно завалення; 6 – под печі; 7 – шлаковики; 8 – вертикальні канали

Рисунок 1.3 – Мартенівська двованна піч

У двохванному агрегаті використовується як фізичне тепло газів, що відходять, так і тепло, що виділяється при окисленні деяких компонентів шихти.

Даний агрегат є плавильною піччю з двома ваннами, голівками, вертикальними каналами, шлаковиками і системою лежаків з перекидними клапанами. Тоді як в одній ванні відбувається продування металу киснем, в іншій тверда шихта (металобрухт, флюс) підігрівається за рахунок тепла газів, що відходять від першої ванни. Продуктивність печі при цьому зростає. Можна сказати, що виплавка сталі в двохванних агрегатах здійснюється паралельно в обох ваннах. У одній ванні, яка в даний момент є підігрівальною, здійснюється заправка, завалення і прогрівання шихти. У іншій ванні, рафінувальній, відбуваються плавлення і доведення.

Паливо в двохванні агрегати подають за допомогою газокисневих пальників, встановлених в склепінні і торцях печі. Пальники можуть бути стаціонарними або рухливими.

При вмісті в шихті більше 65% рідкого чавуну, двохванний агрегат може працювати без витрачання палива. Якщо ж в піч завантажується металобрухту більше 35%, то недолік тепла, передаваного чавуном, має компенсуватися спалюванням палива.

Ємність ванни має бути з достатнім запасом на спінювання металу і шлаку і складати до 0,4 м³ на 1 т рідкої сталі. В кожній ванні є один сталевипускний шлаковий отвір в задній стінці печі. Для кожного робочого простору передбачені два розташованих одне над іншим робочих вікна. Нижнє призначене для обслуговування подини, для завантаження додаткових матеріалів і розкислювачів, для спуску шлаку, узяття проб. Верхнє вікно використовується для завантаження лому, воно повинне відкриватися лише під час завалення.

Ефективність роботи двохванних агрегатів найбільш висока за умови організації швидкісного завалення металобрухту і інтенсивної подачі кисню в піч.

Плавка в двохванному агрегаті триває близько чотирьох годин (кожні дві години з однієї ванни випускають сталь). Технологія виплавки істотно не відрізняється від технології плавки в мартенівських печах з інтенсивним продуванням киснем.

Виплавка металу в двохванних сталеплавильних агрегатах має наступні переваги:

- гнучкість процесу, оскільки можна застосовувати шихту з будь-яким співвідношенням чавуну і лому;
- низька витрата вогнетривів і зниження витрат на ремонт печі у зв'язку із спрощенням конструкції і кращими умовами роботи голівок і нижньої будови печі в порівнянні з мартенівською;
- зменшення одноразово отримуваної порції металу, що дозволяє краще пристосовуватися до ритму роботи подальших переділів і сприятливо впливає на впровадження безперервного розливання сталі;

- можливість виплавляти сталь широкого сортаменту з використанням як звичайних, так і високофосфористих чавунів;
- можливість зменшення кількості печей, що діють, і скорочення чисельності обслуговуючого персоналу;
- зниження експлуатаційних витрат в порівнянні з іншими сталеплавильними агрегатами;
- зменшення капітальних витрат на реконструкцію мартенівського цеху в порівнянні з витратами на будівництво нового киснево-конвертерного цеху.

1.6 Технологія мартенівського виробництва сталі

Розглянемо технологію мартенівської плавки. Тут можна відзначити декілька основних моментів.

Газова атмосфера мартенівської печі – окислювальна. Через робочий простір печі над ванною проходить велика кількість газів. Паливом служить природний газ. При горінні вуглеводнів, що входять в його склад, утворюються діоксид вуглецю і водяна пара. Отже, пічні гази складатимуться з CO_2 , H_2O , азоту і деякої кількості кисню (оскільки повітря для горіння подається з лишком). Таким чином, характер атмосфери мартенівської печі у всі періоди плавки окислювальний.

Тепло до ванни мартенівської печі поступає зверху, а відводиться знизу, через подину. Тому температура шлаку вища, ніж металу. По глибині ванни є відмінність в температурі металу. На початку кипіння цей перепад складає $70\text{...}100^\circ\text{C}$, а в кінці – $20\text{...}50^\circ\text{C}$.

Оскільки плавка в мартенівській печі продовжується декілька годин, то й вплив взаємодії металу з подиной виявляється дуже відчутним. Таким чином, під бере участь в процесах, які протікають.

Рідкий метал весь час знаходиться під шаром шлаку (шлак приблизно удвічі легший за метал). Практично всі добавки, що вводяться в піч, потрапляють на шлак або проходять в метал через шлак. Кисень з атмосфери печі в метал переходить також через шлак.

Періоди плавки на печах, що працюють по скрап-процесу (без використання залізорудної сировини, лише на металобрухті) і скрап-рудному процесу (з використанням залізорудної сировини і металобрухту), істотно розрізняються. Для поширенішого другого різновиду вони наступні [7-10].

Заправка. Протягом плавки частина подини і укосів руйнується шлаком і металом. Тому перед початком нової плавки на пошкоджені місця за допомогою заправної машини закидають магнезитовий або доломітовий порошок, який спекається із старою кладкою.

Завалка. Шихтові матеріали подають до печі спеціальним составом по шляху, розташованому уздовж фронту печей. На візках складу стоять мульди – чавунні коробки, в задній частині яких передбачено гніздо для хобота машини завалення. Сталевар з пульта управління піднімає кришки робочих вікон, а машиніст машини завалки захоплює хоботом машини одну мульду, вводить її в піч і кантує, обертаючи хобот уздовж подовжньої осі.

Спочатку завалюють сипкі – вапняк, руду, концентрат, потім – лом.

Прогрів. Прогрівання шихти необхідне для того, щоб після заливки рідкого чавуну не відбувалося намерзання його на холодні шматки сталевого лому, а плавлення останнього йшло швидше. Проте шихту не можна перегрівати: унаслідок дуже бурхливих реакцій з рідким чавуном можуть статися викиди металу і шлаку з печі. Практично під час прогрівання шихта повинна отримати близько 920 МДж/т тепла.

Заливка. Для заливки рідкого чавуну використовують спеціальні ковші. Чавун заливають через жолоб, що встановлюється в одне з вікон.

Плавлення. Плавлення шихти починається відразу після заливки чавуну. У цей період рівень металу на 150...300 мм вищий, ніж в спокійній ванні, а товщина шлаку досягає 400...600 мм. Це обумовлено наявністю

порожнеч в шихті, що не розплавилася, і інтенсивним кипінням. Високий рівень дозволяє спускати з печі велику кількість шлаку. До кінця плавлення ванна «сідає».

Доведення необхідне для того, щоб нагріти метал до заданої температури і довести вміст домішок в ній до необхідних значень.

Тепло до поверхні ванни передається випромінюванням від факела і кладки робочого простору і конвекцією від факела. Унаслідок високих температур основна роль належить випромінюванню, а конвекцією передається не більше 5...10% тепла. Оскільки в кінці плавки температура поверхні ванни наближається до допустимої температури кладки, роль останньою стає невеликою. Тому в мартенівських печах, особливо в останні періоди плавки, прагнуть забезпечити прямий направлений теплообмін, при якому велика частина тепла передається ванні безпосередньо від факела. Область максимального тепловиділення факела, а отже, і найбільш високих температур повинна знаходитися як можна ближче до ванни і мати високий ступінь чорноти.

Для цього збільшують швидкості потоків газу і повітря так, щоб в місці зустрічі факела з ванною було розвинене горіння. У голівку подають повітря, кисень, водяну пару з надзвуковою швидкістю, направляючи їх в нижню частину факела.

Для скорочення часу плавки і доведення у ванну штучно вводять технічний кисень. Для цього в склепінні печі встановлюють від двох до п'яти рухливих водоохолоджуваних фурм.

Розглянемо, як відбувається мартенівський процес у ВАТ МК «Запоріжсталь».

Як скрап для мартенівської плавки на комбінаті використовують обрізь слябів і легковагий лом в співвідношенні 1,15...1,5. Шихта перед заваленням зважується.

Як флюс застосовується обпалене вапно, витрата якого має бути 13...15т на плавку при використанні малосірчастого чавуну ($\leq 0,03\%$ сірки),

15...17 т на плавку при високосірчистому чавуні (>0,03% сірки).

Для зниження витрати чавуну застосовують низькосірчистий антрацит фракції 5...25 мм з вмістом сірки менше 1%. Використовують також шлак виробництва вторинного алюмінію, з вмістом алюмінію $\geq 10\%$. Витрата антрациту або алюмінієвого шлаку має бути 1,9...2,1 т на плавку.

Після заправки печі і огляду проводиться завалка шихти (металобрухт, вапно, антрацит або шлак). Після закінчення завалки за допомогою машини завалки відштовхується скрап від передньої стінки, очищаються пороги і підсипаються доломітом. Потім починається прогрівання шихти.

Наступний етап – заливка рідкого чавуну. Чавун для заливки доставляється з міксера або безпосередньо з доменного цеху в чугуновозних ковшах. Чавун перед подачею до печі зважується на вагах міксерного відділення або доменного цеху. Сумарна маса лому і чавуну для ванни двохванного агрегату або малої мартенівської печі повинна складати 270...275 т, для великої печі – удвічі більше.

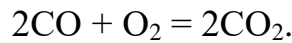
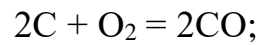
Під час заливки чавуну через склепінні фурми подається кисень з витратою не більше 4000 м³/ч. Фурми повинні підтримуватися над рівнем шихти на висоті 0,2...0,4 м.

Заливку чавуну можуть виробляти в два прийоми. Такий спосіб заливки збільшує вихід придатних злитків. Першу порцію чавуну заливають в кількості 85% від загальної витрати, другу – в кількості 15% доливають в період доведення.

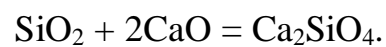
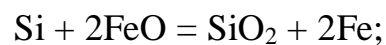
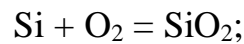
В період продування голівки фурм повинні знаходитися не вище за рівень розділу шлак – метал. Для продування ванни застосовується кисень чистотою не менше 95%. У цей період плавиться металобрухт. Момент розплавлення фіксується при вмісті вуглецю 0,6...1,0% і температурі металу 1550...1580°C.

До кінця періоду плавлення при температурі металу не нижче 1550°C виробляється присадка вапна в кількості 1...3т. Під час окислювального

періоду відбувається окислення компонентів шихти. Перш за все, віддається надлишковий вуглець з чавуну:



Кремній, маючи велику спорідненість до кисню, окислюється в мартенівській печі майже повністю, реагуючи з киснем пічної атмосфери і з оксидами заліза і кальцію шлаку:

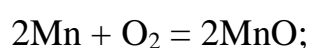


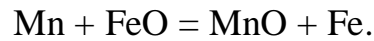
Діоксид кремнію переходить в шлак. Паралельно з окисленням кремнію відбувається утворення силікатів заліза, що є складовою частиною первинного шлаку. Наприклад:



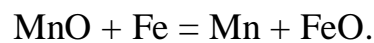
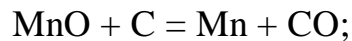
Окислення кремнію і утворення силікатів – екзотермічні реакції, які супроводжуються виділенням тепла, що прискорює процес плавлення металу.

Марганець також легко окислюється, взаємодіючи з киснем атмосфери і з оксидами заліза в шлаку:





Оксид марганцю переходить в шлак. При окисленні марганцю також виділяється тепло. Реакція окислення марганцю протікає не до кінця. При високій температурі може протікати зворотна реакція – відновлення оксиду марганцю з шлаку вуглецем або залізом:

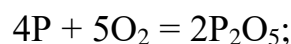


Чим вище температура, тим більше сприятливими виявляються умови для відновлення марганцю.

Одночасно з кремнієм і марганцем в мартенівській печі на початку плавки енергійно окислюється фосфор. Для більшості марок сталей фосфор є шкідливою домішкою, оскільки він погіршує пластичні властивості сталі, підвищує її крихкість, особливо при низьких температурах (холодноламкість). Тому якнайповнішому видаленню фосфору з металу приділяється особлива увага. Для успішного протікання процесу дефосфорації необхідно, аби забезпечувалися:

- наявність залозисто-вапняного шлаку;
- помірна температура;
- мінімум фосфору в шлаку і мінімальна активність його з'єднань.

Окислення фосфору може відбуватися, наприклад, за такою схемою:

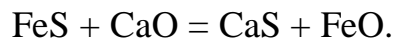


Сірка також є шкідливою домішкою. Вона підвищує крихкість сталі

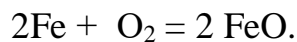
при високих температурах (червоноламкість). Для успішного видалення сірки з металу необхідне дотримання наступних умов:

- висока основність шлаку, що досягається присадками вапна;
- невисока концентрація оксидів заліза в шлаку;
- висока температура;
- збільшення поверхні розділу шлак – метал, що досягається перемішуванням ванни;
- низька концентрація сірки в шлаку, що досягається скачуванням шлаку і наведенням нового або збільшенням кількості шлаку в печі.

Одна з реакцій видалення сірки:

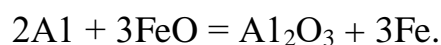
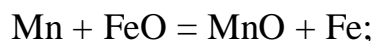


Окислюються і інші елементи, у тому числі і залізо:

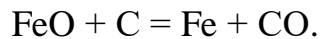


Температура металу безпосередньо перед випуском залежно від марки сталі повинна лежати в межах 1600...1620°C.

Сталь в ковші містить оксиди заліза, марганцю і інших металів. Для відновлення цих оксидів використовуються розкислювачі. Всі марки спокійної і напівспокійної сталі розкислюються в ковші феромарганцем. Вміст кремнію у феромарганці має бути не більше 1,1%. Для сталі з вмістом вуглецю на випуску $\leq 0,08\%$ після введення в ківш феромарганцю присаджується чушковий алюміній в кількості до 100 кг на ківш. Розкислювання йде за реакціями:



Для зниження окисненості киплячої сталі з вмістом вуглецю менше 0,08% рекомендується замість алюмінію в ківш досаджувати сухий кокс фракції 0...25 мм. Присадка його робиться на початку випуску плавки до присадки феромарганцю. Залежно від вмісту вуглецю в металі на випуску, витрата коксу на ківш складає 25...150 кг Розкислювання йде за реакцією:



Аби вміст вуглецю в сталі відповідав нормам, допускається вуглецювання металу шляхом присадок в ківш вуглецевмісних матеріалів – коксу, графіту, деревного вугілля і тому подібне Маса таких присадок на ківш – до 200 кг Матеріали мають бути сухими. [4, 5].

Мартенівське виробництво – одне з найшкідливіших і небезпечніших в чорній металургії. У 2005 році в мартенівському цеху «Запоріжсталі» сталося 3 нещасних випадки з 31 в цілому по комбінату. Коефіцієнт частоти в 2005 р. в цеху склав 2,9, а коефіцієнт важкості - 80,3. Це вельми високі значення [10].

1.7 Способи розливання сталі

Вибір способу розливання, його головних параметрів (температури металу і швидкості його надходження у виливницю або кристалізатор), оптимальних об'ємів і конструкції пристроїв, що приймають метал, впливає на техніко-економічні показники сталеплавильних цехів і, в першу чергу, на вихід придатних злитків.

Існують два методи розливання: у виливниці і в кристалізатори. В даний час основна доля сталі (80 – 90 % світовій виплавці) розливається в кристалізатор. В Україні 80 – 90 % виплавки розливається у виливниці зверху. Цей спосіб характерний мінімальними витратами матеріалів і праці, низькими втратами металу. Особливо чітко переваги розливання сталі зверху

виявляються при відливанні крупних злитків (25 – 40 т) швидкісним методом.

Розливання киплячої сталі. При твердінні киплячої сталі у виливниці на межі між кристалами, що утворюються, і рідким металом зароджуються газові бульбашки, які, зростаючи до певних розмірів, відриваються і спливають, викликаючи кипіння сталі. З розвитком процесу кристалізації відрив бульбашок робиться важким, вони залишаються на місці зародження, і так як метал, що оточує їх, продовжує тверднути до центру зливка, то і бульбашки зростають в цьому ж напрямі, набуваючи витягнутої форми, поки не будуть замкнуті металом, що твердіє.

Бульбашки можуть відриватися від місця зародження лише до тих пір, поки швидкість їх лінійного росту (збільшення радіуса) перевищує швидкість росту кірки, що твердіє. Чим довше цей період, тим до більшої товщини зростає щільна кірка, і тим глибше розташовуються стільникові бульбашки.

Процес утворення і зростання бульбашок CO визначається масопереносом кисню з рідкого металу до їх поверхні.

Кількість окислу вуглецю, що утворюється в одиницю часу на одиниці поверхні газовиділення ($dQ_{CO}/d\tau$), визначається швидкістю надходження кисню до одиниці поверхні ($dQ_O/d\tau$).

З іншого боку, кількість окислу вуглецю, що утворюється, на одиницю поверхні газовиділення визначається перепадом між тиском виділення оксиду вуглецю ($P^iCO = K_C [\%C][\%O]$) та його тиском у бульбашці (p_{CO}) :

$$\frac{dQ_{CO}}{d\tau} = \beta(p^iCO - p_{CO}).$$

Перепад тисків пропорційний перепаду концентрацій кисню в дифузійному шарі бульбашок:

$$\Delta[O] = [O]_{\partial} - [O]_{p.p.}$$

Технологія розливання киплячої сталі повинна передбачати обов'язкове забезпечення формування злитків без зростання і усадки. Невиконання цієї вимоги наводить до збільшення головної обрізи, тобто до зростання витрати металу на одиницю прокату.

Зростання і усадка киплячої сталі у виливницях є результатом невідповідності об'ємів газових бульбашок, що утворюються усередині рідкого металу і виходять з нього в атмосферу. Усадку киплячої сталі викликає спінювання при розливанні (надмірно інтенсивне газоутворення) і подальше осідання піни. Спінювання металу характеризується значною швидкістю утворення бульбашок, що перевищує можливу швидкість їх видалення із-за зниженої концентрації марганцю, високого вмісту кисню і ін. Це пояснюється підвищеною концентрацією кисню в шарі рідкої сталі, що контактує з кристалами.

Зростання металу спостерігається при недостатньо інтенсивному газовиділенні, при ранньому утворенні і значному поширенні стільникових бульбашок по висоті злитка. Зростанню злитка сприяють ті чинники, які обумовлюють малу товщину безпузирчастої кірки: низький вміст кисню в рідкій сталі біля кристалів (результат підвищеної концентрації марганцю або перерозкисненості металу), швидке розливання і ін.

Для здобуття якісного злитка киплячої сталі (з достатньою товщиною безпузирчастої кірки, без зростання або усадки) необхідно у кожному конкретному випадку забезпечити оптимальне поєднання технологічних чинників, що визначають інтенсивність ліквідаційного накопичення і масопереносу (вміст кисню і марганцю в металі, швидкості і температури розливання).

Сифонове розливання, що характеризується відносно низькими швидкостями підйому металу у виливницях, дозволяє порівняно легко отримувати злитки з досить товстою безпузирчастою кіркою і малою рослістю. Вміст марганцю в металі визначає концентрацію кисню в шарі, прилеглому до кристалів, а отже, і значення p^1_{CO} . Зв'язок між вмістом

марганцю і концентрацією кисню при температурі кристалізації визначається з вираження

$$[\%O] = \frac{100K_o}{1 + K_o K_{MnO} [\%MnO]},$$

де K_{MnO} і K_o – відповідно константи рівноваги реакцій $[O] + [Mn] = (MnO)$ та $(FeO) = [Fe] + [O]$.

Аби набути значення тиску виділення оксиду вуглецю, що забезпечує оптимальну товщину безпузирчастої кірки при збільшенні концентрації вуглецю в металі, необхідно зменшити вміст кисню біля фронту кристалізації, тобто підвищити концентрацію марганцю.

Здобуття здорового злитка киплячої сталі досягається при оптимальних швидкості лінійного росту міхура і величині відношення $[\% Mn] / [\% C]$. При підвищенні вмісту вуглецю в металі концентрація марганцю повинна збільшуватися таким чином:

| | | | | | |
|----------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|
| $[\%C]$ | < 0.10 | 0.11 – 0.14 | 0.15 – 0.18 | 0.19 – 0.22 | > 0.25 |
| $[\%Mn]$ | < 0.42 | 0.43 | 0.46 | 0.51 | 0.55 |

Залежно від марки сталі вміст вуглецю і марганцю в киплячій сталі має бути таким:

| Марка сталі | $[\% C]$ | $[\% Mn]$ |
|-------------|-------------|-------------|
| 1 кп | 0,06 – 0,12 | 0,25 – 0,50 |
| 2 кп | 0,09 – 0,15 | 0,25 – 0,50 |
| 3 кп | 0,14 – 0,22 | 0,30 – 0,60 |
| 4 кп | 0,18 – 0,27 | 0,40 – 0,70 |

При розливанні киплячої сталі широко поширюється швидкісна розливка. В цьому випадку якісний злиток може бути отриманий в результаті збільшення швидкості надходження кисню до фронту кристалізації і газовиділення шляхом присадки у виливницю (під час її наповнення) окислювачів – інтенсифікаторів кипіння (суміш складу: окалина, плавиковий шпат або фтористий натрій і сода).

При переході на швидкісне розливання киплячої сталі необхідно не

лише приймати заходи по забезпеченню достатньої товщини безпузирчастої кірки, але і створювати умови, попереджуючі утворення гарячих тріщин. Це може бути досягнуто в результаті вживання виливниць з внутрішньою волокнистою поверхнею.

Кипіння рідкої сталі у виливниці інтенсифікує масоперенос в металі, а також перенесення лікватів рідиною, що приводиться в циркуляційний рух газами, що виділяються, що сприяє розвитку хімічної неоднорідності злитку. Головна частина і осьова зона у верхній третині по висоті збагачуються сильно ліквуючими домішками (вуглецем, сіркою, фосфором).

Неоднорідність злитка отримує тим більший розвиток, чим довше період кипіння сталі у виливниці після закінчення її наповнення. Тривалість періоду кипіння збільшується із зростанням маси злитка, тому хімічна неоднорідність металу особливо помітно виявляється в крупних злитках. Для зменшення розвитку неоднорідності злитка його закупорюють хімічним або механічним способом, тобто припиняють кипіння після закінчення наповнення виливниць сталлю.

Хімічне закупорювання здійснюють присадками (після закінчення наповнення виливниць) алюмінію або феросиліцію з подальшим перемішуванням рідкого металу. Введення в метал активних розкислювачів сприяє припиненню кипіння і прискоренню уворення у верхній частині зовнішньої твердої кірки. Велике поширення отримало закупорювання алюмінієм. При сифоновому розливанні його зазвичай вводять в центрову перед закінченням наповнення виливниць.

При механічному закупорюванні злитки накривають чавунними кришками, метал під ними швидко охолоджується і застигає, внаслідок чого припиняється газовиділення.

Вживання такої технології утруднюється (особливо при відливанні крупних злитків у виливниці, розширені донизу), необхідністю використання важких кришок і спеціальних механічних пристроїв для їх укладання, а також тим, що кришки можна укласти лише через 3 – 20 хв. після наповнення

виливниць.

Механічне закупорювання зручніше і ефективніше здійснювати в пляшкових виливницях, які при розливанні зверху закривають кришками відразу ж після наповнення. При сифоновому розливанні виливниці (за винятком однієї на кожному піддоні, по якій ведеться спостереження за наповненням) можна накривати кришками і до початку наповнення.

Зростання злитка, що відбувається унаслідок утворення пузирів і менш інтенсивного газовиділення (в порівнянні з газовиділенням при звичайному розливанні), в пляшковій виливниці наводить до того, що незабаром після наповнення дзеркало металу зіткнеться з кришкою.

Злитки, отримані механічним закупорюванням, із-за раннього припинення кипіння однорідніші, ніж злитки звичайної киплячої сталі, вони відрізняються слабким розвитком усадкових пороків. Механічно закупорена тверда сталь містить менше неметалічних включень (особливо алюмінатів і силікатів), ніж хімічно закупорена.

Розливання напівспокійної сталі. По ступеню розкисненості і характеру поведінки при кристалізації у виливниці напівспокійна сталь займає проміжне положення між спокійною і киплячою. При організації технології виробництва напівспокійної сталі основне завдання полягає в тому, аби, з одного боку, використовувати переваги киплячої сталі: відсутність концентрованої усадкової раковини унаслідок утворення маси пuzирів, що добре зварюються при плющенні, і відповідне зменшення головної обрізі, а з іншою, - використовувати достоїнства спокійної сталі: високу міру однорідності злитка унаслідок незначного перемішування рідкого металу в процесі формування злитка. Вирішується завдання перш за все шляхом зменшення (після порівняння із спокійною сталлю) витрати розкислювачів (тобто часткове розкислювання) так, щоб метал при кристалізації деякий час кипів, витрачаючи надлишковий кисень на утворення зони пuzпрів, а потім, витративши надлишковий кисень на протікання реакції $[C] + [O] = CO$, тверднув як злиток спокійної сталі.

Отримувану при такій технології сталь називають напівспокійною. Для здобуття якісної напівспокійної сталі необхідно забезпечити високу культуру виробництва і налагоджений точний контроль складу і температури металу: навіть невелика помилка в розрахунку кількості розкислювачів, що вводяться, або у визначенні раціональної швидкості наповнення виливниці (швидкості розливання) може привести до здобуття пере- або недорозкисненого злитку, виправити такі помилки в процесі розливання важко. У виробничих умовах непрямою характеристикою міри розкисненості може служити такий показник, як тривалість іскріння металу у виливниці після закінчення її заповнення. Якщо напівспокійна сталь застигає у виливниці без крупних напливів і тривалість іскріння складає 10 – 40 с, то виходить якісний злиток з мінімальним наближенням до спокійної сталі за фізико-механічними властивостями. Напівспокійну сталь зазвичай розливають у виливниці, що розширюються донизу. Одним з прийомів швидкого припинення кипіння металу у виливниці є використання виливниць так званого пляшкового типу. У момент підйому металу на рівень вузької верхньої частини пляшкової виливниці головна частина злитка швидко твердне і кипіння припиняється.

Розливання спокійної сталі. Основними чинниками, від яких залежить формування здорового злитка, є швидкість і температура розливання. До цих параметрів, що визначають характер і результати розливання сталі, можна віднести способи розливання, відповідні конструкції виливниць і пристосувань, і технологічні параметри. Слід також враховувати і час витримки злитка, що твердіє, в спокійному стані, тобто тривалість витримки составу в розливного майданчика.

При розливанні зверху, для зменшення енергії удару в днище виливниці або піддон струмінь гальмується протягом декількох секунд лише під час початкового підйому стопора, потім метал поступає через повністю відкритий канал стакану. Після входу металу в прибуткову частину швидкість розливання знижується. Інколи в кінці наповнення прибуткової

частини після паузи виробляють долівку металу.

Сифонове розливання зазвичай ведуть з меншою швидкістю, регулюючи її по ходу. При розливанні з відкритим дзеркалом швидкість наповнення регулюють так: зберігаючи внизу ($\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ висоти) чисте дзеркало металу, вище наводять плівку, що не доходить до стін виливниці на 20 – 30 мм. Перехід межі між виливницею і прибутковою частиною, повинен здійснюватися безперервним струменем, але із значним уповільненням.

Дзеркало металу в прибутку ще до кінця розливання засипають люнкеритом, екзотермічною сумішшю або теплоізолюючим порошком.

При розливанні (сифоновому і зверху) якісної спокійної сталі виливниці з металом повинні достатній час витримуватися непорушно в розливного майданчика. Це запобігає можливості обриву кірки з прибутку, виключає утворення так званого ліквацийного квадрата в заготовках, сприяє усуненню деяких інших пороків макроструктури злитків [10].

1.8 Висновки до розділу 1

1. У першому розділі розглядається опис марок сталі, що виплавляються, сировинні матеріали, конструкція мартенівських агрегатів, технологія виплавки мартенівської сталі, характеристика основних вантажопотоків мартенівського цеху, опис основних відділень цеху.

2. До складу мартенівського цеху входять наступні відділення: головний корпус, шихтове відділення, міксерне відділення, відділення оброблення зливків, парк охолодження виливниць, відділення чищення і мастила виливниць, двір виливниць. У головному корпусі, де розміщуються мартенівські печі, знаходяться три відділення: шихтовий двір, пічний і розливний прольоти.

3. Двованні печі є плавильні агрегати з двома ваннами, двома головками, двома вертикальними каналами, двома шлаковиками і системою

боровів і перекидних клапанів. Принцип роботи двованної печі полягає в тому, що тоді як в одній (I) ванні йде продування металу киснем, в іншій (II) тверда шихта (металобрухт, додаткові матеріали) підігрівається теплом газів, що відходять від першої ванни.

4. Двованні печі, у порівнянні з однованними, забезпечують значне збільшення випуску сталі, економію палива й вогнетривів, зниження трудомісткості ремонтів, експлуатаційних витрат в порівнянні з іншими сталеплавильними агрегатами; зменшення капітальних витрат на реконструкцію мартенівського цеху в порівнянні з витратами на будівництво нового киснево-конвертерного цеху.

5. Для виплавки мартенівської сталі використовують металовмісні та додаткові матеріали, окислювачі і розкислювачі. В якості металошихти використовують рідкий чавун і скрап. Як додаткові матеріали використовують вапняк, вапно, боксит, в якості окислювачів використовують залізняк, розкислювачів – феромарганець.

6. Мартенівська плавка розділяється на наступні періоди – огляд і заправка ванни, завалення, прогрівання, заливка чавуну, продування, плавлення, кипіння, розкислювання і легування, випуск.

2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Безпека технологічних процесів і устаткування мартенівського виробництва

2.1.1 Безпека основних технологічних процесів мартенівського виробництв

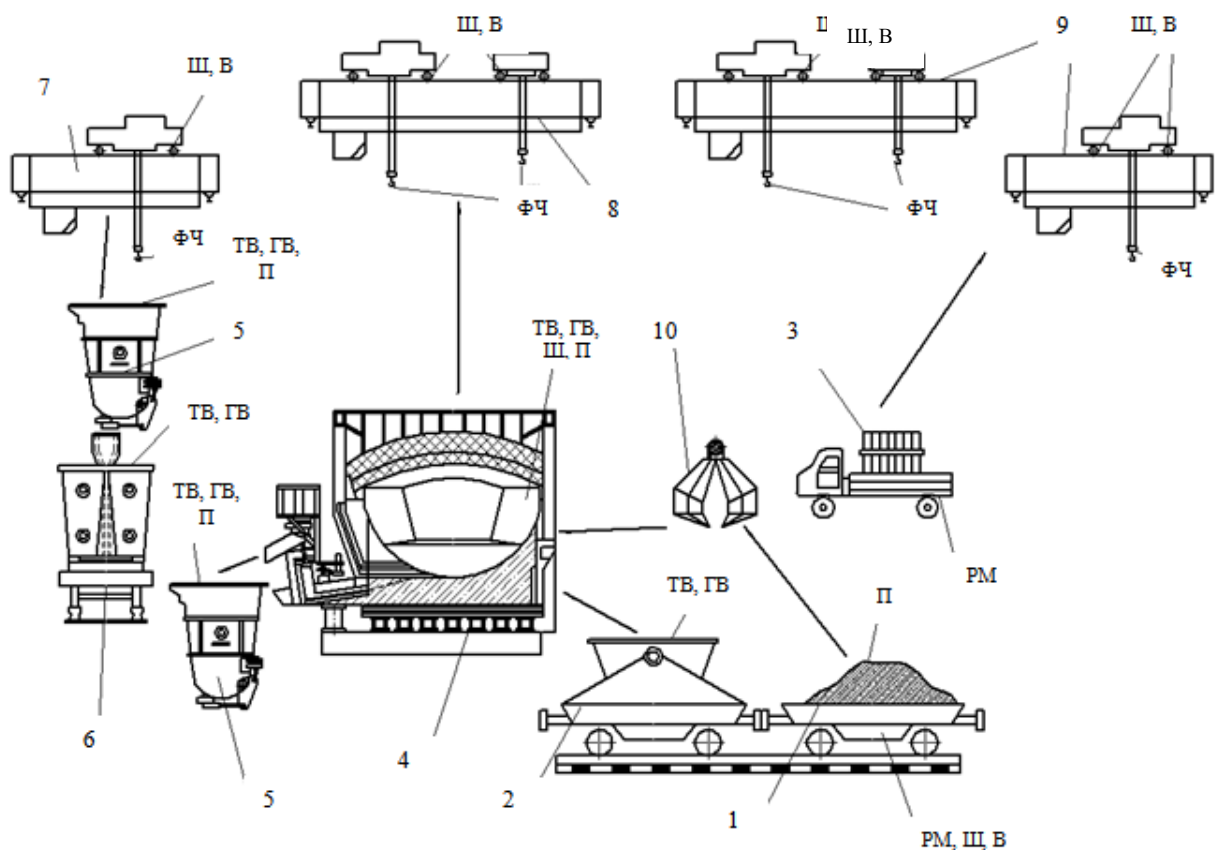
Нормованим параметром мартенівської плавки є маса шихтових матеріалів. Перевищення параметрів плавки по масі початкових шихтових матеріалів приводить до переповнювання ванни продуктами плавки, що може привести до різного роду екстремальним відхиленням.

Основні процеси плавлення відбуваються при високій температурі, що отримується в робочому просторі мартенівської печі в результаті згорання палива. Факел полум'я є джерелом тепла в печі, яке передається ванні, своду і стінкам. Температура в робочому просторі печі підтримують в певних межах. Підвищення нормованих параметрів температури різко знижує стійкість вогнетривкої кладки печі; зниження температури збільшує тривалість плавки, зменшує швидкість обмінних процесів і так далі, при цьому спостерігається зниження безпеки процесу.

Строге дотримання геометричних параметрів робочого простору мартенівської печі має величезне значення для забезпечення безпеки процесу. Ванна печі, особливо под, витримує великий гідростатичний тиск розплавленого металу: при порушенні цілісності ванни виникає вірогідність екстремальних відхилень, пов'язаних з проривом вогнетривкої кладки і відходом сталі з печі. Порушення цілісності інших елементів вогнетривкої кладки печі пов'язані з такими екстремальними відхиленнями, як обвалення своду, стінок і так далі.

Особливо високі вимоги пред'являються забезпеченню постійності

геометричних розмірів і стану поверхні поду мартенівської печі, яка знаходиться практично в постійному контакті з розплавленим металом і шлаком і піддається сильному зносу. Тому футерівка поду, укосів і стінок мартенівської печі, має бути непроникна для розплавленого металу і шлаку. На рисунку 2.1 представлена технологічна схема мартенівського процесу виплавки сталі з позначенням шкідливих і небезпечних чинників виробництва.



1 - скрап; 2 - чавуновоз; 3 - автотранспорт; 4 - мартенівська піч; 5 - сталерозливний ківш; 6 - розливка сталі у виливниці; 7 - розливальний кран; 8 - заливальний кран; 9 - грейферний кран; 10 - грейфер; Т.В. - теплові виділення; Г.В. - газові виділення; Ш., В. - шум, вібрація; П - пиловиділення; Ф.Ч. - фізичні чинники; Р.М. - рухливі механізми

Рисунок 2.1 – Технологічна схема мартенівського процесу виплавки сталі

Ширина робочого майданчика пічного прольоту має бути такою, щоб відстань між крайніми виступаючими частинами складу з мульдами і арматурою печі, а так само між мульдами і машиною завалення складало не

менше 500 мм [11].

Оскільки в мартенівському цеху підлога піддається сильним термічним і динамічним діям, вона зроблена із сталевих плит. Отвори і ворота основної будівлі цеху і складів для в'їзду залізничних составів і великовантажних автомобілів обладнані світловою сигналізацією для дозволу в'їзду і виїзду транспортних засобів, а так само звуковою сигналізацією для сповіщення про це людей.

Заправку печі проводять тільки з боку непрацюючої головки печі, тому перед кожним перекиданням клапанів подають звуковий сигнал. Про переміщення мульд машиною завалення також оповіщають звуковим сигналом.

Мартенівська піч оснащена сигналізацією, зблокованою з механізмом перекидання клапанів, що забезпечує реверс газу; тривалість подачі сигналу не перевищує 1 хв. Тому при перших звуках сигналізації персонал печі віддаляється від робочих вікон щоб уникнути отримання опіків від полум'я, що викидається через них. В період перекидання клапанів і зміни напрямку газу і полум'я в робочому просторі печі припиняють проведення операцій по заправці шихти в піч. Для заливки чавуну в піч з боку вікон завалень застосовують знімні підвісні жолоби. Жолоб перед проведенням заливки очищають від скрапу, ремонтують, висушують і прогрівають. Чавуновозний ківш підвішують над жолобом так, щоб висота падіння струменя була мінімальною, а потужність її не викликала переповнювання жолоба чавуном.

Злив чавуну з ковшів, що мають на поверхні застиглу кірку, може привести до аварії. Для пробиття або пропалювання кірки у визначеному місці у ковша влаштовують спеціальний майданчик, забезпечений поручнями і захисними пристроями від бризок і теплового опромінювання. Під час зливу чавуну обслуговуючий персонал видаляють від ковша і жолоба на безпечну відстань. Перед розвантаженням руди подають звуковий сигнал, а обслуговуючий персонал віддаляється від печі на безпечну відстань [11].

Сповіщення проведення небезпечної операції видувки залишків металу

і шлаку з ям і поглиблень на поду печі проводять звуковим сигналом перед початком видувки; персонал, що знаходиться біля сталевипускного жолоба і в розливному прольоті поблизу печі, видаляють з небезпечної зони.

2.1.2 Безпека виробничого устаткування мартенівського цеху

Безпека виробничого устаткування забезпечується вибором принципів дії конструктивних схем, використанням безпечних елементів конструкцій і конструкційних матеріалів, відповідних тим технологічним операціям, які здійснюються за допомогою даного устаткування; застосуванням в конструкції устаткування засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування і засобів захисту що працюють, виконанням ергономічних вимог, включенням вимог охорони праці в технічній документації по монтажу (демонтажу), експлуатації, ремонту, транспортуванні і зберіганню устаткування [11].

Більшість нещасних випадків в мартенівському цеху пов'язана з наявністю на робочих місцях рухомих частин машин і устаткування, що обертаються, і недостатньою огорожею робочих місць, розташованих на висоті або в поглибленнях. Для попередження механічної дії фізичних чинників на людину застосовують обмежувальні пристрої у вигляді кожухів, огорож агрегатів, механізмів, їх рухомих частин, електроустаткування, що знаходиться під напругою, окремих ділянок (відкриті отвори: люки, сходи) при проведенні ремонтних робіт.

Робочий майданчик пічного прольоту по всьому периметру має огорожу (висота поручнів 1,2 м) поручня с суцільною бортівкою по низу. Для захисту людей від бризок чавуну місце для установки ковша захищене запобіжними щитами. [11]

Висота розливного майданчика визначається висотою виливниць, встановлених на візках. При цьому верхній зріз виливниці декілька вище, ніж рівень майданчика, для зниження теплової дії відкритого дзеркала металу на

обслуговуючий персонал. Ширина майданчиків забезпечує розміщення необхідного устаткування і інструменту, а також сприяє безпечним умовам праці при розливання сталі. З цією ж метою в стіні розливного прольоту є численні дверні отвори з виходами на спеціальний балкон, розташований на зовнішній стороні будівлі по всій довжині розливного майданчика для видалення обслуговуючого персоналу у разі виникнення аварійної ситуації.

Пристрій випускного жолоба виключає можливість переповнювання його металом, а також роз'їдання футерівки і прориву металу при випуску плавки. Для обслуговування випускного жолоба біля нього влаштований металевий майданчик зі сходишками і поручнями (висота поручнів 1,0 м). Поверхня майданчика футерована цеглиною і не має вибоїн і ям.

У мартенівських цехах експлуатація печей зв'язана з використанням газу для технологічних потреб. Боротьба з вибухами по суті завжди направлена на запобігання руйнуванню під дією тиску. Простим і найбільш надійним способом захисту є установка достатньо міцного устаткування, здатного витримати повний тиск вибуху. Іншим, поширенішим способом захисту устаткування, є скидання тиску через запобіжні пристрої, роль яких можуть виконувати мембрани, що руйнуються, або клапани різних конструкцій [11].

2.2 Аналіз потенційно шкідливих чинників виробничого середовища

Мартенівське виробництво нерозривно пов'язане з високими температурами, тиском, з утворенням великих кількостей вибухонебезпечних і отруйних газів, рідких продуктів плавки, з пересуванням великих кількостей вантажів і насиченістю механічними і електричним устаткуванням.

Для робочого місця сталевара пічного прольоту дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища, представлена в таблиці 2.1. По характеру роботи мартенівське виробництво відноситься до категорії важких робіт. Технологічні операції виконуються в несприятливих кліматичних умовах: висока температура, теплове випромінювання, запиленість, загазованість.

Таблиця 2.1 – Оцінка чинників виробничого і трудового процесу на робочому місці сталевара мартенівської печі

| Чинники виробничого середовища і трудового процесу | Нормативне значення | Фактичне значення | III клас: шкідливі і небезпечні умови, характер праці | | | Час дії чинника за зміну % |
|--|--|-------------------|---|------------|-------------|----------------------------|
| | | | I ступінь | II ступінь | III ступінь | |
| 1. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ | | | | | | |
| I клас безпеки: | | | | | | |
| - Ангідрид хромовий; | 0,01 | 0,059 | - | - | 5,9 | 94 |
| - Оксиди нікелю. | 0,05 | 0,015 | - | - | - | |
| II клас безпеки: | | | | | | |
| - Оксиди марганцю. | 0,3 | 0,27 | - | - | - | 94 |
| III клас безпеки: | | | | | | |
| - Сірчистий ангідрид; | 10 | 28,5 | 2,85 | - | - | 94 |
| - Оксиди азоту; | 5 | 35,5 | - | - | 7,1 | |
| - Вуглецю оксид. | 20 | 42 | 2,1 | - | - | |
| 2. Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м ³ | 4 | 143 | - | - | 35,8 | 100 |
| 3. Вібрація, дБ | 92 | 98 | - | 6 | - | 94 |
| 4. Шум, дБА | 80 | 96 | - | - | 16 | 94 |
| 5. Мікроклімат в приміщенні (теплий період): | | | | | | |
| - Температура повітря, °С | 15-27 | 41 | - | - | 14 | 94 |
| - Швидкість руху повітря, м/с | 0,2-0,6 | 0,47 | - | - | - | |
| - Відносна вологість повітря, % | <75 | 35 | - | - | - | |
| 6. Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ² | 140 | 5220 | - | - | 5220 | 57 |
| 7. Тяжкість і напруженість праці | Категорія тяжкості – важка (III), праця дуже напружена | | | | | |

Гігієнічна оцінка умов праці на робочому місці сталевара мартенівської печі: умови і характер праці відносяться до III класу 3 ступені. Оцінка технічного і організаційного рівня: відповідає технологічному регламенту і проєкту організації праці на робочому місці. Атестація робочого місця: робоче місце має в наявності 2 чинника I ступеню, 1 чинник II ступеню і 6 чинників III ступеню. За показниками робоче місце слід рахувати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці, що відповідає показникам Списку №1 п.1.

Мартенівська піч є основним джерелом забруднення атмосфери цеху газовими виділеннями. Виділення газу спостерігається при порушенні газодинамічних параметрів процесу і пов'язаному з цим вибиванням великих язиків полум'я з-під заслінок вікон, при перекиданні клапанів, відкритті вікон печі, а також при випуску і розкислюванні сталі в ковші. З газів, що поступають в робочу зону мартенівського цеху, найбільшу небезпеку представляє оксид вуглецю (CO). Оксид вуглецю (чадний газ) є продуктом неповного згоряння органічного палива. Потрапляючи в організм людини, може настати кисневе голодування. Симптоми отруєння: сонливість, головний біль, у важких випадках – втрата свідомості [13].

Сірчистий ангідрид (SO_2) – продукт згоряння сірки, що міститься в сировині. Це газ дратівливої дії.

Оксиди азоту утворюються в зоні високих температур при окисленні азоту повітря. Потрапляючи в організм, оксиди азоту викликають роздратування і опік слизистих оболонок. У постраждалих наголошується кашель, задуха, задишка, головні болі, серцева недостатність. У важких випадках може розвинути набряк легенів.

Оксиди марганцю і хрому є соматичними отрутами, що викликають органічне ураження внутрішніх органів, – печінки, нирок і т.д., утворюються в процесі мартенівської плавки і у вигляді аерозоля потрапляють в повітря робочої зони.

Профілактика отруєнь припускає механізацію і герметизацію виробничих процесів і устаткування. Герметичність печей забезпечується покриттям зовнішніх поверхонь ущільнювачами, обмазками. Разом з ретельною герметизацією всієї системи газопроводів і апаратури в газонебезпечних місцях встановлюється контроль за змістом шкідливих речовин в повітрі. Необхідний пристрій загальної і місцевої витяжної вентиляції.

Джерелами виділення пилу і газів є поверхні рідкого металу і шлаку (аерозоль конденсації), процеси перевантаження і транспортування матеріалів, що порошать (аерозоль дезинтеграції). У зоні пічного прольоту концентрація пилу перевищує нормативне значення в 35,8 разів. Джерелом попадання пилу в робочу зону є також не герметичність устаткування при проведенні операцій по заваленню шихти. Проникаючи в організм при диханні, при заковтуванні і через пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання. Мартенівський пил відноситься до пилу неорганічного походження. У його склад входять залізо, хром, нікель, марганець, мідь. Ці речовини, залежно від концентрації, можуть токсично впливати на організм працюючого [14].

Висока температура в робочому просторі призводить до випару металу і шлаку з подальшою конденсацією і утворенням пилу дрібних фракцій. Заправка поду, укосів, підсипання порогів, заливка чавуну в піч, зрізання «заколення» сталерозливних ковшів і ряд інших операцій також супроводжуються виділенням пилу. Міксерне відділення також є джерелом значного забруднення атмосферного повітря димом, що містить дрібнодисперсні частки графіту.

Тривала дія підвищеної запиленості може привести до розвитку захворювань органів дихання – пневмоконіозів, фіброзів, хронічних бронхітів, а також до шкірних захворювань [15].

Для боротьби з пилом застосовують аспірацію устаткування, відсмоктування і фільтрацію запиленого повітря перед викидом його в

атмосферу. З індивідуальних засобів захисту застосовують комбінезони, що виготовляються в комплекті з шоломами, що перешкоджає проникненню пилу за комір. Для захисту шкіри рук, особи, шиї використовують захисні пасти, креми, мазі. Для захисту органів дихання від пилу в цеху застосовують безклапанний аерозольний респіратор ШБ-1. При високій запиленій повітря застосовують респіратори РУ-60.

Джерелами теплового випромінювання в мартенівському виробництві є факел полум'я, нагріта до високої температури вогнетривка футерівка внутрішнього простору печі і поверхня розплавленого металу і шлаку, дія яких виявляється при відкритих вікнах печі. Крім того, джерелами випромінювань є чавун, що заливається, рідкий шлак, розплавлений метал при випуску і розливанні сталі.

Інфрачервоне випромінювання впливає на функціональний стан людини, його центральну нервову систему. Відмічається різке почастищення серцебиття, підвищення максимального і пониження мінімального артеріального тиску, підвищення температури тіла, посилення потовиділення. При тривалій дії високих температур відбувається порушення водно-сольового балансу, яке може привести до теплового удару. На робочому місці сталевара мартенівського цеху фактичне значення інфрачервоного випромінювання перевищує нормативне і відноситься до III класу небезпеки III ступеню.

Шуми в мартенівському цеху мають різне походження. У робочому просторі печі виникає аеродинамічний і термічний шум, при роботі машин і механізмів – механічний. Робота в умовах підвищеного шуму може викликати головний біль, зниження рівня уваги, безсоння, надалі – неврози, при цьому може розвинути гіпертонічна хвороба, виразка шлунку [15].

Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд цеху. Мартенівський цех розташований з підвітряного боку по відношенню до цехів з меншою кількістю шкідливих виділень, а також по відношенню до населеного пункту. Крім того, між цехом і житловими районами встановлена санітарно-захисна

зона, ширина якої не менше 1000 м. Територія виробничого майданчика в районі центрального вузла мартенівської печі має вдосконалене капітальне покриття (бетонні плити і тому подібне), а також передбачено можливість природного провітрювання території.

Для остигаючих металу, шлаку, ковшів передбачаються навіси, розташовані на віддалі від місць припливів свіжого повітря, що поступає в цех. Всі двері відкриваються назовні. Входи в будівлі цеху розташовані так, щоб було зручно і безпечно проходити до робочих місць. Розташування будівель і споруд мартенівського цеху забезпечує найбільш сприятливі умови аерації приміщень.

Вентиляція і кондиціонування. Роботи, що проводяться на північній ділянці мартенівського цеху, відносяться до III категорії робіт, тобто фізична робота важка і напружена. Значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень мартенівського цеху представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Допустимі параметри повітряного середовища для сталевару мартенівського цеху

| Період року | Характеристика виробничих приміщень по надмірних тепловиділеннях | Категорія робіт по тяжкості | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-------------|--|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Холодний | >23Вт/м ³ | III | 13 - 19 | Не більше 75 | Не більше 0,5 |
| Теплий | >23Вт/м ³ | III | 15 - 26 | Не більше 75 | 0,2-0,6 |

Ефективним засобом в боротьбі з тепловиділеннями, пилом і газом є аерація. Аерація забезпечує значний повітрообмін в будівлях при малих експлуатаційних витратах. Для здійснення аерації владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі мартенівського цеху: перший ряд – на рівні 2 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок—10 м. На даху владнуємо витяжний ліхтар. Таке розміщення отворів дозволяє збільшити

повітрообмін влітку, а взимку, закривши нижні отвори, зменшити його і забезпечити за рахунок тепла приміщення підігрівання холодного повітря, що поступає через середній отвір, перш ніж він дійде до робочих місць.

Проте за допомогою однієї аерації створити прийнятні мікрокліматичні умови в мартенівському цеху неможливо [16].

Засобами вентиляції можна понизити забруднення повітряного середовища пилом і газами, а так само температуру повітря в робочій зоні до нормованих значень або близьких до них.

Освітлення мартенівського цеху. Особливістю роботи в мартенівському цеху є те, що періодично у полі зору експлуатаційного персоналу знаходяться розплавлені маси сталі, а також факели гарячого газу. Ці джерела мають високу яскравість, що різко відрізняється від навколишнього фону. Виходячи з цього, згідно [13], мартенівський цех можна віднести до VIII розряду зорової роботи, до підрозряду *a*.

Природне освітлення передбачене для приміщень з постійним перебуванням в них людей. При роботі в нічний час у виробничих приміщеннях застосовується штучне освітлення. У мартенівському цеху застосовується система загального освітлення, оскільки тут переважають грубі роботи. Застосовується як рівномірне, так і локалізоване (місця випуску металу) освітлення.

У цеху застосовують лампи розжарювання для бічного освітлення – 750 Вт, для верхнього освітлення – 500 Вт [15].

Санітарно-побутові приміщення. Мартенівський цех має приміщення, в яких розміщуються вбиральні, душові, вмивальні і інші служби санітарно-побутового призначення. Санітарно-побутові приміщення розташовуються так, щоб виключити дію на ці приміщення виробничих шкідливостей. Всі санітарно-побутові приміщення регулярно провітрюватися і щодня прибираються. Якщо неможливе природне провітрювання, то влаштовується вентиляція. Санітарно-побутові приміщення опалюються від центральної системи опалювання.

Для постачання питної води у виробничих будівлях встановлені фонтанчики, закриті баки з фонтануючими насадками і інші пристрої, які розміщені в проходах виробничих приміщень, приміщеннях для відпочинку, у вестибулях, а також на майданчиках, території підприємств і поблизу технологічних установок, розміщуваних зовні будівель [15].

Виробничий шум, виробнича вібрація. При виконанні деяких операцій мартенівського процесу виникає шум механічного, аеродинамічного і термічного походження (рух електромостових кранів, машин завалень, рух газових потоків в печі, згорання палив в пристроях форсунок і тому подібне), що вимагає забезпечення захисту персоналу. Вібрацію створюють ті ж агрегати, які є джерелами шуму. Вібрація по своїй характеристиці є загальною, технологічною, категорії 3а.

На робочому місці сталевара згідно з картою умов праці рівень шуму перевищує нормативне значення на 16 дБА і відноситься к III класу 3 ступені небезпеки, тому необхідно розробити заходи щодо захисту від надмірного шуму. Надмірний шум заважає правильній організації і проведенню виробничих процесів і негативно позначається на продуктивності праці. Шум негативно діє на серцево-судинну і центральну нервову систему.

Для захисту працюючих від шуму слід звукоізолювати вбудовані приміщення - пости управління, кімнати відпочинку і т.п. Для зниження шуму агрегатів використовують звукоізолюючий кожух, який виготовляється з листів сталі завтовшки 2-3 мм, в яких укладають або весь агрегат, або його шумлячі вузли, а внутрішні поверхні облицьовують звукопоглинальними матеріалами. Ослаблення шуму повітро(газо)-проводів досягають плавністю руху повітряного потоку, плавними переходами в місцях зміни напрямку трубопроводу, застосуванням глушників. Над шумлячим устаткуванням підвішують штучні звукопоглиначі - плоскі або об'ємні звукопоглинальні елементи. Засобом індивідуального захисту від шуму є вкладиші протигаласливі «Беруши» [13].

Пост управління мартенівською піччю повинен бути зроблений звуко- і

теплоізолюваним з подачею в нього кондиціонованого повітря.

Виробничі випромінювання. Для захисту від теплових випромінювань і створення необхідних умов праці застосовують: теплову ізоляцію поверхонь, випромінюючих тепло; прискорене проведення операцій, пов'язаних з відкриттям вікон, заливкою чавуну, викачуванням шлаку, випуском і розливанням сталі; екранування робочих місць; природну (аерацію) і механічну вентиляцію; водорозпилювання на робочих місцях; спецодяг і інші засоби індивідуального захисту [17].

Для ослаблення дії теплових випромінювань на організм людини в мартенівському цеху встановлений раціональний питний режим постачання робочих підсоленою газованою водою, білково-вітамінним напоєм і т. п.

Як засоби індивідуального захисту сталевар в мартенівському цеху повинен використовувати спецодяг з незаймистого, стійкого проти променистої енергії, легкого і повітропроникного матеріалу (сукно, брезент, хімічно оброблене волокно з металевим покриттям тканин). Для захисту очей необхідно використовувати стекла-світофільтри у вигляді окулярів, щитків. Вони виконуються із спеціального жовто-зеленого або синього скла. Передбачається спеціальне шкіряне взуття [17].

2.3 Характеристика мартенівського цеху згідно правилам пристрою електроустановок (ПШЕ)

До споживачів електроенергії в цеху відносяться приводи мартенівських печей і міксерів, машини завалень, мостові крани, димотяги, дугтьові вентилятори, вентилятори системи аспірації, освітлювальна мережа, приводи вантажних пристроїв, транспортерів, системи КВП і автоматики.

Виробничі приміщення цеху мають різні характеристики відносно небезпеки поразки струмом. Приміщення пічного і розливного прольотів цеху жаркі (через роботу мартенівських печей температура повітря в робочій

зоні може тривало перевищувати 30°C, у великих кількостях виділяється пил, що складається в основному з оксидів заліза), сухі. До приміщень з нормальним середовищем можна віднести майстерні, матеріальні склади, пульти управління.

Приміщення пічного і розливного прольотів мартенівського цеху і міксерного відділення мають наступні ознаки підвищеної небезпеки: струмопровідні металеві підлоги; висока температура повітря. Наявність приведених двох чинників підвищеної небезпеки дозволяє віднести дані приміщення до особливо небезпечних відносно поразки електричним струмом.

Приміщення механічних майстерень можна охарактеризувати як приміщення з підвищеною небезпекою, оскільки тут є струмопровідні підлоги. Приміщення пультів управління відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки.

Зони, в яких розміщується електроустаткування, можуть відноситися до вибухонебезпечних і пожежонебезпечних класів. Не повинні розглядатися як вибухонебезпечні або пожежонебезпечні приміщення і устаткування, в яких спалюється тверде, рідке або газоподібне паливо (котельні, пічні відділення цехів). Приміщення, в яких по технологічному процесу застосовується відкритий вогонь або розжарені предмети, або зовнішні поверхні технологічного устаткування мають температуру, що перевищує температуру самозаймання горючих газів, пари, пилу або волокон.

Оскільки в цеху працюють мартенівські печі, що використовують природний газ або мазут як паливо, застосовується відкритий вогонь, розжарені і розплавлені речовини, то основні виробничі приміщення цеху не відносяться до вибухонебезпечних і пожежонебезпечним зонам.

До зони класу П-Па відносяться кабельні тунелі, галереї, приміщення пультів управління (зони, в яких є тверді горючі речовини).

У основних виробничих приміщеннях все електроустаткування закритого або такого, що обдувається (закриті апарати, забезпечені

вентиляційним пристроєм для обдування їх зовнішньої частини) виконання з мінімально допустимим ступенем захисту оболонок IP 44 для стаціонарних машин і IP 54 для пересувних механізмів.

У зонах класу II-IIa (пульти управління, кабельні тунелі і галереї) електроустаткування застосовується закритого і захищеного виконання. Захищене електроустаткування має пристосування для оберігання від випадкового дотику до струмоведучих і рухомих частин і від попадання всередину сторонніх предметів. Закрите електроустаткування має оболонку, що відокремлює їх внутрішню порожнину від зовнішнього середовища [18].

У пожежонебезпечних зонах допускається відкрита електропроводка по конструкціях, що не згорають, ізольованими проводами марки АППР, АПВ, АППВ, проводка в сталевих трубах дротом марки ПРТО, АПРТО, в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають, проводами АПВ і ПВ. Застосування неізольованих проводів заборонене.

Живлення цеху електроенергією здійснюється по двох незалежних введеннях. У цеху застосовуються електродвигуни змінного струму трифазні асинхронні серії АОЗ, трифазні асинхронні короткозамкнуті серії 4А в закритому виконанні, що обдувається, трифазні асинхронні короткозамкнуті вибухозахищені серії ВАО. Останні працюють на напрузі 6 кВ.

В мартенівському цеху для штучного освітлення застосовується мережа з напругою 220 В. Освітлювальні прилади включаються між фазним і нульовим дротом мережі трифазного струму. Застосовуються ртутні дугові лампи високого тиску - світильники типу УПДДРЛ (закритий, пиленепроникний) [19].

В мартенівському цеху часто при виконанні різних робіт виникає необхідність застосування ручного електрифікованого інструменту. При цьому зростає небезпека поразки струмом – людина може опинитися під напругою унаслідок пробією ізоляції. Для безпеки при користуванні переносними світильниками місцевого і ремонтного освітлення, переносними електроінструментом застосовують знижену напругу. У

приміщеннях без підвищеної небезпеки – 42 В, в приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних – 12 В. Джерелом малої напруги служать знижуючі трансформатори.

Не дивлячись на те, що значення напруги вважаються відносно безпечні, поразку струмом не можна виключити при несприятливому збігу обставин, наприклад, при замиканні між обмотками знижувального трансформатора. В цьому випадку дотик до струмопровідних частин або до незаземленого корпусу, що опинився під напругою, в мережі малої напруги рівноцінно такому ж дотику в мережі вищої напруги. З метою зменшення небезпеки вторинна обмотка трансформатора заземлюється або занулюється. Протяжність таких мереж обмежена із-за значних втрат напруги унаслідок великих робочих струмів. Додатковою мірою захисту при роботі з електроінструментом служить подвійна ізоляція.

Для живлення виробничого устаткування напругою 380/220 В в мартенівському цеху застосовують чотиридротяну мережу трифазного струму з глухозаземленою нейтраллю.

Оскільки електричні мережі, вживані в мартенівському цеху, мають достатньо велику довжину, на них впливає агресивне середовище (висока температура, бризки металу, іскри, рухомі механізми), то важко забезпечити їх надійну експлуатацію, зокрема ізоляцію. Тому часто можливе виникнення аварійного режиму. У таких умовах необхідний пристрій чотиридротяної мережі з глухозаземленою нейтраллю. Така мережа легко обладнується пристроями захисного відключення, що спрацьовують при аварії [18].

Як захисні заходи від поразки електричним струмом в мартенівському цеху застосовуються [19]:

- електрична ізоляція струмопровідних частин – гумова, поліхлорвинілова, нейритова, паперова, просочена маслоканіфоллю; нормативний опір ізоляції на ділянці (між двома послідовно встановленими апаратами захисту або після останнього апарату) – 500 кОм;
- знижена напруга для ручного електроінструменту і переносних

світильників – 42В в приміщеннях без підвищеної небезпеки і 12В в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх зонах, з використанням знижувальних трансформаторів із зануленою вторинною обмоткою;

- подвійна електроізоляція ручного електроінструменту – струмоведучих частин усередині корпусу і самого корпусу;
- захисне занулення електроустановок;
- захисне відключення – як додаткова міра захисту до занулення;
- недоступне розташування неізольованих струмоведучих частин (тролів);
- засоби індивідуального захисту – діелектричні рукавички, боти, галоші, килимки, інструменти з ізольованими рукоятками, покажчики напруги.

2.4 Оцінка пожежо- і вибухобезпечності мартенівського цеху

Пожежна небезпека мартенівського виробництва характеризується наявністю горючих газів (природний, кисень), горючих рідин (рідкого металу і шлаку), а також присутністю горючого пилу через негерметичність виробничого устаткування.

Природний газ, вживаний в мартенівському виробництві, легко займистий, що може викликати його спалах і вибухи. Вибухи відбуваються при змішуванні газу з повітрям при певних співвідношеннях. У всіх випадках вони є наслідком неправильних дій персоналу або несправності устаткування. Вибухи можуть відбуватися в мартенівській печі, трубопроводах, пиловловлювачах, повітрорудних машинах, а також опалювальних газом приміщеннях, де може накопичуватися газ.

Будівля мартенівського цеху (пічний прольот) по вибуховій і пожежній небезпеці можна віднести до приміщення категорії Г. Приміщення цієї категорії характеризуються наявністю негорючих речовин і матеріалів в

гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводиться випромінюванням тепла, іскр і полум'я, і твердих, рідких і газоподібних речовин, які спалюються або утилізувалися як паливо [20].

Умови розвитку пожежі в будівлях і спорудах багато в чому визначається ступенням їх вогнестійкості. Будівля мартенівського цеху відноситься до III ступеню – будівлі, в яких основні несучі конструкції не згорають – важкоспалимі (межа вогнестійкості 0,25...2 год).

До пожежонебезпечної зони П-І можна віднести склад паливно-мастильних матеріалів мартенівського цеху, оскільки в ньому є горючі рідини з температурою займання більше 61⁰С.

Клас зони мартенівського цеху (пічний прольот) В-Іа, оскільки утворюються вибухонебезпечні суміші горючих газів з повітрям унаслідок аварії, пошкодження або несправності.

Всі електродвигуни, світильники, електроустаткування, встановлювані або вживані у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах мартенівського цеху, мають бути належним чином промаркировані для позначення міри їх захищеності.

Електроустаткування в мартенівському цеху вибране з врахуванням класу вибухонебезпечної зони. Оскільки клас зони В-Іа, то рівень вибухозахисту електричних машин, електроприладів і апаратів – підвищеної надійності проти вибуху [21].

Для попередження вибухів в мартенівському цеху, пов'язаних з рідкими продуктами плавки, необхідно у всіх випадках уникати взаємодії розплавленого металу і шлаку з вологою, забезпечувати хороше просушування жолобів, ковшів, підтримувати сухими робочі місця, майданчики, устаткування і інструмент. Не можна кидати в жолоби з розплавленим металом скрап, заправні матеріали, сміття і інші холодні і вологі предмети [22].

У мартенівському виробництві застосовуються наступні види первинних засобів пожежогасіння:

- вогнегасники (пінні, вуглекислотні, брометилові і порошкові);
- протипожежний інвентар: ящики з піском, покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу; пожежні відра; лопати для засипки піску;
- пожежні інструменти: лом, багри, сокири і ін.

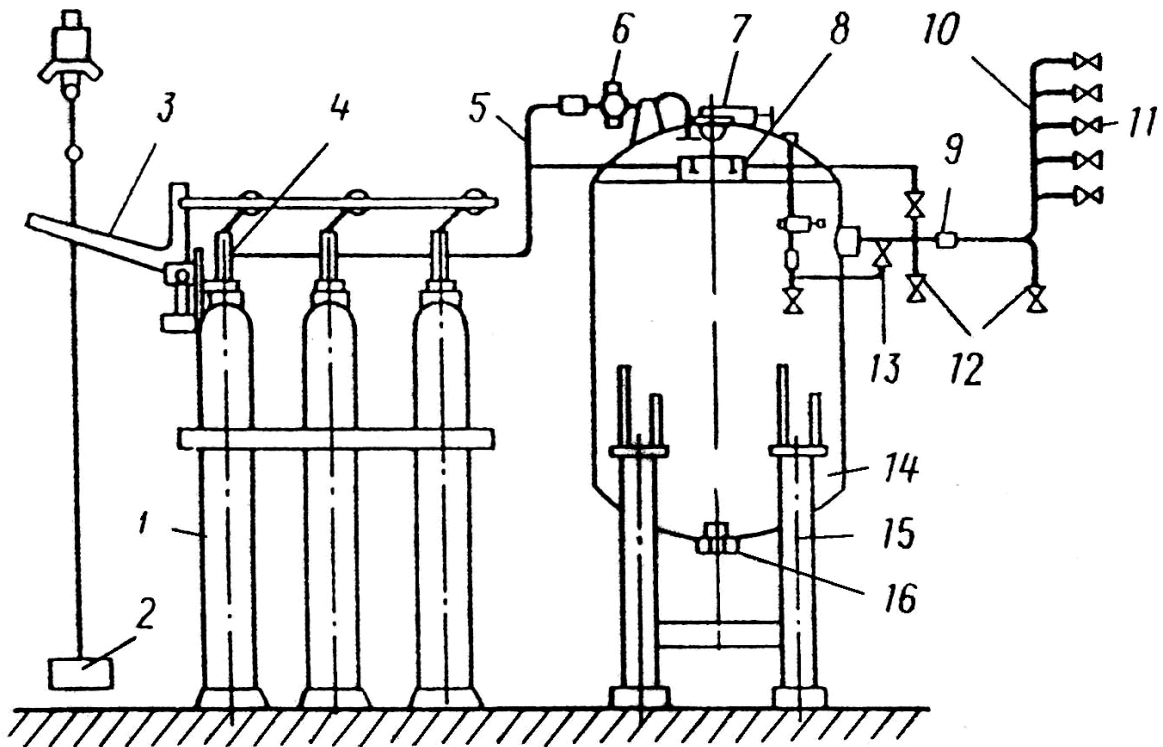
Пожежний інвентар разом з пожежним інструментом і вогнегасниками розміщується на спеціальних пожежних щитах, які встановлюються на території цеху.

Пожежні щити повинні забезпечувати затінювання вогнегасників від прямих сонячних променів і доступність зняття пожежного інвентаря і інструменту. Ручний пожежний інструмент, що є на щитах, необхідно очищати від пилу, грязі, слідів корозії, а також відновлювати кути заточування і фарбування після кожного гасіння. Ящики для піску, що встановлюються окремо, повинні мати об'єм 0,5м³, 1 м³ або 3 м³ і комплектуватися совковими лопатками і носилками. Пісок необхідно періодично перелопачувати.

У мартенівському цеху для гасіння пожеж в побутових приміщеннях, а також для створення по периметру будівлі водяних завіс, що перешкоджають поширенню пожеж застосовують автоматичне дренажне устаткування водяного пожежогасіння [22].

На ділянці пічного прольоту застосовується устаткування порошкового пожежогасіння, оскільки дані установки застосовуються для гасіння розплавлених металів, карбиду кальцію, екзотермічних сумішей і інших речовин, гасіння яких неможливе звичайними вогнегасними засобами.

У мартенівському цеху застосовуються порошкові суміші марок ПС і ПСБ. Вони є дрібним кристалічним порошком, що складається з кальцинованої соди або бікарбонату натрію [це основні компоненти – до 98% (по масі)], графіту, стеаратів заліза і алюмінію, стеаринової кислоти. Основним компонентом порошків марки ПС є кальцинована сода, а порошків ПСБ – бікарбонат натрію. Автоматичне устаткування порошкового гасіння з механічним (тросовим) включенням представлена на рисунку 2.2.



1 - балони із стислим газом; 2 - вантаж тросової системи включення; 3 - важіль; 4 - головка-затвор; 5 - трубопровід стислого газу; 6 - редуктор; 7 - бункер; 8, 12, 13 - вентиля; 9 - кран включення подачі порошку; 10 - трубопровід для подачі порошку; 11 - зрошувачі; 14 - судина з порошком; 15 - стійка; 16 - люк

Рисунок 2.2 - Установа порошкового гасіння з механічним (тросовим)

включенням

Вогнегасний ефект порошкових сумішей пояснюється наступними їх властивостями:

- порошкова хмара і продукти термічного розпаду порошку частково розбавляють концентрацію кисню в зоні горіння;
- порошок, маючи дрібнодисперсну структуру, активно охолоджує полум'я, віднімаючи від нього значну частину тепла на нагрівання і розкладання порошку;
- порошок робить ефект хімічного гальмування реакції горіння;
- порошок, покриваючи поверхню, що горить, частково ізолює її від повітря, а його шар завдяки пористій структурі надає ще і вогнеперешкоджаючу дію.

2.5 Стан здоров'я працівників мартенівського цеху ПАТ «Запоріжсталь» за показниками захворюваності з тимчасовою втратою працездатності (ЗТВП)

У результаті аналізу ЗТВП встановлено, що на підприємстві ПАТ «Запоріжсталь» в цілому за 2017-2019 рр. рівень ЗТВП склав $106,15 \pm 4,34$ випадків на 100 працюючих, $1388,62 \pm 70,9$ днів непрацездатності на 100 працюючих та середня тривалість випадку склала $13,08 \pm 0,21$ днів. Загальний рівень ЗТВП по комбінату залежно від кількості випадків та днів непрацездатності за шкалою оцінки показників ЗТВП Ю. Л. Ноткіна характеризувався як вище середнього та високий відповідно [23-27].

Встановлено, що у структурі ЗТВП за кількістю випадків у відсотках до загальної кількості, перші рангові місця по комбінату посіли хвороби системи дихання (45,9 %), травми та отруєння (11,6 %), хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини (9,7 %), системи кровообігу (7 %) та хвороби органів травлення (6,5 %). За кількістю днів непрацездатності структура захворюваності працівників у відсотках не відрізнялася від попередньої: хвороби системи дихання (30,4 %), травми та отруєння (18,7 %), захворювання кістково-м'язової системи та сполучної тканини (10,3 %), захворювання системи кровообігу та органів травлення – 8,8 та 8,2 % відповідно.

У структурі захворюваності працівників даного металургійного підприємства за кількістю випадків та днів непрацездатності на 100 працюючих до першої п'ятірки захворювань відносяться хвороби системи дихання $48,68 \pm 1,1$ та $421,8 \pm 12,11$ відповідно, на другому місці знаходяться травми та отруєння за кількістю випадків на 100 працюючих $12,33 \pm 0,27$ та кількістю днів на 100 працюючих $259,49 \pm 4,2$, захворювання кістково-м'язової системи та сполучної тканини склали $10,28 \pm 0,36$ та $142,46 \pm 6,2$ відповідно, захворювання системи кровообігу за кількість випадків – $7,43 \pm 0,35$, за кількість днів – $121,9 \pm 6,9$, на п'ятому місці знаходяться

захворювання органів травлення, які за кількістю випадків на 100 працюючих склали $6,85 \pm 0,35$, за кількістю днів на 100 працюючих – $113,89 \pm 6,68$.

Залежно від тривалості випадків у структурі захворюваності на першому місці знаходяться травми та отруєння – $21,06 \pm 0,51$ днів, на наступному місці знаходяться захворювання органів травлення та системи кровообігу, де тривалість випадків склали $16,61 \pm 0,31$ та $16,4 \pm 0,62$ днів відповідно, тривалість випадку для захворювань кістково-м'язового апарату та сполучної тканини склала $13,85 \pm 0,3$ днів, для хвороб системи дихання – $8,66 \pm 0,17$ днів [23-27].

При оцінці рівня ЗВУТ у мартенівському цеху встановлено, що кількість випадків та днів непрацездатності склала $121,39 \pm 2,61$ ($p < 0,001$) по випадкам та $1457,56 \pm 39,47$ ($p < 0,008$) по дням. Середня тривалість випадку склала $12,0 \pm 0,31$ днів. За шкалою Ю. Л. Ноткіна рівень захворюваності за випадками та днями непрацездатності у даному цеху був високий.

Серед ЗТВП, які реєструються у працівників металургійного підприємства, найчастіше зустрічаються захворювання системи дихання. Вони займають провідне місце як по випадкам, так і по дням непрацездатності, є найрозповсюдженішими серед усіх хвороб, що зустрічаються на підприємстві. Максимальні рівні захворювань системи дихання спостерігалися у мартенівському цеху – відповідно $63,17 \pm 3,3$ та $54,3 \pm 5,66$ випадків та $519,1 \pm 31,85$ та $433,69 \pm 54,23$ днів на 100 працюючих.

Другий ранг по кількості випадків та днів непрацездатності у працівників мартенівського цеху належить травмам та отруєнням. Максимальне значення відмічалось серед працівників мартенівського цеху – відповідно $16,09 \pm 0,63$ та $13,04 \pm 0,18$ випадків на 100 працюючих та $327,56 \pm 27,99$ та $291,49,9$ днів на 100 працюючих, середня тривалість випадку відповідала $20,4 \pm 1,41$ та $22,2 \pm 1,44$ дням [23-27].

На третьому ранговому місці серед працівників знаходяться захворювання кістково-м'язової системи та сполучної тканини. Кількість випадків у працівників мартенівського цеху склала $7,42 \pm 0,82$ та $7,36 \pm 0,73$, а

кількість днів $88,52 \pm 15,96$ та $99,64 \pm 3,6$ на 100 працюючих при середній тривалості випадку відповідно – $11,77 \pm 0,88$ та $13,77 \pm 1,16$ днів.

У працівників мартенівського цеху на четвертому місці знаходяться хвороби органів травлення. Кількість випадків непрацездатності серед працівників мартенівського цеху склали $4,81 \pm 0,5$; кількість днів непрацездатності у працівників мартенівського цеху склали відповідно – $79,1 \pm 4,18$ та $46,11 \pm 22,47$; тривалість випадку у працівників мартенівського цеху склала $16,7 \pm 1,32$ днів.

У вогнетривників мартенівського цеху рівень захворюваності за випадками та днями непрацездатності за шкалою Ю. Л. Ноткіна був вище середнього – $100,4 \pm 33,71$ та $1049,2 \pm 290,76$ відповідно, тривалість випадку склала $10,73 \pm 0,61$ днів. У сталеварів та їх підручних рівень захворюваності за випадками ЗТВП склав $151,0 \pm 15,7$ та за днями непрацездатності $1530,8 \pm 140,6$, що має дуже високий рівень захворюваності за шкалою Ю. Л. Ноткіна та достовірно відрізняється від інших професій за випадками та днями непрацездатності ($p < 0,05$). Тривалість випадку для цих працівників склала $10,17 \pm 0,41$ днів.

У структурі ЗТВП вогнетривників мартенівського цеху також перше місце посідають хвороби системи дихання – 53 %, на наступних рангових місцях знаходяться хвороби шкіри та підшкірної клітковини та сечостатевої системи по 9,7 % кожні, 9 % склали хвороби кістково- м'язової системи та сполучної тканини, 6,7 % хвороби органів травлення, 4,5 % хвороби ока та додаткового апарату, 3,7 % інфекційні та паразитарні хвороби, інші хвороби вогнетривників займали незначну питому вагу у структурі ЗТВП.

Серед сталеварів та їх підручних більшу половину всіх випадків ЗТВП займають хвороби системи дихання – 65,06 %, серед них 3,16 % – інші хвороби системи дихання; на другому місці знаходяться хвороби кістково- м'язової системи та сполучної тканини – 11,52 %, на третьому місці хвороби сечостатевої системи – 8,55 % (рис. 2.3) [23-27].

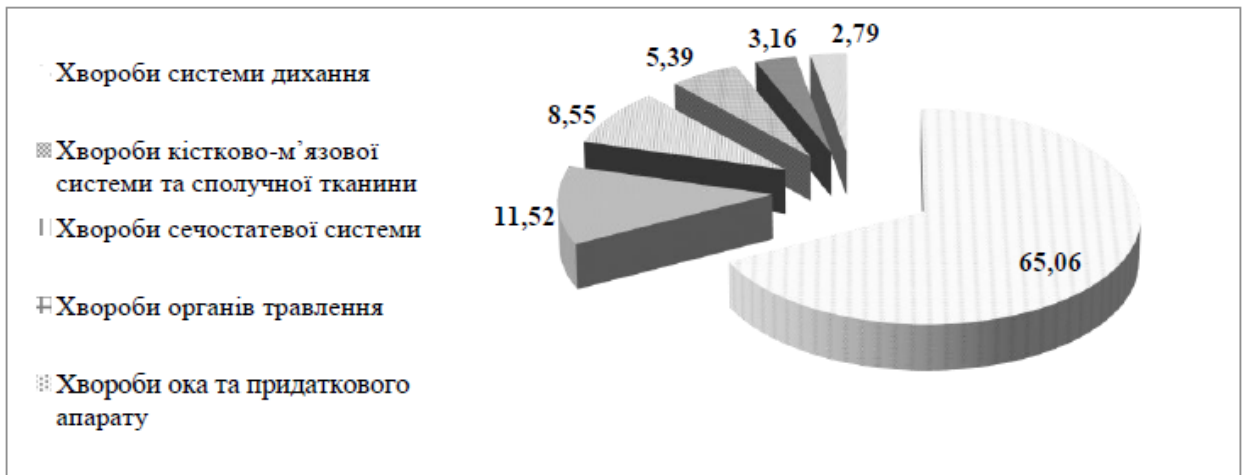


Рисунок 2.3 - Структура ЗТВП за кількістю випадків серед сталеварів мартенівської печі та їх підручних, % [23-27]

Структура ЗТВП у вогнетривників мартенівського цеху залежно від віку представлені на рис. 2.4.

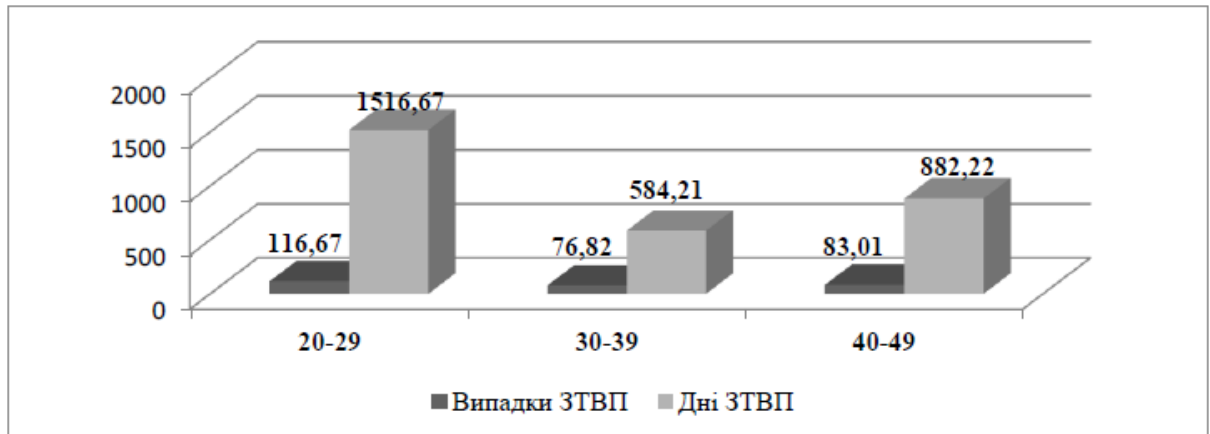


Рисунок 2.4 - Рівень ЗТВП у вогнетривника мартенівського цеху залежно від віку [23-27]

Середня тривалість випадку найбільша у молодшій та старшій віковій групі – $12,3 \pm 1,99$ та $10,9 \pm 0,79$ днів, тоді як у середній віковій групі тривалість одного випадку достовірно менше – $7,47 \pm 0,68$ днів ($p < 0,05$).

У результаті аналізу ЗТВП серед вогнетривників залежно від стажу

встановлено, що більший рівень захворюваності за кількістю випадків мали працівники зі стажем 1–9 років – $102,87 \pm 31,42$, що за шкалою Ю. Л. Ноткіна оцінюється як вище середнього, працівники зі стажем 10–19 років мали низький рівень захворюваності – $57,24 \pm 19,01$, у працівників зі стажем більше 20 років – дуже низький; за кількістю днів непрацездатності у групі 1–9 років рівень оцінювався як середній, у групі 10–19 років як низький, у групі зі стажем більше 20 років як дуже низький. Середня тривалість випадку була більшою у працівників зі стажем 1–9 років – $9,56 \pm 0,31$ днів, в той час як найменшою у групі зі стажем 40–49 років – $7,08 \pm 0,79$ днів. Порівнюючи основні показники ЗТВП виявлено достовірну відмінність між кількістю випадків у групі зі стажем 1–9 та більше 20 років ($p < 0,03$).

Відповідно до шкали оцінки показників захворюваності рівень ЗТВП у сталеварів мартенівської печі та їх підручних на 100 працюючих оцінюється за кількістю випадків у віковій групі 20–29 років, як дуже високий – $155,41 \pm 7,58$, у вікових групах 30–39 та 40–49 років, як високий – $123,29 \pm 17,5$ та $145,03 \pm 62,68$, у віковій групі більше 50 років, як нижче середнього – $69,44 \pm 27,93$; за кількістю днів непрацездатності у віковій групі 20–29 років та 40–49 років, як високий – $1399,89 \pm 42,89$ та $1529,09$ відповідно, у віковій групі 30–39 років, як вище середнього – $1141,09 \pm 197,44$, у віковій групі більше 50 років, як низький – $570,83 \pm 190,21$ (рис. 2.5) [23-27].

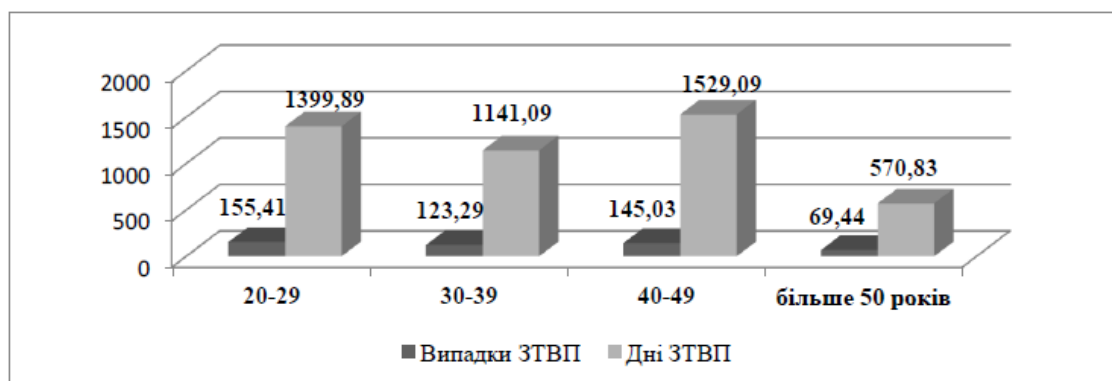


Рисунок 2.5 - Рівень ЗТВП у сталеварів мартенівської печі та їх підручних залежно від віку [23-27]

Середня тривалість одного випадку непрацездатності найбільша у віковій групі 40–49 років – $10,49 \pm 0,7$ днів, у вікових групах 20–29 та 30–39 років становила $9,03 \pm 0,33$ та $9,2 \pm 0,54$ днів, тоді коли у працівників віком більше 50 років – $8,83 \pm 1,24$ днів.

Відповідно до шкали оцінки Ю. Л. Ноткіна рівень захворюваності ЗТВП на 100 працюючих серед сталеварів та їх підручних залежно від стажу оцінюється за кількістю випадків у групах 1–9 та 10–19 років, як високий – $127,31 \pm 12,5$ та $135,16 \pm 29,84$, зі стажем більше 20 років, як дуже високий – $167,14 \pm 63,81$; за кількістю днів непрацездатності у групі зі стажем 1–9 років, як вище середнього – $1178,64 \pm 180,51$, зі стажем 10–19 років, як високий – $1218,06 \pm 208,86$, зі стажем більше 20 років, як дуже високий – $1635,95 \pm 693,06$. Середня тривалість одного випадку у всіх групах була майже однакова і становить близько 9 днів.

Порівнюючи основні показники захворюваності ЗТВП у сталеварів та їх підручних різних вікових груп, виявлено достовірну відмінність за кількістю випадків між молодшою групою та групою 30–39 років ($p < 0,05$) та групою працівників віком більше 50 років ($p < 0,01$); за кількістю днів – між працівниками віком більше 50 років та групою 20–29 років ($p < 0,003$) та 30–39 років ($p < 0,03$) [23-27].

2.6 Висновки до розділу 2

1. У другому розділі розглянуті потенційно небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища мартенівського цеху і на основі цього дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевару пічного прольоту. Гігієнічна оцінка умов праці на робочому місці сталевара мартенівської печі: умови і характер праці відносяться до III класу 3 ступені. Оцінка технічного і організаційного рівня: відповідає технологічному регламенту і проекту організації праці на робочому місці. Атестація робочого місця: робоче місце має в наявності 2

чинника I ступеню, 1 чинник II ступеню і 6 чинників III ступеню. За показниками робоче місце слід рахувати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці, що відповідає показникам Списку №1 п.1.

2. У структурі ПЗ на ПАТ «Запоріжсталь» більшу половину випадків займають захворювання органів дихання – 63,4 %, на наступному місці знаходиться нейросенсорна приглухуватість – 9,8 % та вібраційна хвороба – 6,1 %. Найбільша кількість ПЗ на даному підприємстві виникла від впливу промислових аерозолів – 70,9 %. Середній вік працівників, у яких встановлені випадки ПЗ, склав $53,9 \pm 1,0$ років, середній стаж – $29,9 \pm 1,0$. Найбільша кількість випадків ПЗ зареєстрована у працівників мартенівського цеху (11,4 %).

3. У результаті аналізу ЗТВП на металургійному комбінаті встановлено, що за шкалою Ю. Л. Ноткіна рівень захворюваності оцінюється за кількістю днів на 100 працюючих як вище середнього ($1388,62 \pm 70,9$), за кількістю випадків – як високий ($106,15 \pm 4,34$). Перші рангові місця у структурі ЗТВП за кількістю випадків ($48,68 \pm 2,15$) та днів на 100 працівників ($421,8 \pm 23,73$) займають захворювання органів дихання, друге місце посідають захворювання, отримані у результаті травм, на третьому місці знаходяться захворювання кістково-м'язової системи та сполучної тканини, на четвертому та п'ятому місці знаходяться відповідно захворювання системи кровообігу та органів травної системи.

4. У структурі ЗТВП на першому місці знаходяться захворювання системи дихання; на другому місці знаходяться травми та отруєння, на третьому місці захворювання кістково-м'язової системи та сполучної тканини. Найбільші рівні захворюваності реєструвалися серед працівників мартенівського цеху: сталевари мартенівської печі та їх підручні ($151,0 \pm 15,7$ випадків та $1530,8 \pm 140,6$ днів, тривалість випадку $10,17 \pm 0,41$), вогнетривники ($100,4 \pm 33,71$ випадків та $1049,2 \pm 290,76$ днів, тривалість випадку $10,73 \pm 0,61$).

3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок рівня безпеки мартенівського процесу

Для оцінки зміни безпеці процесу за певний проміжок часу визначають рівень безпеки процесу, під яким розуміється частка часу, при якій процес протікав в межах безпечних параметрів.

Рівень безпеки технологічного процесу може бути розрахований по формулі [12]:

$$Ub' = 1 - \frac{\sum t'_i + \sum \tau'_i + \sum \phi'_i}{T'}$$

де $\sum t'_i$ - загальна тривалість процесу, протягом якого відбувалися порушення параметрів безпеки, год;

$\sum \tau'_i$ - загальна тривалість екстремальних відхилень процесу, год;

$\sum \phi'_i$ - загальна тривалість протікання процесу з порушенням параметрів безпеки під впливом зовнішніх чинників або в результаті несправності агрегату або його окремих елементів, год;

T' - час роботи агрегату, год.

Рівень безпеки технологічного процесу виплавки сталі розраховано для стаціонарної мартенівської печі номінальною ємністю 2×250т. Тривалість гарячих і холодних ремонтів 48,7 годин. Час протікання процесу 1 місяць (720 год), тоді

$$T' = T - t = 720 - 48,7 = 671,3 \text{ год.}$$

Основні порушення і екстремальні відхилення параметрів безпеки мартенівського процесу і їх тривалість, год:

1. Порушення параметрів: переокисленність металу – 50,6; перегрів

металу – 24,3; перевищення допустимого рівня металу, оплавлення зведення печі (підвищена температура в печі) – 23,8; високий тиск газу в печі – 47,5.
 $\sum t' = 166,0$ годин.

2. Екстремальні відхилення параметрів: подача в пекти пилоподібних шлакообразуючих матеріалів (спінювання і викид шлаку) – 6,8; подача рудної шихти (агломерату, окатишу, залізняка) в перегрітий метал (викиди металу) – 13,6; подача у піч непросушених феросплавів (викиди металу) – 4,2. $\sum \tau' = 24$ годин.

3. Порушення параметрів під впливом зовнішніх чинників або в результаті несправності агрегату або його елементів: завалення не габаритного лому – 58,8; порушення цілісності подини – 7,4; подача в ківш непросушених феросплавів – 14,2; порушення цілісності системи охолодження фурм – 5,6. $\sum \varphi' = 86,0$ годин.

Рівень безпеки технологічного процесу виплавки сталі в мартенівській печі в даному випадку складе:

$$U_b' = 1 - \frac{166,0 + 24,6 + 86,0}{671,3} = 0,59 = 59\%.$$

Отже, рівень безпеки мартенівського процесу середній.

3.2 Розрахунок площі небезпечної зони від тепловипромінювання мартенівської печі

Однією з небезпечних зон мартенівського процесу є сталерозливний жолоб. Шкідливим і небезпечним чинником є висока температура і підвищений рівень випромінювання. Визначимо площу небезпечної зони жолоба при його довжині 7,8 м, якщо його ширина 0,7 м. У загальному вигляді площа небезпечної зони розраховується по формулі [12]:

$$S_{нз} = S_{джер} + S_ч - S_e,$$

де $S_{джер}$ – площа джерела небезпечних і шкідливих чинників, м²;

$S_ч$ – площа дії цих чинників, м²;

S_e – площа небезпечної зони, що захищається екраном, м².

Площа випромінюючої поверхні

$$F = S_{джер} = a \cdot b = 7,8 \cdot 0,7 = 5,46 \text{ м}^2.$$

$$S_e = \frac{\pi \cdot (R - r)^2}{2};$$

$$S_ч = \frac{\pi \cdot R^2}{2};$$

де r – відстань від джерела до захисного екрану, м; приймаємо $r = 1$ м.

R – радіус дії теплового опромінювання, м.

Відстань від центру випромінюючої поверхні до ділянки, на якій рівень випромінювання є безпечним виразимо з формули [12]:

$$q = 0,91F \left[\left(\frac{T_B}{100} \right)^4 - 110 \right] \frac{1}{l_B^2}, \text{ Вт/м}^2,$$

звідси

$$l_B = \sqrt{\frac{0,91 \cdot F \left[\left(\frac{T_B}{100} \right)^4 - 110 \right]}{q}},$$

де F – площа випромінюючої поверхні, м²;

T_B - температура випромінюючій поверхні, $T_B = 1300 + 273 = 1573$ К;

q – допустиме значення теплового випромінювання на робочому місці
 $q = 140 \text{ Вт/м}^2$ [12];

l_B – відстань від центру випромінюючої поверхні до ділянки, на якій
 $q = 140 \text{ Вт/м}^2$.

$$l_B = R = \sqrt{\frac{0,91 \cdot 5,46 \left[\left(\frac{1573}{100} \right)^4 - 110 \right]}{140}} = 46,6 \text{ м.}$$

Розрахуємо площу небезпечної зони:

$$S_B = \frac{3,14 \cdot 46,6^2}{2} = 3409,4 \text{ м}^2;$$

$$S_e = \frac{3,14 \cdot (46,6 - 1)^2}{2} = 3264,6 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{н.з}} = 5,46 + 3409,4 - 3264,6 = 150,26 \text{ м}^2.$$

Так як $l_B > 2 \text{ м}$ а також $S_{\text{н.з}} = 150,26 \text{ м}^2$, необхідно встановити захисний екран. Для захисту від теплового випромінювання паралельно жолобу на відстані 1 м встановлюємо екран з альфолію.

3.3 Інженерна розробка заходів захисту від пилу й надмірного тепла

Проектом пропонується встановлення аспірації «козлорізки» мартенівського цеху, так як ця ділянка є джерелом надмірного виділення пилу, а також надлишкового тепла. Розрахуємо витяжний зонт при зрізанні «заколення» сталерозливного ковшу розмірами 4,0 м. Температура ковшу близько 800°C , а в робочій зоні повинна бути $t_{\text{рз}} = 27^\circ\text{C}$. Приймаємо висоту

установки зонту над поверхнею ковшу $h=0,5$ м. З графіка [17, с. 123] знаходимо параметр $\alpha = 0,1$, який є відношенням:

$$\alpha = \frac{t_{ц} - t_{p.з.}}{t_{п} - t_{p.з.}},$$

де $t_{ц}$ - температура в центрі повітряного потоку, що йде під зонт, в плоскості підстави зонту, °С;

$t_{п}$ - температура тепло- й пиловиділяючої поверхні, °С.

$$t_{ц} = t_{p.з.} + \alpha(t_{п} - t_{p.з.}),$$

$$t_{ц} = 27 + 0,1(800 - 27) = 104,3 \text{ °С.}$$

Середня температура повітряного потоку біля входу в зонт:

$$t_{cp} = 0,39(t_{ц} - t_{p.з.}) + t_{p.з.};$$

$$t_{cp} = 0,39(104,3 - 27) + 27 = 57,2 \text{ °С.}$$

Визначаємо осьову швидкість потоку, м/с, по формулі:

$$V_{ц} = 0,000555(t_{п} - t_{p.з.}) + 0,3.$$

$$V_{ц} = 0,00055(800 - 27) + 0,3 = 0,73 \text{ м/с.}$$

Середня швидкість потоку в плоскості зонту:

$$V_{cp} = V_{ц} \cdot 0,39 = 0,73 \cdot 0,39 = 0,29 \approx 0,3 \text{ м/с.}$$

Визначаємо кількість конвекційного тепла Q_k , що виділяється з поверхні ковшу, Ккал/год:

$$Q_k = \alpha F(t_{II} - t_{p.z.}),$$

де α - коефіцієнт конвекції, ккал/м²год. град.

F – площа перетину джерела тепловипромінювання, тобто ковша; $F=13\text{м}^2$.

Коефіцієнт конвекції α визначається з виразу:

$$\alpha = 2,8^4 \sqrt{t_{II} - t_{p.z.}};$$

$$\alpha = 2,8^4 \sqrt{800 - 27} = 14,8 \text{ ккал/м}^2\text{год. град.}$$

$$Q_k = 14,8 \cdot 13 (800 - 27) \approx 150\,000 \text{ ккал/год.}$$

Кількість повітря, що підтікає під парасоль визначається по виразу:

$$L = \frac{Q_k (t_{cp} + 273)}{39,7(t_u - t_{p.z.})},$$

$$L = \frac{150000(57,2 + 273)}{39,7(104,3 - 27)} = 16140 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Площа перетину потоку:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot V_{cp}} = \frac{16140}{3600 \cdot 0,3} = 15 \text{ м}^2.$$

Приймаємо поперечний перетин парасолі прямокутної форм з однією стороною 4,6 м (для перекриття діаметру ковшу), отже друга сторона:

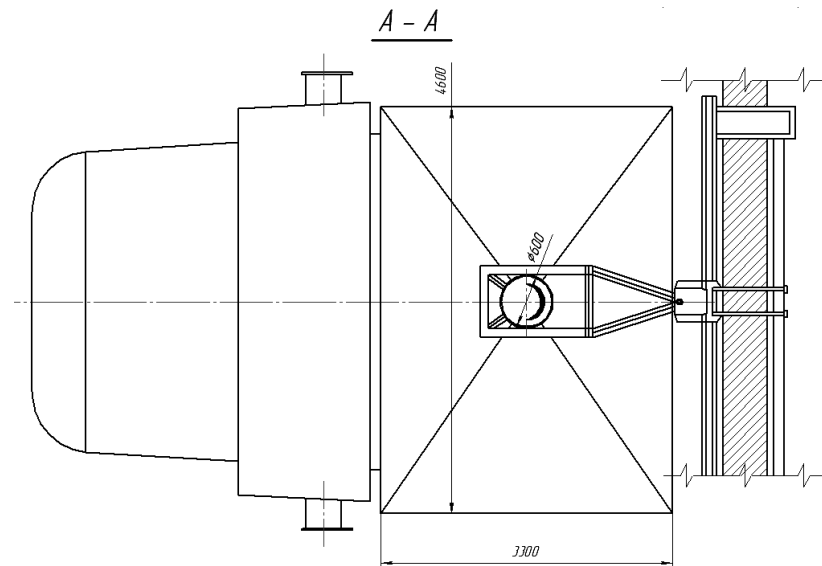
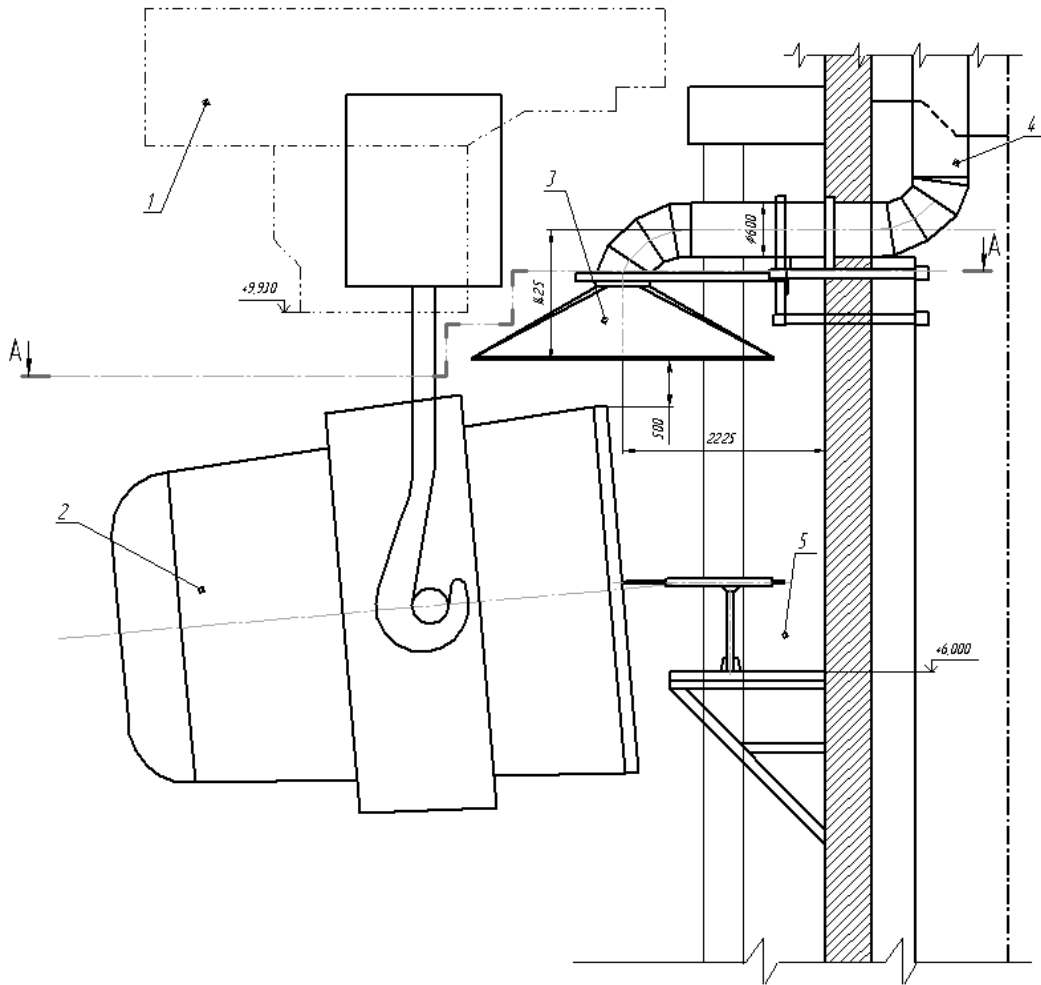
$$v = F / a = 15 / 4,6 = 3,3 \text{ м.}$$

Розміщення витяжного зонту над сталерозливним ковшем показано на рисунку 3.1. Відбір і відведення на очищення в рукавний фільтр газів, утворених при різанні козлів сталерозливних ковшів, об'ємом 16140 м³/год здійснюється за допомогою вентилятора ВДН-12,5-1 [17].

3.4 Інженерна розробка заходів захисту від шуму

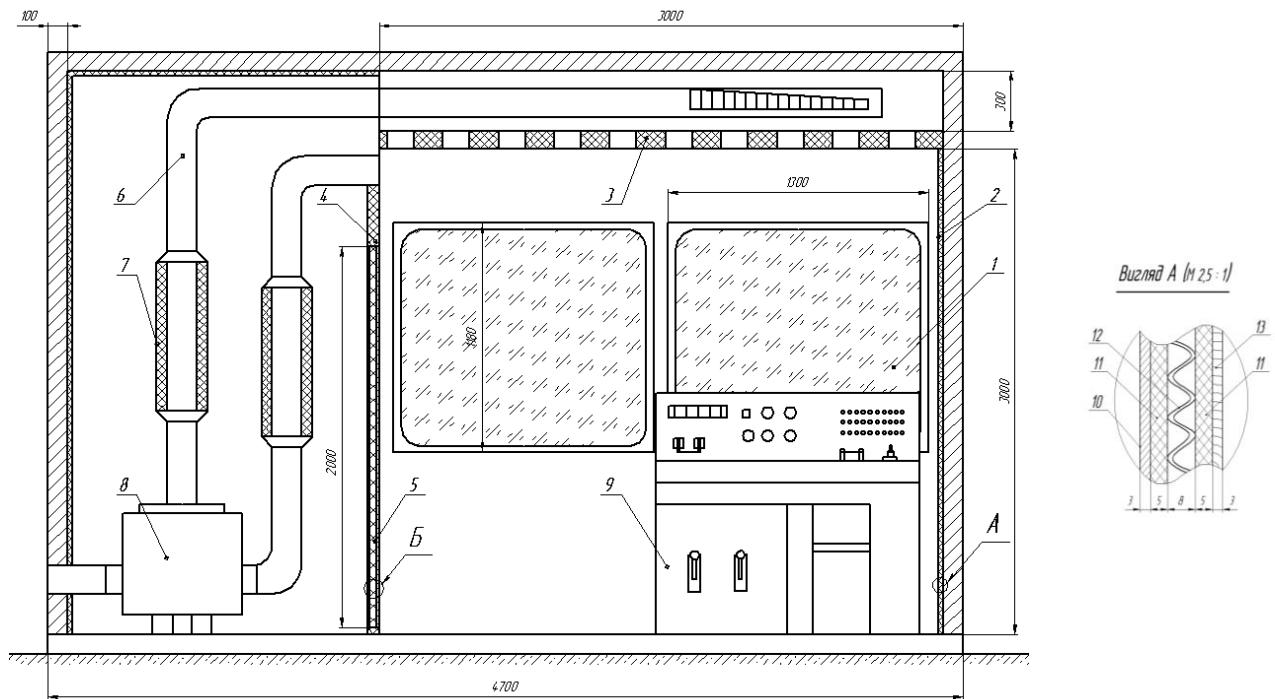
Пристрій звукоізолюючих кабін є ефективним і найбільш поширеним засобом захисту виробничого персоналу від шуму. Звукоізолююча кабіна має наступну конструкцію: кабінні із збірних елементів кріпляться до нерозбірного або збірнорозбірного каркасу з металевих профілів. Такі кабінні відносяться до 3-го або 4-го класу по акустичній ефективності. Кабіна збирається на каркасі з уніфікованих модульних елементів. Каркас складається з підстави і стін. Підстава зварена з швелерів і куточків, на яких кріпляться дошки. До підстави прикріплюються стінки кабінні, на яких встановлюється стеля. Кріплення здійснюється через гумові ущільнення. Стіни і двері виготовляються із спеціальних профілів, які утворюють відсіки для встановлення звукоізолюючих елементів розміром 500×1000 мм і завтовшки 50 мм, заповнених матами з супертонкого скловолокна (рис. 3.2). Внутрішня поверхня елементів перфорована. Кабіна встановлюється на віброізоляторах ОВ-31. З метою забезпечення оптимальних умов в кабінні встановлюється кондиціонер.

Стіни звукоізолюючого посту управління мають таку будову: алюмінієвий лист ($\delta = 3$ мм), суха штукатурка ($\delta = 5$ мм), листи азбошиферу ($\delta = 8$ мм), плита ДВП ($\delta = 3$ мм). Дах кабінні виконуємо із ДСП ($\delta = 18$ мм). Вибираємо вікно з подвійним склінням завтовшки 3 мм та повітряним проміжком 30 мм. Стекла по контуру ущільнені гумою.



1 – траверза розливного крана; 2 – сталерозливний ківш; 3 – витяжний парасоль; 4 – газопровід вловленого газу для направлення його на очищення; 5 – робочий майданчик «козлорізки»

Рисунок 3.1 – Аспірація «козлорізки» розливного прольоту мартенівського цеху



1 – подвійне скління; 2 – звукозахисне облицювання; 3 – звукопоглинаючий підвісний дах; 4 – перегородка; 5 – звукоізолюючі двері; 6 – повітряпровод припливної вентиляції; 7 – глушники шуму; 8 – кондиціонер; 9 – пульт управління; 10 – алюмінієвий лист; 11 – суха штукатурка; 12 – листи азбошиферу; 13 – плита ДВП.

Рисунок 3.2 – Звукоізолююча кабіна пульту управління піччю

Проведемо розрахунок звукоізолюючої кабіни для досягнення санітарних норм по рівню шуму. Необхідне зниження шуму в кабіні визначимо за формулою [15]:

$$R_{\text{зн.ш.}} = L_{\text{ш}} - L_{\text{доп}}, \text{ дБА,}$$

де $L_{\text{ш}}$ – октавний рівень звукового тиску на робочому місці де планується місці установки кабіни, дБА;

$L_{\text{доп}}$ – допустимий рівень звукового тиску на робочих місцях, дБА.

$$R_{\text{зн.ш.}} = 96 - 80 = 16 \text{ дБА.}$$

Необхідна звукоізолююча здатність захищаючих конструкцій, вікон і дверей звукоізолюючої кабіни [15]:

$$R_{н.і.} = L_{ср} - 10 \lg V_i + 10 \lg S_i - L_{доп} + 10 \lg(n),$$

де $L_{ср}$ – середній октавний рівень звукового тиску в шумному приміщенні, дБА;

V_i – відповідно постійні шумне і ізольоване приміщення в даній октавній смузі частот, m^3 ;

S_i – площа даної огорожі або його елемента, через які шум проникає в ізольоване приміщення, m^2 ;

n – загальна кількість окремих елементів даних огорож, шт.

Постійну приміщення V_i визначають множенням постійною приміщення на середньометричій частоті 1000Гц на частотний множник ($V_i = V_{1000} \cdot \mu$) [15]. Постійна приміщення V_{1000} визначається по графіку 2.3 [15, стр. 13]. Об'єм кабіни дорівнює

$$V = 3,7 \cdot 3,0 \cdot 3,0 = 33,3 \text{ м}^3,$$

тоді $V_{1000} = 2,5 \text{ м}^3$ і $\mu = 1$. Отже, $V_i = 2,5$. Кількість вікон $n = 2$, розміром 1300×1180 мм, тоді

$$S_{вікна} = 1,30 \cdot 1,18 = 1,534 \text{ м}^2.$$

Необхідна звукоізолююча здатність вікон кабіни:

$$R_{н.і.}(вікон) = 96 - 10 \lg 2,5 + 10 \lg 1,534 - 80 + 10 \lg(2) = 17 \text{ дБА}.$$

Вибираємо двері із стандартного дверного полотна завтовшки 40 мм. Кількість дверей $n = 1$, розміром 2000×1050 мм, тоді

$$S_{двері} = 2,00 \cdot 1,05 = 2,10 \text{ м}^2.$$

Необхідна звукоізолююча здатність дверей кабіни:

$$R_{н.і.(двери)} = 96 - 10 \lg 2,5 + 10 \lg 2,1 - 80 = 15 \text{ дБА.}$$

Звукоізолююча здатність кабіни визначимо по формулі:

$$R_{н.і.(кабіни)} = R_{ср} + 10 \lg B_i - 10 \lg \Sigma S_i ,$$

де S_i – площа кожного елементу огорожі, м ;

$R_{ср}$ – середня звукоізоляція всіх огорож кабіни [15]:

$$R_{ср} = 10 \lg \frac{S_{заг}}{\Sigma(S_i \cdot 10^{-0,1R_i})} ,$$

де $S_{заг}$ – загальна площа окремих елементів звукоізолюючої конструкції, м².

$$R_{ср} = 10 \lg \frac{1,534 \cdot 2 + 2,1}{1,534 \cdot 10^{-0,117} + 2,1 \cdot 10^{-0,115}} = 17 \text{ дБА.}$$

Тоді, необхідна звукоізолююча здатність кабіни:

$$R_{н.і.(кабіни)} = 17 - 10 \lg 2,5 + 10 \lg (1,534 \cdot 2 + 2,1) = 20 \text{ дБА.}$$

Оскільки $R_{н.і.(кабіни)} > R_{зн.ш.}$, то означає що запропонована звукоізолююча кабіна забезпечить захист від підвищеного рівня шуму на пульті управління мартенівською піччю.

3.5 Інженерна розробка заходів від надлишкової теплоти в пічному прольоті

В мартенівському цеху в пічному прольоті на місцях постійного перебування робітників, які піддаються дії інфрачервоного випромінювання інтенсивністю більше 140 Вт/м², для усунення перегрівання організму робітників припливне повітря прямує безпосередньо на поверхню тіла

робітника у вигляді так званого «повітряного душирування». Швидкість повітря залежить від інтенсивності інфрачервоного випромінювання і категорії робіт.

Виконаємо розрахунок аерації для пічного прольоту мартенівського цеху. В мартенівському цеху об'ємом 1000000 м³ встановлені мартенівські печі з тепловиділяючою поверхнею однієї печі 270 м². Температура всередині печі 1600 °С. Продуктивність печі Р = 800 000 т/рік. Стінки печей – вогнетривка цеглина (шамот), завтовшки δ₁ = 345 мм. Кожух печі сталевий товщиною δ₂=3 мм. Початкова температура сталі, що випускається з печі, Т_{поч} = 1300 °С, до моменту вивезення з відділення сталь остигає до Т_{кін}= 400°С. Температура повітря в пічному прольоті мартенівського цеху Т_ц = 41°С.

Кількість повітря, яку необхідно подавати для видалення надлишкової теплоти, м³/год:

$$V_{\text{воз}} = \frac{Q_{\text{надл}}}{C \cdot (t_{\text{відх}} - t_{\text{прин}})},$$

де Q_{надл} – надлишки тепла, кДж/год;

С – теплоємність повітря, С = 1,256 кДж/(м³·К);

Т_{відх} – температура повітря, яке відходить з приміщення, °С;

t_{прин} – температура припливного повітря, t_{прин} = 27 °С – для Запоріжжя.

Температура повітря залежить від кількості явного тепла, повітрообміну, висоти цеху та ін. Її можна визначити з формули:

$$m = \frac{t_{\text{р.з.}} - t_{\text{прин}}}{t_{\text{відх}} - t_{\text{прин}}},$$

де m – коефіцієнт, залежний від відношення площі, займаної тепловиділяючим устаткуванням до площі приміщення; для пічного

прольоту мартенівського цеху $m = 0,4$;

$t_{p.з.}$ – температура повітря в робочій зоні, °C; $t_{p.з.} = 41$ °C.

$$m = \frac{41 - 27}{t_{відх} - 27} = 0,4, \Rightarrow t_{відх} = 62 \text{ °C.}$$

Тепловиділення від мартенівських печей визначається по формулі, Вт:

$$Q_{п} = R \cdot (T_{вн} - T_{ц}) \cdot S,$$

де R – коефіцієнт теплопередачі стінок печі, Дж/(м²·с·К);

S – сумарна площа тепловиділюючих поверхонь печей, м².

$$R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{14} + \frac{0,345}{0,93} + \frac{0,003}{7} + \frac{1}{9,3}} = 1,81 \text{ Дж/(м}^2\text{·с·К)},$$

де α_1 і α_2 – коефіцієнти тепловіддачі на внутрішній і зовнішній поверхнях печі, Дж/(м²·с·К) [22];

λ_1 і λ_2 – коефіцієнти теплопровідності шамотної цеглини і кожуха печі, Дж/(м²·с·К).

Тоді тепловиділення від мартенівських печей:

$$Q_n = 1,81 \cdot (1600 - 41) \cdot 270 \cdot 9 = 6856949,7 \text{ Дж/с.}$$

Тепловиділення від остигаючого металу:

$$Q_m = P \cdot C \cdot (T_{поч} - T_{кін}) = 200000 \cdot 0,14 \cdot (1300 - 400) / 3600 = 7000 \text{ Дж/с,}$$

де $C = 0,14$ Дж/(кг·К) – теплоємність металу.

Загальна кількість теплоти, що виділяється в цеху від мартенівських печей і остигаючого металу:

$$Q_{заг} = Q_n + Q_m = 6856949,7 + 7000 = 6863949,7 \text{ Дж/с.}$$

Приймаємо втрати теплоти через обгороджування будівель цеху, рівними 20% від загального вступу теплоти. Тоді надлишкова кількість теплоти:

$$Q_{надли} = Q_{заг} \cdot 0,8 = 6863949,7 \cdot 0,8 = 5491159,8 \text{ Дж/с.}$$

Тоді необхідний повітрообмін:

$$V_{нов} = \frac{3600 \cdot 5491159,8}{1,256 \cdot 1000 \cdot (62 - 27)} = 449685,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність повітрообміну:

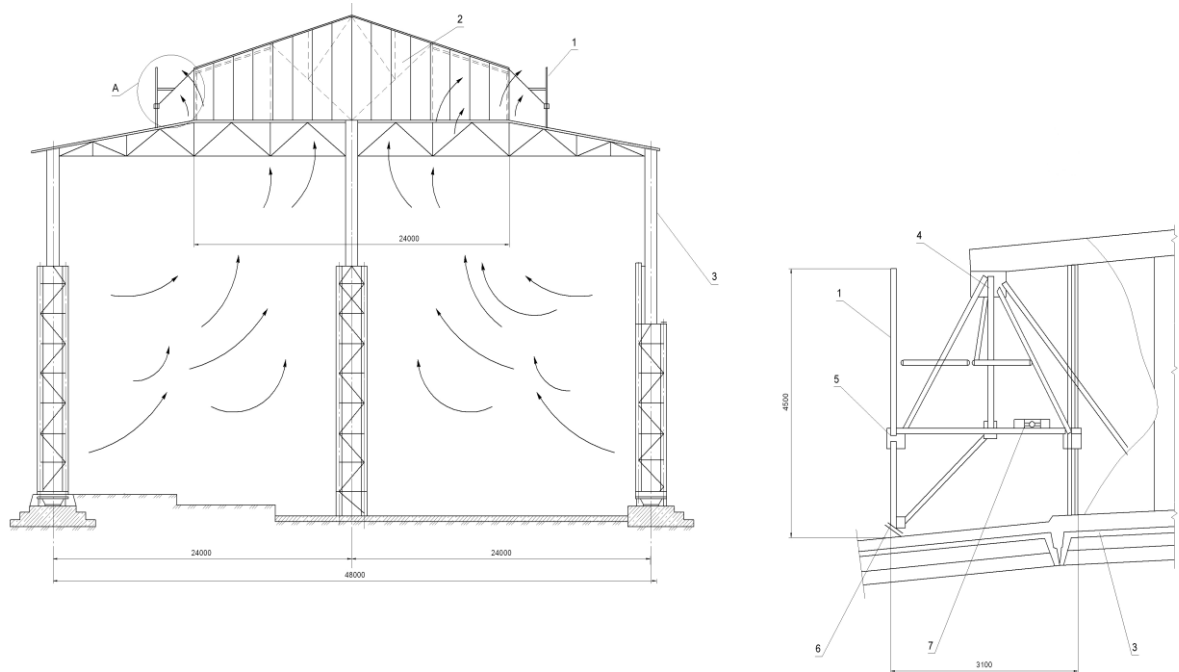
$$K = \frac{V_{нов}}{V_{ном}} = \frac{449685,5}{1000000} = 0,5.$$

Таким чином, повітря в мартенівському цеху протягом години обмінюється ≈ 1 раз.

Для здійснення аерації (рис. 3.3) владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі мартенівського цеху: перший ряд – на рівні 10 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок – 26 м.

На даху владнуємо витяжний ліхтар. Таке розміщення отворів дозволяє збільшити повітрообмін влітку, а зимою, закривши нижні отвори, зменшити

його і забезпечити за рахунок тепла приміщення підігрівання холодного повітря, що поступає через середній отвір, перш ніж він дійде до робочих місць [17].



1 – поворотна панель; 2 – зашивання торця ліхтаря покрівельною сталлю; 3 – збірні залізобетонні плити покриття; 4 – пристрій важеля; 5 – підвісна панель; 6 – регулюючий лист; 7 – штанга механізма

Рисунок 3.3 – Аерація мартенівського цеху

По розрахунковому повітрообміну визначимо площі припливних і витяжних отворів. За умови рівності цих площ площа кожної з них може бути розрахована по спрощеній формулі:

$$F = \frac{V_{нов}}{700\mu\sqrt{H\Delta t}},$$

де μ – середній коефіцієнт витрати для отворів (від 0,54 до 0,58);

H – відстань між центрами нижніх і верхніх отворів, м;

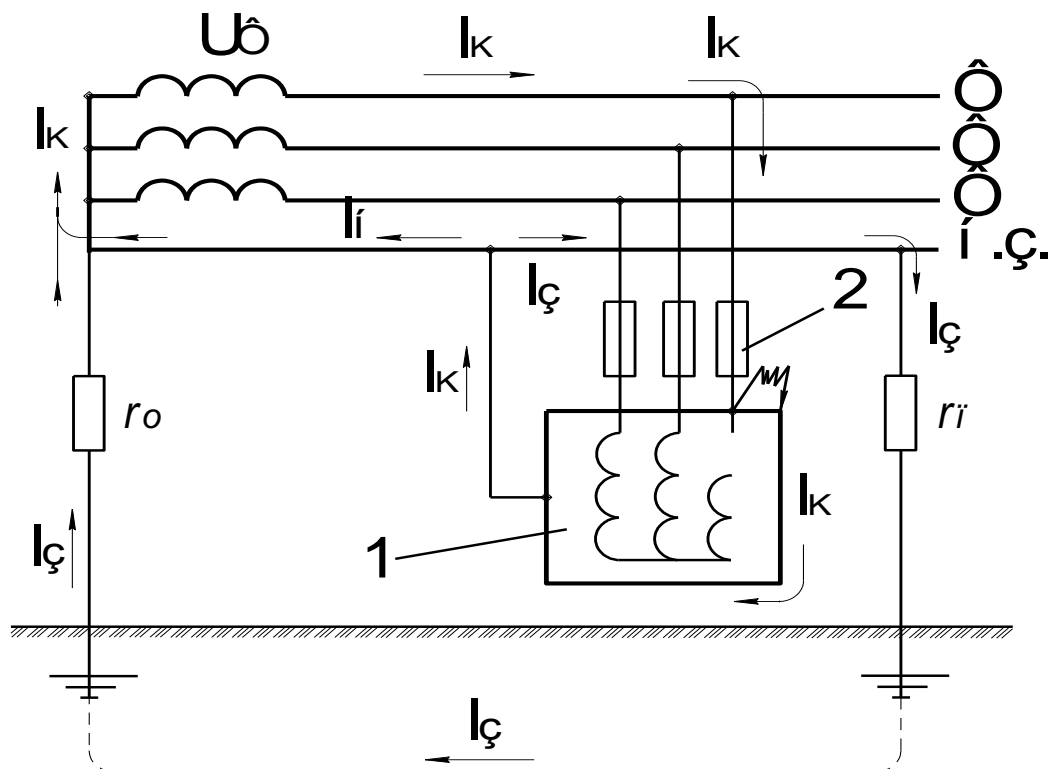
Δt – різниця між середньою температурою цеху і зовнішньою, °С.

$$F = \frac{449685,5}{700 \cdot 0,56 \sqrt{16(62 - 27)}} = 48,5 \text{ м}^2.$$

На будівлі мартенівського цеху влаштована витяжна шахта, що здійснюється над гребенем даху будівлі на 1 м.

3.6 Розрахунок захисного занулення

При сполученні з металевими конструкціями, що опинилися під напругою, виникає небезпека поразки електричним струмом. Найбільш ефективною мірою захисту є захисне занулення, схема якого представлена на рисунку 3.4.



1 – корпус електродвигуна; 2 – апарати захисту від струмів КЗ (запобіжники)

Рисунок 3.4 - Принципова схема захисного занулення

Захисне занулення влаштовують для того, щоб пробій на корпус перетворити на коротке замикання (КЗ) між фазним і нульовим дротами, викликати тим самим протікання великого струму через захист і швидко відключити пошкоджене устаткування від мережі.

На приведеній схемі видно, що при замиканні на корпус фаза виявиться сполученою накоротко з нульовим дротом, завдяки чому через захист (плавкий запобіжник або автомат) потече струм короткого замикання, який і викличе перегорання запобіжника або відключення автомата.

Щоб захист швидко спрацював, цей струм має бути достатньо великим. Правила вимагають, щоб він був в три рази більше номінального струму плавкої вставки найближчого запобіжника або расцепителя автоматичного включення. Ця вимога виявляється виконаною, якщо нульовий дріт має провідність не менше 50 % провідність фазного дроту. Як нульові проводи допустимо використовувати сталеві смуги, металеві оболонки кабелів, металоконструкції будівель, підкранові шляхи та інші.

Перевіримо, чи забезпечена відключаюча здатність занулення в мережі при нульовому захисному провіднику - мідному дроті перетином 14 мм². Лінія 380/220В з мідними дротами 3×25 мм² живиться від трансформатора 400 кВА, 6/0,4 кВ з схемою з'єднання обмоток У/УН. Двигун МА-36 захищений запобіжником $I_{\text{ном}}=75\text{А}$; коефіцієнт кратності струму для такого запобіжника дорівнює 3 ($K=3$) [19].

Необхідно перевірити дотримання умов спрацювання захисту. Для цього необхідно визначити найменші допустимі умовами спрацювання захисту $I_{\text{к}}$:

$$I_{\text{кз}} \geq KI_{\text{ном}},$$

де K - коефіцієнт кратності номінального струму $I_{\text{ном}}$ плавкої вставки запобіжника.

Найменше допустиме значення $I_{\text{к}}$:

$$I_k = 3 \cdot 75 = 225 \text{ A.}$$

З даних [19, таблиця. 6.1] знаходимо повний опір трансформатора $z_T = 0,195 \text{ Ом}$. Визначаємо опори фазного і нульового захисного провідників $R_\phi, X_\phi, R_{н.з}, X_{н.з}, X_\Pi$ на ділянці лінії $l = 200 \text{ м}$.

Опір фазного провідника визначаємо по формулі:

$$R_\phi = \rho \cdot l / S_\phi,$$

де ρ - питомий опір провідника, для міді дорівнює $0,018 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

S_ϕ – перетин фазного провідника, мм^2 ; $S_\phi = 25 \text{ мм}^2$.

$$R_\phi = 0,018 \cdot 200 / 25 = 0,144 \text{ Ом.}$$

Оскільки фазний дріт мідний, то $X_\phi = 0$, для нульового захисного провідника також $X_{н.з} = 0$ тому ними нехтуємо; коли фазний і нульовий провідники розташовані в безпосередній близькості один від одного, опір X_Π невеликий і їм також можна знехтувати.

$$R_{н.з} = \rho \cdot l / S_{н.з},$$

де $S_{н.з}$ – перетин нульового провідника, мм^2 ; $S_{н.з} = 14 \text{ мм}^2$;

$$R_{н.з} = 0,018 \cdot 150 / 14 = 0,193 \text{ Ом.}$$

Знаходимо дійсне значення струму однофазного короткого замикання, який проходить по петлі фаза-нуль, при замиканні фази на корпус двигуна, по формулі:

$$I_{к.з} = \frac{U_\phi}{z_T / 3 + \sqrt{(R_\phi + R_{н.з})^2 + (X_\phi + X_{н.з} + X_\Pi)^2}},$$

де U_{ϕ} – фазна напруга мережі, В;

z_T – повний опор трансформатора, Ом.

$$I_{к.з} = \frac{220}{\frac{0,195}{3} + \sqrt{(0,144 + 0,193)^2}} = 547 \text{ A.}$$

Оскільки дійсне значення струму однофазного КЗ (547А) перевищує найменший допустимий за умовами спрацьовування захисту струм (225А), нульовий захисний провідник вибраний вірно, тобто відключаюча здатність системи занулення забезпечена.

3.7 Розрахунок захисного відключення

В кінці лінії 380/220В є занулений споживач енергії (електродвигун). Унаслідок віддаленості його від живлячого трансформатора можливі випадки відмови занулення. Разом з тим за умовами безпеки потрібне безумовне відключення установки при замиканні фази на корпус, причому напруга дотику $U_{\text{доп}}$ не повинна перевищувати 42В. Для виконання цих умов забезпечуємо установку захисного відключення (УЗВ), що реагує на потенціал корпусу. При цьому використовуємо реле напруги, у якої напруга спрацьовування $U_{\text{сп}}=30\text{В}$, активний опор обмотки $R_p=400$ Ом, індуктивний опор $X_p=200$ Ом [19]. Знайдемо опор допоміжного заземлення r_B , при якому УЗВ спрацьовуватиме, з рівняння напруги спрацьовування реле $U_{\text{сп}}$:

$$U_{\text{сп}} = U_{\text{доп}} \frac{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}{\alpha_1 \alpha_2 \sqrt{(R_p + r_B)^2 + X_p^2}},$$

де R_p и X_p – активное и индуктивное сопротивления обмотки реле, Ом;

$U_{\text{доп}}$ – допустима напруга дотику, В.

Підставляємо відповідні значення напруги спрацьовування реле:

$$30 = 42 \cdot \frac{\sqrt{400^2 + 200^2}}{\sqrt{(400 + r_B)^2 + 200^2}};$$

$$1764 \cdot (400^2 + 200^2) = 900 \cdot [(400 + r_B)^2 + 40000],$$

$$r_B^2 + 800 \cdot r_B - 552000 = 0,$$

звідки знаходимо опір допоміжного заземлення:

$$r_B = \frac{-800 + 1687,6}{2} = 444 \text{ Ом.}$$

Таким чином, якщо напруга дотику досягне 42В, то пристрій захисного відключення спрацьовуватиме при опорі допоміжного заземлення $r_B = 444 \text{ Ом}$.

3.8 Інженерна розробка заходів з пожежної безпеки

З метою попередження прямого удару і другорядних проявів блискавок, будівлі мартенівського цеху обладнали системами блискавкозахисту.

Розглянемо ділянку цеху «МП1 – МП2», яка має довжину $l = 100210 \text{ мм}$, или $100,21 \text{ м}$. Розміри цеху: довжина $S = 580 \text{ м}$, ширина $L = 60 \text{ м}$, максимальна висота $h = 33 \text{ м}$. Відстань між димарями на цій ділянці 60 м , висота труби – 86 м . Димарі розташовані на відстані 10 м від будівлі цеху.

По карті грозової діяльності знаходимо число годин грозової діяльності в році для даної місцевості. По числу годин знаходимо середньорічне число

ударів блискавки n в 1 км^2 поверхні землі. Для Запоріжжя $n = 9$. Знаходимо число ударів блискавки на рік в будівлю корпусу мартенівського цеху:

$$N = (S + 6h) \cdot (L + 6h) \cdot n \cdot 10^{-6} = 1,8.$$

Цех відноситься до категорії Г, клас зони П-I, міра вогнестійкості III. Тип зони захисту Б [21]. Означає зона захисту має надійність 95%.

Необхідно розрахувати зону захисту для ділянки пічного прольоту мартенівського цеху. В якості блискавкоприймача використовуємо стрижень з круглої сталі довжиною 1,5 м, діаметром 30 мм, закріплений на димарі. Струмівідводом служить металевий корпус димаря, для чого місця клепок і болтових з'єднань окремих частин димаря, між блискавкоприймачем і заземлювачем, зашунтировані смуговим залізом 25×5 мм. Заземлювач – сталь діаметром 12 мм, яка приварена до залізобетонного фундаменту димаря.

Вибираємо типа громовідводу для ділянки мартенівського цеху «МП1 – МП2»: подвійний стержневий громовідвід, що складається з двох стержневих громовідводів однакової висоти $h < 150$ м.

Висоту громовідводів приймаємо рівною $h = 87,5$ м, а $l = 60$ м (відстань між осями димарів МП1 и МП2). Тоді висота зони захисту h_c над землею в середині між громовідводами (при $l \leq 1,5 \cdot h$) [22]:

$$h_c = h_0,$$

де h_0 – висота зони захисту кожного з громовідводів над землею, м.

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 87,5 = 80,5 \text{ м.}$$

Тоді $h_c = 80,5$ м.

Ширіна зони захисту $2r_c$ на рівні землі в середині між громовідводами:

$$2 \cdot r_c = 2 \cdot r_0,$$

де r_0 – радіус зони захисту кожного із стержневих громовідводів на рівні землі, м.

$$r_0 = 1,5h = 1,5 \cdot 87,5 = 131,25 \text{ м.}$$

Тоді:

$$2 \cdot r_c = 2 \cdot 131,25 = 262,5 \text{ м.}$$

Ширіна зони захисту $2 \cdot r_{cx}$ на висоті $h_x = 33$ м, в середині між громовідводами (для $l \leq 1,5h$):

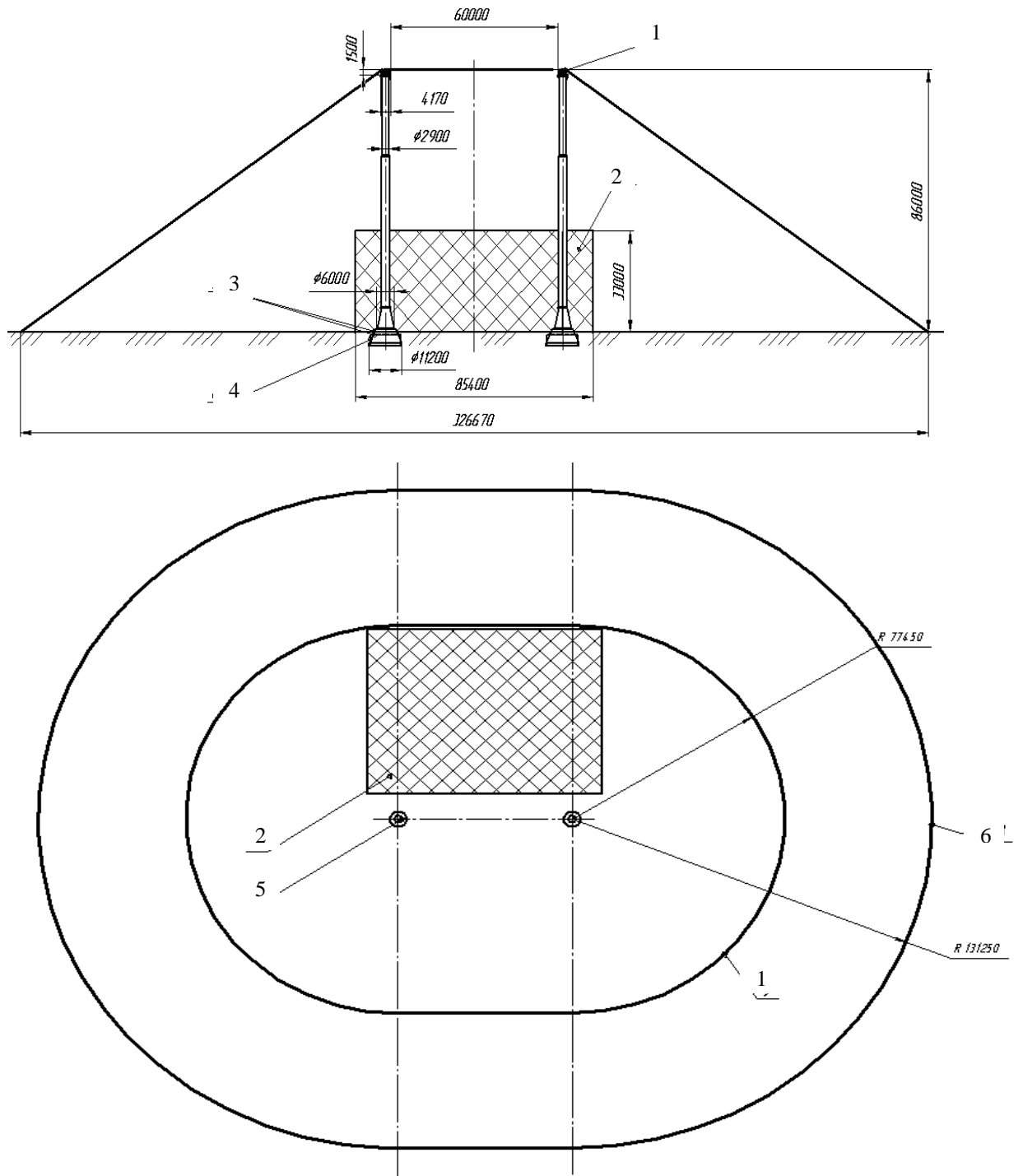
$$2 \cdot r_{cx} = 2 \cdot r_x,$$

$$r_x = 1,5 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right),$$

$$r_x = 1,5 \cdot \left(87,5 - \frac{33}{0,92} \right) = 77,45 \text{ м.}$$

$$\text{Тоді } 2 \cdot r_{cx} = 2 \cdot 77,45 = 154,9 \approx 155 \text{ м.}$$

На рисунку 3.5 показана розрахункова схема блискавкозахисту, з якого видно що будівля цеху на ділянці «МП1 – МП2» повністю входить в зону захисту.



1 – блискавкоприймач; 2 – будівля мартенівського цеху; 3 – смуга заземлення; 4 – заземлювач; 5 – димар; 6 – зона захисту на рівні землі; 7 – зона захисту на максимальній висоті будівлі

Рисунок 3.5 – Схема блискавкозахисту ділянки «МП1 – МП2»

мартенівського цеху

3.9 Висновки до розділу 3

1. Виконані інженерні розробки наступних заходів:

- захист від надмірного тепла й пилу - аспірація «козлорізки» мартенівського цеху за допомогою витяжного зонту. Відбір газів, утворених при різанні козлів сталерозливних ковшів, об'ємом 16140 м³/год здійснюється за допомогою вентилятора ВДН-12,5-1. Очищення газів передбачається здійснювати в рукавному фільтрі типу ФРІР-250;

- захист від підвищеного рівня шуму - звукоізолююча кабіна посту управління мартенівською піччю. Звукоізолююча здатність запропонованої кабіни склала 20 дБА, що менше необхідного зниження рівня шуму – 16дБА;

- виконано інженерну розробку захисту сталевара мартенівської печі від перегрівання. Повітря в мартенівському цеху протягом години обмінюється ≈ 1 раз. Для здійснення аерації владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі мартенівського цеху: перший ряд – на рівні 10 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок – 26 м. На даху владнуємо витяжний ліхтар. Таке розміщення отворів дозволяє збільшити повітрообмін влітку, а зимою, закривши нижні отвори, зменшити його і забезпечити за рахунок тепла приміщення підігрівання холодного повітря, що поступає через середній отвір, перш ніж він дійде до робочих місць.

2. Виконано розрахунок захисного занулення та відключення. По розрахунку дійсне значення струму однофазного КЗ (547А) перевищує найменший допустимий за умовами спрацьовування захисту струм (225А), тобто нульовий захисний провідник вибраний вірно та відключаюча здатність системи занулення забезпечена.

3. В кінці лінії 380/220В є занулений споживач енергії (електродвигун). Унаслідок віддаленості його від живлячого трансформатора можливі випадки відмови занулення. Разом з тим за умовами безпеки потрібне безумовне відключення установки при замиканні фази на корпус, причому напруга дотику $U_{\text{доп}}$ не повинна перевищувати 42В. По розрахунку якщо напруга

дотику досягне 42В, то пристрій захисного відключення спрацюватиме при опорі допоміжного заземлення $r_B=444 \text{ Ом}$.

4. Виконана інженерна розробка системи блискавкозахисту мартенівського цеху. В якості блискавкоприймача використовуємо подвійний стержневий громовідвід з круглої сталі довжиною 1,5 м, діаметром 30 мм, закріплений на димарі. Висоту громовідводів приймаємо рівною $h = 87,5 \text{ м}$.

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму в мартенівському цеху за рік:

- середньооблікова чисельність працюючих, $\text{Ч} = 700$ чол.;
- загальна кількість випадків захворювань, $\text{H}_3 = 150$;
- кількість виявлених професійних захворювань, $\text{H}_{3п} = 0$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях, $\text{ДH}_3 = 1500$;
- кількість нещасних випадків, $\text{H}_T = 3$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами, $\text{ДH}_T = 90$.

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 \text{ H}_3 / \text{Ч}.$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 150 / 700 = 21,42.$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{Тз} = \text{ДH}_3 / \text{H}_3.$$

$$K_{Тз} = 1500 / 150 = 10.$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чТ} = 1000 \text{ H}_T / \text{Ч}.$$

$$K_{чТ} = 1000 \cdot 3 / 700 = 4,3.$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{ТТ}} = \text{ДН}_{\text{Т}}/\text{Н}_{\text{Т}}.$$

$$K_{\text{ТТ}} = 90/3 = 30.$$

Оцінімо економічні наслідки захворюваності і травматизму в мартенівському цеху, виходячи з таких умов:

- середнє денне вироблення, СВ = 660 грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції, З = 0,9 грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості, УП = 0,2;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності, ВН = 420 грн.;
- фонд робочого часу на одного працівника в році, Т_р = 330 дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника, Ш = 9500 грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$\text{ДН} = \text{ДН}_{\text{З}} + \text{ДН}_{\text{Т}}.$$

$$\text{ДН} = 1500 + 90 = 1590.$$

Скорочення випуску продукції у зв'язку із захворюваністю і травматизмом:

$$\text{СП} = \text{ДН} \cdot \text{СВ}.$$

$$\text{СП} = 1590 \cdot 660 = 1\,049\,400 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$C = \text{СП} \cdot 3.$$

$$C = 1049400 \cdot 0,9 = 944\,460 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$3C = C \cdot \text{УП.}$$

$$3C = 944\,460 \cdot 0,2 = 188\,892 \text{ грн.}$$

Підприємство оплачує 5 перших днів тимчасової непрацездатності потерпілому від нещасного випадку (далі виплати здійснює Фонд соціального страхування). Тоді виплати по листках непрацездатності травмованим складуть:

$$B_T = 5N_T \cdot \text{ВН.}$$

$$B_T = 5 \cdot 3 \cdot 420 = 6\,300 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$B_3 = \text{ДН}_3 \cdot \text{ВН.}$$

$$B_3 = 1500 \cdot 420 = 630\,000 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$B = B_T + B_3.$$

$$B = 6300 + 630\,000 = 636\,300 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$З = ЗС + В + Н_{ТШ}.$$

$$З = 188\,892 + 636\,300 + 3 \cdot 9500 = 853\,692 \text{ грн.}$$

4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в мартенівському цеху

У проєктній частині кваліфікаційного проєкту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності: аспірація «козлорізки» мартенівського цеху (витяжний зонт над сталерозливним ковшем), звукоізолююча кабіна пульту управління піччю, аерація для пічного прольоту, захисне занулення, пристрій захисного відключення, система блискавкозахисту мартенівського цеху.

В результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно втричі, а зниження загальної захворюваності – на 10%. Таким чином, замість 3 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 1.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть: аспірація «козлорізки» мартенівського цеху (витяжний зонт над сталерозливним ковшем) (OB_1) – 300 тис. грн., звукоізолююча кабіна пульту управління піччю (OB_2) - 700 тис. грн.; аерація для пічного прольоту (OB_3) - 300 тис. грн.; захисне занулення (OB_4) - 300 тис. грн.; пристрій захисного відключення (OB_5) – 100 тис. грн.; система блискавкозахисту мартенівського цеху (OB_6) – 56,923 тис. грн. Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 5000 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4 + OB_5 + OB_6.$$

$$\begin{aligned} \text{ОВ} &= 700\,000 + 300\,000 + 300\,000 + 300\,000 + 100\,000 + 56\,923,336 = \\ &= 1\,756\,923,336 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Очікуване зниження травматизму:

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

Зменшення днів непрацездатності:

$$\Delta \text{ДН} = \Delta H \cdot K_{\text{ГТ}} + 0,15 \text{ДН}_3.$$

$$\Delta \text{ДН} = 1 \cdot 30 + 0,15 \cdot 1500 = 255 \text{ днів.}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$\text{ГСВ} = T_p \cdot \text{СВ.}$$

$$\text{ГСВ} = 330 \cdot 660 = 219\,780 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta \text{ДН} / \text{Ч.}$$

$$\Delta T = 255 / 700 = 0,36.$$

Приріст продуктивності праці:

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

$$\Pi_r = [(330 + 0,36) / 330 - 1] 100 = 0,11 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = \text{ГСВ} \cdot \text{Ч} \cdot \text{З} \cdot \text{П}_T \cdot \text{УП}.$$

$$E_c = 219\,780 \cdot 700 \cdot 0,9 \cdot 0,11 \cdot 0,2 = 304\,615,08 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацевдатності:

$$E_{\text{л}} = (5 \cdot \Delta H_T + \Delta \text{ДН}_3) \cdot \text{ВН}.$$

$$E_{\text{л}} = (5 \cdot 1 + 255) \cdot 420 = 109\,200 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

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

$$E_{\text{ш}} = 9500 \cdot 1 = 9\,500 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

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

$$E_{\text{еф}} = 304\,615,08 + 109\,200 + 9\,500 - 5000 - 0,15 \cdot 1\,756\,923,336 = 154\,776,58 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{\text{ок}} = \text{ОВ} / (\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_{\text{л}} + \mathcal{E}_{\text{ш}} - \text{ТЗ}).$$

$$C_{\text{ок}} = 1\,756\,923,336 / (304\,615,08 + 109\,200 + 9\,500 - 5000) = 4,2 \text{ років.}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = (E_c + E_d + E_{ш} - ПВ) / ОВ.$$

$$E = (304\,615,08 + 109\,200 + 9\,500 - 9500) / 1\,756\,923,336 = 0,23 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в електросталеплавильному цеху

| Найменування показника | Одиниця виміру | Величина |
|---|----------------|---------------|
| Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях | дні | 1500 |
| Кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами | дні | 90 |
| Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці | грн. | 1 756 923,336 |
| Додаткові поточні витрати в рік | грн. | 188 892 |
| Зменшення кількості днів непрацездатності | дні | 255 |
| Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника | дн./роб. | 0,36 |
| Приріст продуктивності праці | % | 0,11 |
| Зниження собівартості продукції | грн. | 304 615,08 |
| Річний економічний ефект від пропонованих заходів | грн. | 154 776, 58 |
| Термін окупності одноразових витрат | років | 4,2 |
| Економічна ефективність одноразових витрат | грн./грн.рік | 0,23 |

4.3 Висновки до розділу 4

Соціальний ефект від впровадження запропонованих заходів виразиться у зменшенні травматизму та захворюваності. Очікуваний річний економічний ефект від запропонованих заходів за рахунок скорочення виплат по листках непрацездатності травмованим та зниження собівартості продукції складе 154 776, 58 грн. Запропоновані засоби захисту з охорони праці в мартенівському цеху окупляться за 4,2 роки.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі розглядається опис марок сталі, що виплавляються, сировинні матеріали, конструкція мартенівських агрегатів, технологія виплавки мартенівської сталі, характеристика основних вантажопотоків мартенівського цеху, опис основних відділень цеху.

2. У другому розділі розглянуті потенційно небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища мартенівського цеху і на основі цього дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевару пічного прольоту. Гігієнічна оцінка умов праці на робочому місці сталевара мартенівської печі: умови і характер праці відносяться до III класу 3 ступені. Оцінка технічного і організаційного рівня: відповідає технологічному регламенту і проєкту організації праці на робочому місці. Атестація робочого місця: робоче місце має в наявності 2 чинника I ступеню, 1 чинник II ступеню і 6 чинників III ступеню. За показниками робоче місце слід рахувати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці, що відповідає показникам Списку №1 п.1.

3. Виконані інженерні розробки наступних заходів:

- захист від надмірного тепла й пилу - аспірація «козлорізки» мартенівського цеху за допомогою витяжного зонту. Відбір газів, утворених при різанні козлів сталерозливних ковшів, об'ємом 16140 м³/год здійснюється за допомогою вентилятора ВДН-12,5-1. Очищення газів передбачається здійснювати в рукавному фільтрі типу ФРІР-250;

- захист від підвищеного рівня шуму - звукоізолююча кабіна посту управління мартенівською піччю. Звукоізолююча здатність запропонованої кабіни склала 20 дБА, що менше необхідного зниження рівня шуму – 16дБА;

- виконано інженерну розробку захисту сталевара мартенівської печі від перегрівання. Повітря в мартенівському цеху протягом години обмінюється ≈ 1 раз. Для здійснення аерації владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі мартенівського цеху: перший ряд – на рівні 10 м від

підлоги, другий – на рівні підкранових балок – 26 м. На даху владнуємо витяжний ліхтар. Таке розміщення отворів дозволяє збільшити повітрообмін влітку, а зимою, закривши нижні отвори, зменшити його і забезпечити за рахунок тепла приміщення підігрівання холодного повітря, що поступає через середній отвір, перш ніж він дійде до робочих місць.

4. Розглянуті заходи щодо техніки електробезпеки. Виконано розрахунок захисного занулення та відключення. По розрахунку дійсне значення струму однофазного КЗ (547А) перевищує найменший допустимий за умовами спрацьовування захисту струм (225А), тобто нульовий захисний провідник вибраний вірно та відключаюча здатність системи занулення забезпечена. В кінці лінії 380/220В є занулений споживач енергії (електродвигун). Унаслідок віддаленості його від живлячого трансформатора можливі випадки відмови занулення. Разом з тим за умовами безпеки потрібне безумовне відключення установки при замиканні фази на корпус, причому напруга дотику $U_{\text{доп}}$ не повинна перевищувати 42В. По розрахунку якщо напруга дотику досягне 42В, то пристрій захисного відключення спрацьовуватиме при опорі допоміжного заземлення $r_B=444$ Ом.

5. Розглянуті заходи щодо пожежної безпеки. Також виконана інженерна розробка системи блискавкозахисту мартенівського цеху. В якості блискавкоприймача використовуємо подвійний стержневий громовідвід з круглої сталі довжиною 1,5 м, діаметром 30 мм, закріплений на димарі. Висоту громовідводів приймаємо рівною $h = 87,5$ м.

6. Очікуваний річний економічний ефект від запропонованих заходів за рахунок скорочення виплат по листках непрацездатності травмованим та зниження собівартості продукції складе 154 776, 58 грн. Запропоновані засоби захисту з охорони праці в мартенівському цеху окупляться за 4,2 роки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

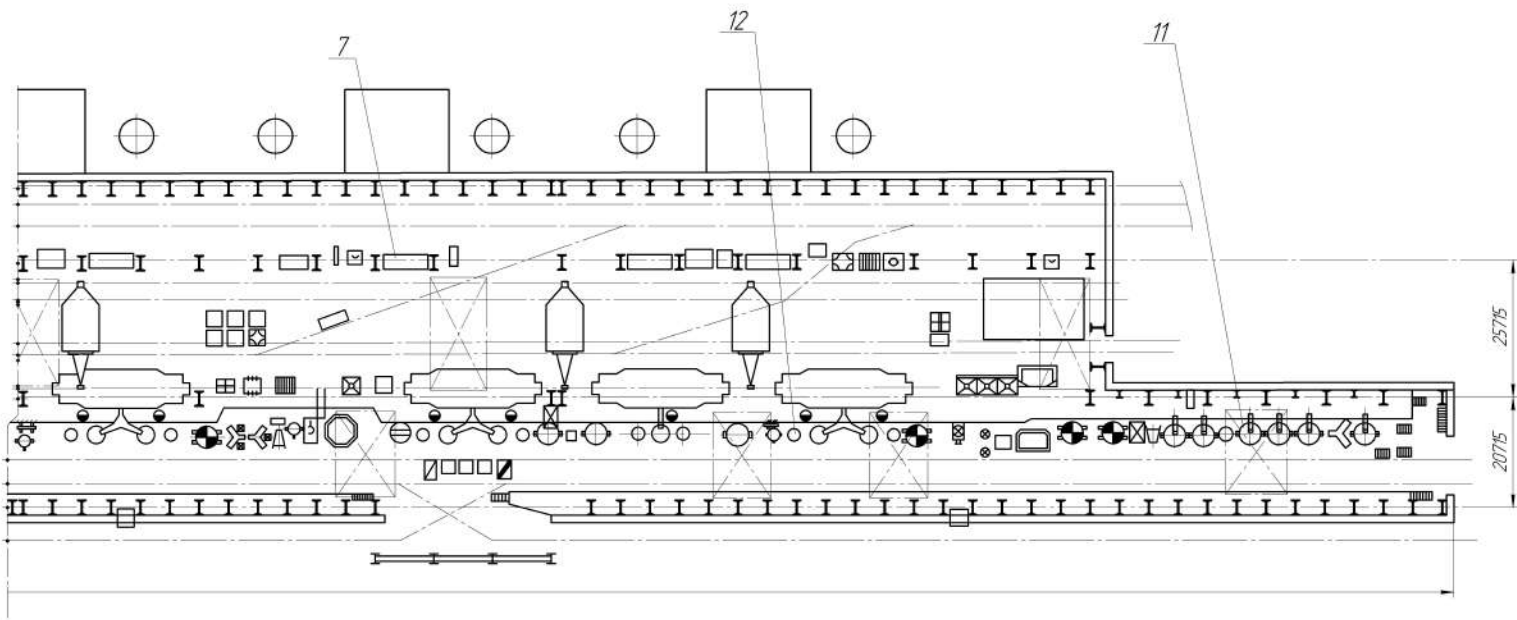
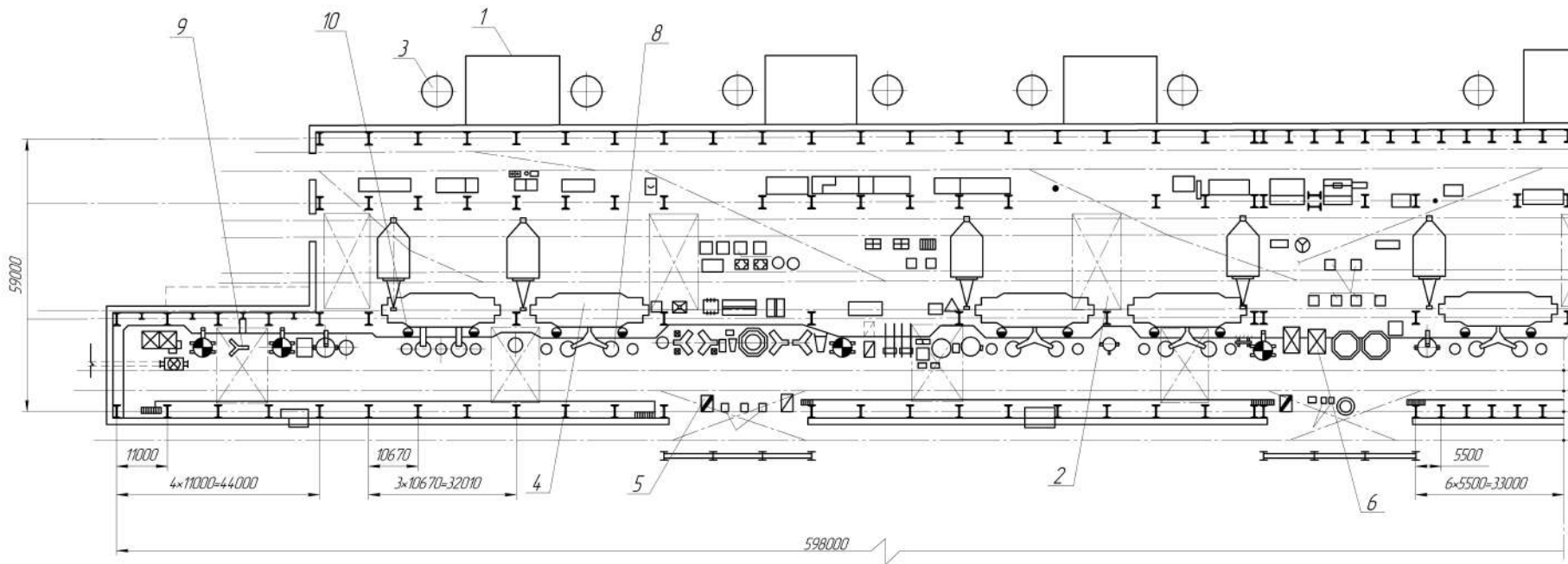
1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. Москва : ИКЦ "Академкнига", 2005. 767 с.
2. Гребенник В.М., Иванченко Ф.К., Павленко Б.А. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование конверторных и мартеновских цехов. Київ : Высшая школа, 1990. 288 с.
3. Кудрин В.А. Металлургия стали. Москва : Металлургия, 1989. 560 с.
4. ТИ 226-СТ.М.-01-92. Выплавка стали в мартеновских печах. Технологическая инструкция. Запорожье : Издатель, 1993.
5. Гаврилко С.О., Чуб В.Г., Казачков О.І. Теорія і технологія сталеплавильного виробництва. Методичний посібник для виконання інженерних розрахунків у курсовому проектуванні для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 „Металургія чорних металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 132 с.
6. Ловчинский Э.В., Вагин С.М. Машины и механизмы сталеплавильного производства. Москва : Металлургия, 1982. 271 с.
7. ТИ 226-СТ.М.-08-90. Приемка, складирование, хранение и погрузка в мультисоставы шихтовых материалов в шихтовом отделении мартеновского цеха. Технологическая инструкция. Запорожье : Издатель, 1990.
8. Гаврилко С.О. Основи проектування металургійних цехів. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 „Металургія чорних металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 92 с.
9. Розенгарт Ю.И. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии и их использование. Киев : "Выща школа", 1988 328с.
10. Гаврилко С.О. Теорія і технологія сталеплавильного виробництва. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 „Металургія чорних металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 120 с.

11. Тарасов В.К. Безпека технологічних процесів і обладнання : навч. посібник. Запоріжжя : РВВ ЗДІА, 2005. 164 с.
12. Трахтенберг А.М. Гигиена труда и производственная санитария // Трахтенберг А.М., Коршун М.М., Чебанова О.В. – К.: Киев, 1997. – 462 с.
13. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2002. 320 с.
14. Геврик Є.О. Охорона праці : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
15. Лапін В.М. Основи охорони праці : навч. посіб. Львів : ЛБУ НБУ, 2004. 124 с.
16. Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. Проектирование промышленной вентиляции : справочник. Киев, 1983 351с.
17. Гусев В.М. Теплоснабжение и вентиляция. Ленинград : Стройиздат, 1992. 311 с.
18. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Минск : Беларусь, 1987. 479 с.
19. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках : учебное пособие для вузов. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 448 с.
20. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
21. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии. Москва : Металлургия, 1991. 132 с.
22. Рожков А.П. Пожарная безопасность на производстве. Киев : Охрана труда, 1997. 448с.
23. Севальнев А.И., Козлова И.С., Шаравара Л.П., Куцак А.В. Профессиональные риски заболеваемости населения Запорожской области. ВІСНИК ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія». 2010. Том 10, випуск 3 (31). С. 270–272.
24. Севальнев А.І., Шаравара Л.П. Професійна захворюваність працівників на підприємствах чорної металургії. *Медицина сьогодні і завтра*. 2013. № 2 (59). С. 160–163.

25. Севальнєв А.І., Шаравара Л.П. Оцінювання захворюваності з тимчасовою втратою працездатності у працівників підприємства чорної металургії. *Запорозький медичний журнал*. 2016. № 1 (20). С83–86.

26. Севальнєв А.І., Шаравара Л.П. Стан професійної захворюваності на провідному металургійному підприємстві. Сучасні аспекти медицини і фармації – 2014: збірка тез Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю. Запоріжжя, 2014. С.135–136.

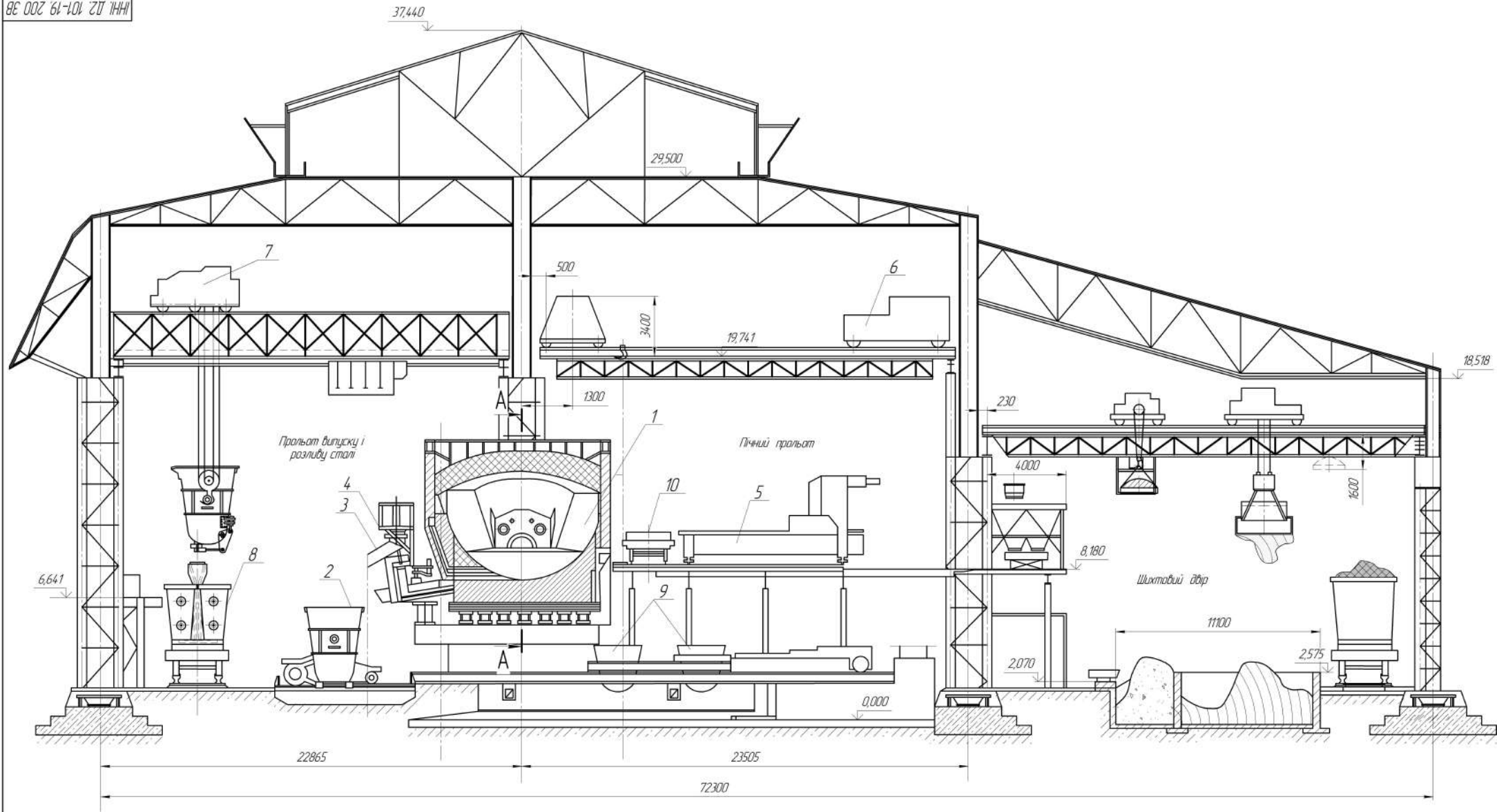
27. Сірошенко С.В., Шаравара Л.П. Аналіз захворюваності з тимчасовою втратою працездатності у робітників підприємств чорної металургії. Сучасні аспекти медицини і фармації – 2015: збірка тез всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю, присвяченої Дню науки (Запоріжжя, 14–15 травня 2015 р.). Запоріжжя, 2015. С. 37.



| Поз | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|-----|-------------------|---|------|----------|
| 1 | ІНН Д2 101-19 101 | Приміщення котлів-утилізаторів | 4 | |
| 2 | ІНН Д2 101-19 102 | Мастовий кран | 4 | |
| 3 | ІНН Д2 101-19 103 | Димар | 12 | |
| 4 | ІНН Д2 101-19 104 | Мартенівська пч (МП) | 9 | |
| 5 | ІНН Д2 101-19 105 | Грейфер | 3 | |
| 6 | ІНН Д2 101-19 106 | Консольний кран | 1 | |
| 7 | ІНН Д2 101-19 107 | Дулет керування МТ | 9 | |
| 8 | ІНН Д2 101-19 108 | Сталерозливний кошик для сліву сталі з печі | 16 | |
| 9 | ІНН Д2 101-19 109 | Сталевидувальний жолоб | 8 | |
| 10 | ІНН Д2 101-19 110 | Бункер-дозатор для розкислювачів | 16 | |
| 11 | ІНН Д2 101-19 111 | Сушка кошик, встановлена на стелі | 6 | |
| 12 | ІНН Д2 101-19 112 | Чаша для зливу шлаку з печі | 16 | |

ІНН Д2 101-19 100 ЗВ

| | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------|------|---|------|---------|-------|
| Вен. Лист | Пр. Автори | Прод. | Лист | Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартенівського виробництва сталі | Лист | Масштаб | 1:500 |
| Розроб | Шевченко А.І. | | | | Лист | Масштаб | 1:500 |
| Прод. | Біляк І.В. | | | | Лист | Масштаб | 1:500 |
| Інженер | Біляк І.В. | | | | Лист | Масштаб | 1:500 |
| Начальник | Рижко В.Г. | | | | Лист | Масштаб | 1:500 |
| Зам. | Коваленко Г.В. | | | | Лист | Масштаб | 1:500 |

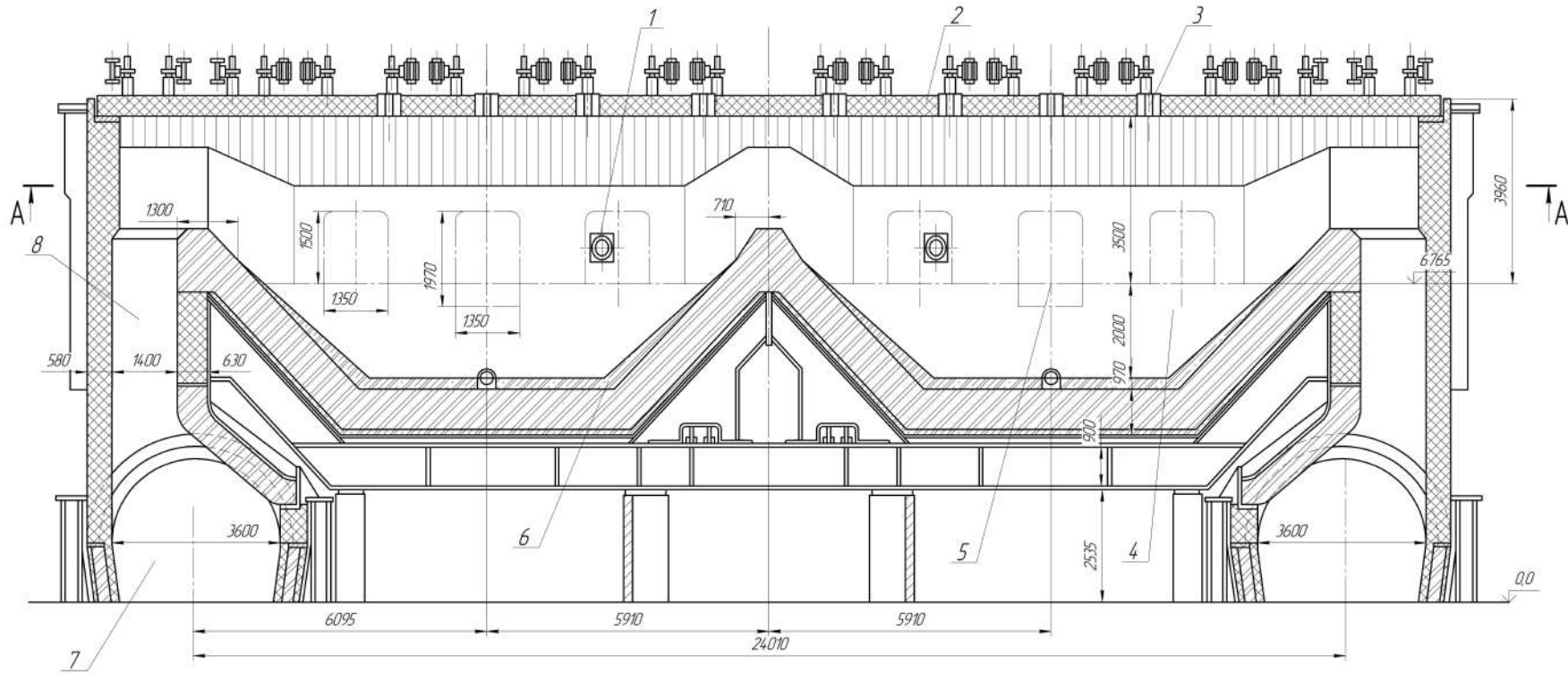


| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|----------------------|----------------------------------|------|----------|
| 1 | ІНН. Д2. 101-19. 201 | Мартемніська пч (МВ) | 1 | |
| 2 | ІНН. Д2. 101-19. 202 | Сталерозливний ковш | 1 | |
| 3 | ІНН. Д2. 101-19. 203 | Сталевипускний жолоб | 1 | |
| 4 | ІНН. Д2. 101-19. 204 | Бункер-дозатор для розкислювачей | 1 | |
| 5 | ІНН. Д2. 101-19. 205 | Забалочна машина | 1 | |
| 6 | ІНН. Д2. 101-19. 206 | Кран розливальний | 1 | |
| 7 | ІНН. Д2. 101-19. 207 | Кран розливальний | 1 | |
| 8 | ІНН. Д2. 101-19. 208 | Тележка з вилками | 1 | |
| 9 | ІНН. Д2. 101-19. 209 | Шляхова части | 2 | |
| 10 | ІНН. Д2. 101-19. 210 | Мильовий гостову | 2 | |

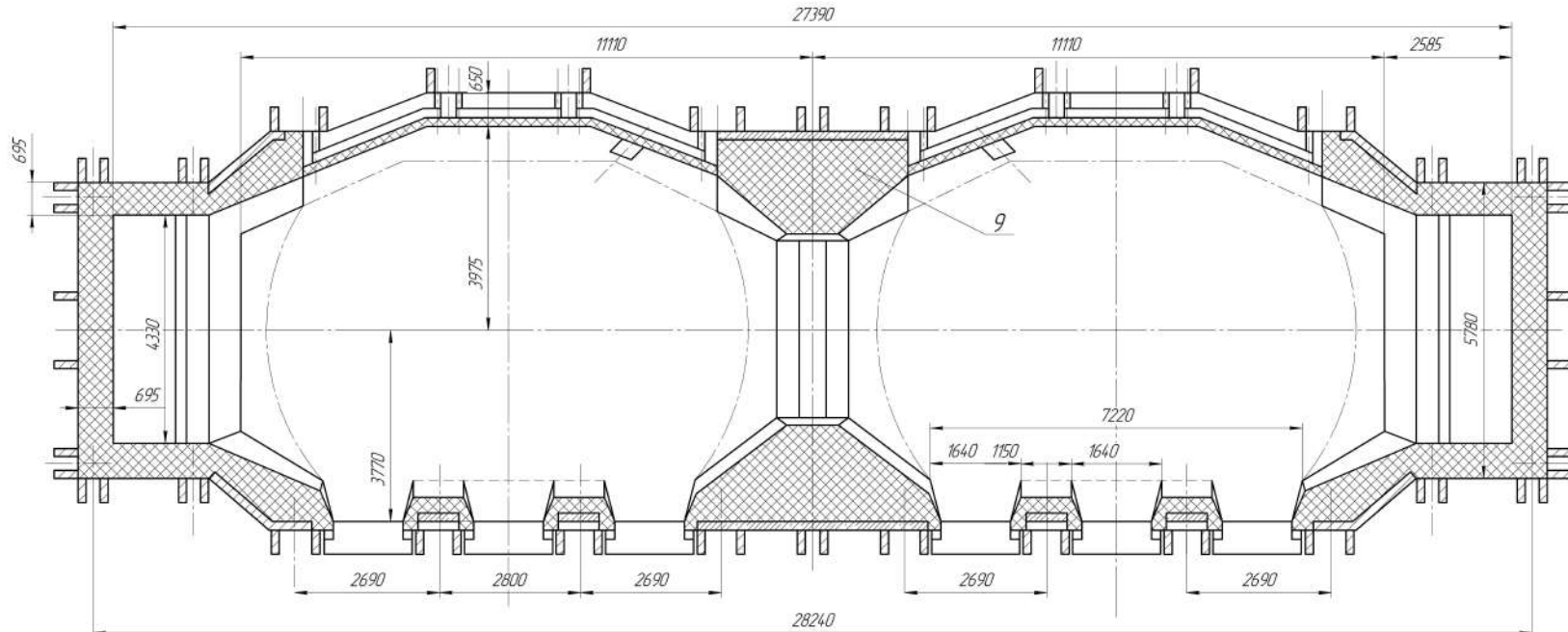
ІНН. Д2. 101-19. 200 ЗВ

| Знак | № докум. | Підп. | Посл. | Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартемніського виробництва сталі | Лист | Міст. | Місця |
|------------|----------------|-------|-------|---|--------|-------|-------|
| Розроб. | Шелегов А.І. | | | | Д | Н | 1/130 |
| Керувач. | Білашук К.В. | | | | | | |
| Контроль. | Білашук К.В. | | | | | | |
| Начальник. | Рижко В.Г. | | | Переріз мартемніського цеху | Лист 2 | Місця | 17 |
| Затв. | Коваленко Г.В. | | | | | | |

Міністерство освіти і науки України. ІНН ЗНУ. код ІРБ01. за. В.26.39



A-A

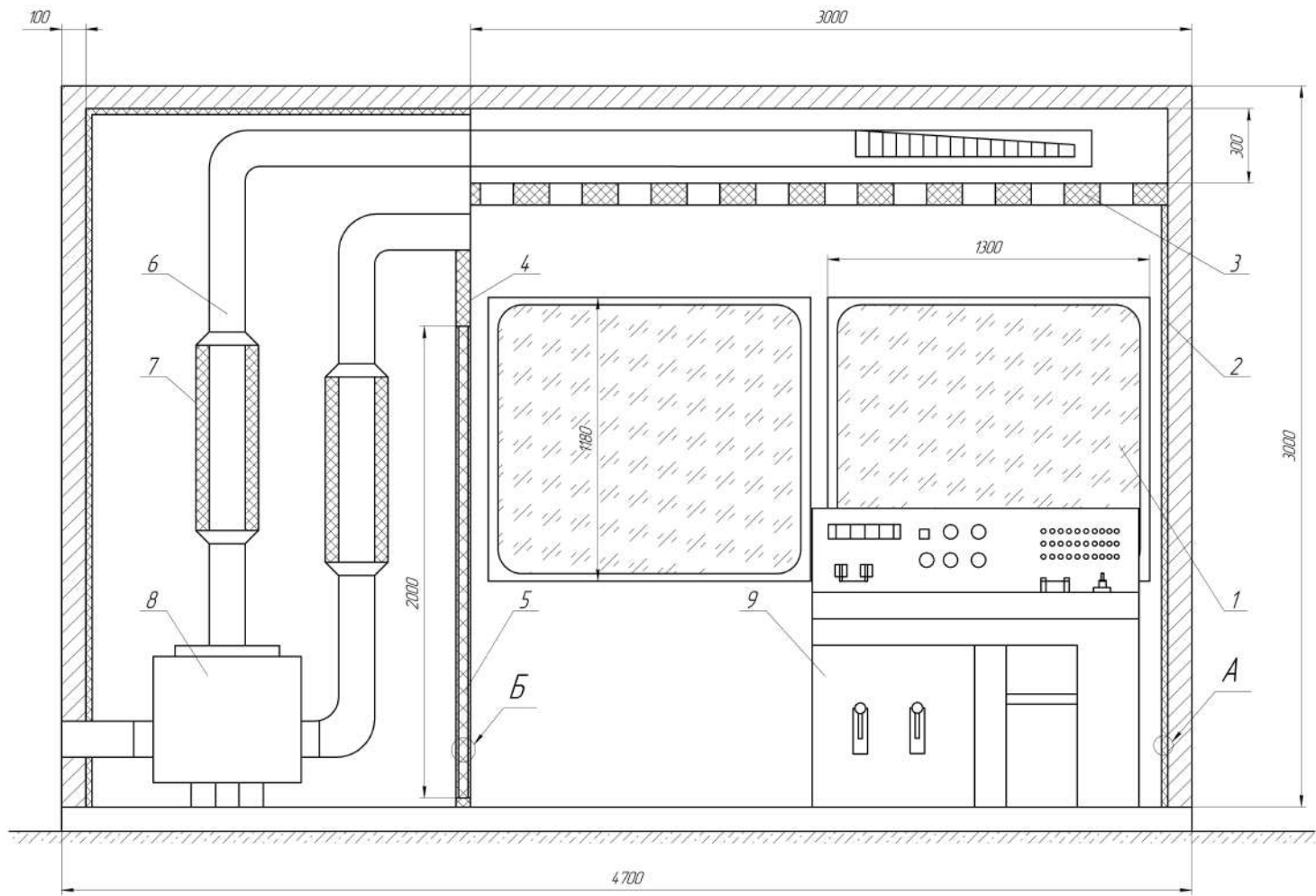


| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-------------------|---------------------|------|----------|
| 1 | ІНН Д2 101-19 301 | Смотровіе вікна | 2 | |
| 2 | ІНН Д2 101-19 302 | Скеління печі | 1 | |
| 3 | ІНН Д2 101-19 303 | Газокисневі горілки | 8 | |
| 4 | ІНН Д2 101-19 304 | Робочий простір | 1 | |
| 5 | ІНН Д2 101-19 305 | Забалачне вікно | 6 | |
| 6 | ІНН Д2 101-19 306 | Під печі | 1 | |
| 7 | ІНН Д2 101-19 307 | Шлакостік | 2 | |
| 8 | ІНН Д2 101-19 308 | Вертикальні канали | 2 | |
| 9 | ІНН Д2 101-19 309 | Футерубання | 1 | |
| 10 | ІНН Д2 101-19 310 | Сталевий отвір | 2 | |

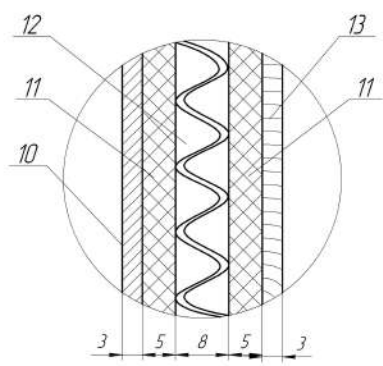
ІНН. Д2. 101-19. 300 3В

| Зм. Држ. | № док. | Підп. | Дата | Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартемніського виробництва сталі | Лист | Місц. | Розмір |
|----------|----------------|-------|------|---|--------|----------|--------|
| | | | | | Д | Н | 1:100 |
| Розроб. | Шеленко К.В. | | | | Лист 3 | Місц. 17 | |
| Керувач | Білашан К.В. | | | | | | |
| Контроль | Білашан К.В. | | | | | | |
| Наказано | Рижко В.Г. | | | | | | |
| Затв. | Коваленко Г.В. | | | | | | |

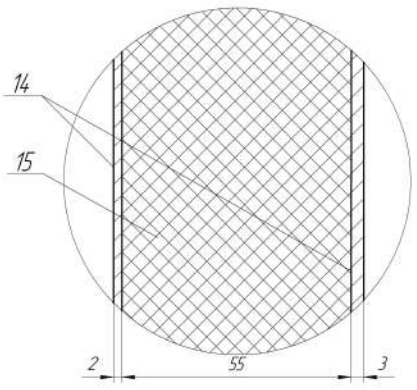
Мартемніська дробарня пч.
 Інститут охорони праці
 вул. Уманська, 104
 м. Київ, 01033



A (2,5 : 1)



B (4 : 1)



| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|---------------------|---------------------------------|------|-------------------------|
| 1 | ІНН Д2. 101-19. 601 | Подишне скління | 2 | Світліє скло |
| 2 | ІНН Д2. 101-19. 602 | Звукоізоляційне облицювання | 1 | |
| 3 | ІНН Д2. 101-19. 603 | Звукоізоляційний підвісний дах | 1 | |
| 4 | ІНН Д2. 101-19. 604 | Перегородка | 1 | |
| 5 | ІНН Д2. 101-19. 605 | Звукоізоляційна шпиль | 1 | Зварює металеві частини |
| 6 | ІНН Д2. 101-19. 606 | Подвійний припливний вентилятор | 2 | |
| 7 | ІНН Д2. 101-19. 607 | Глиняні шпиль | 2 | |
| 8 | ІНН Д2. 101-19. 608 | Кондиціонер | 1 | |
| 9 | ІНН Д2. 101-19. 609 | Пульт керування | 1 | |
| 10 | ІНН Д2. 101-19. 610 | Алюмінієвий лист | 1 | |
| 11 | ІНН Д2. 101-19. 611 | Сука шпукатурки | 2 | |
| 12 | ІНН Д2. 101-19. 612 | Листи азбестиферу | 1 | |
| 13 | ІНН Д2. 101-19. 613 | Плита ДВП | 1 | |
| 14 | ІНН Д2. 101-19. 614 | Лист дюралюмінію | 2 | |
| 15 | ІНН Д2. 101-19. 615 | Мінераловата плита | 1 | |

ІНН Д2. 101-19. 600 ЗВ

| Ім'я | П.І.Ф. | Підп. | Дата | Лист | Масштаб | Масштаб |
|---------|----------------|-------|------|------|---------|---------|
| Розроб | Шелест А.І. | | | | 1:10 | |
| Проек | Біляк К.В. | | | | | |
| Констру | Біляк К.В. | | | | | |
| Начальн | Рижко В.Г. | | | | | |
| Зам. | Коваленко Г.В. | | | | | |

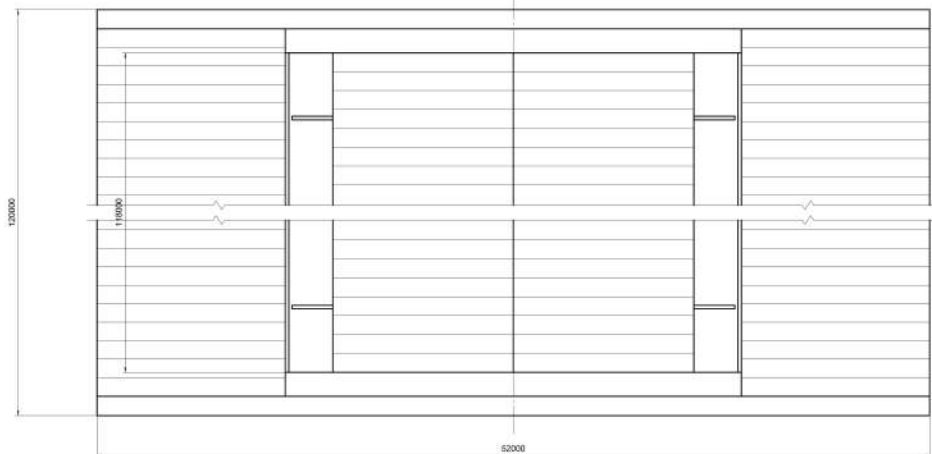
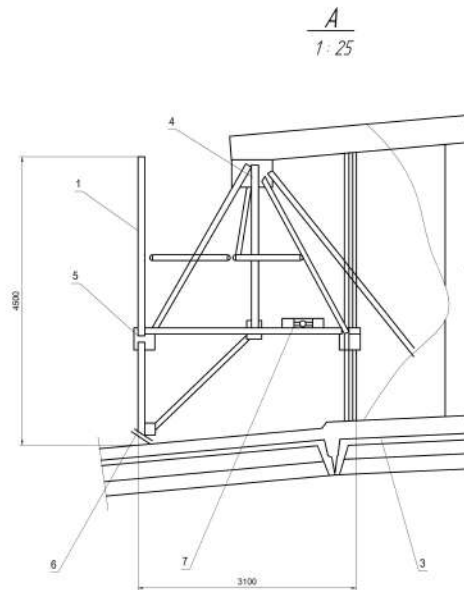
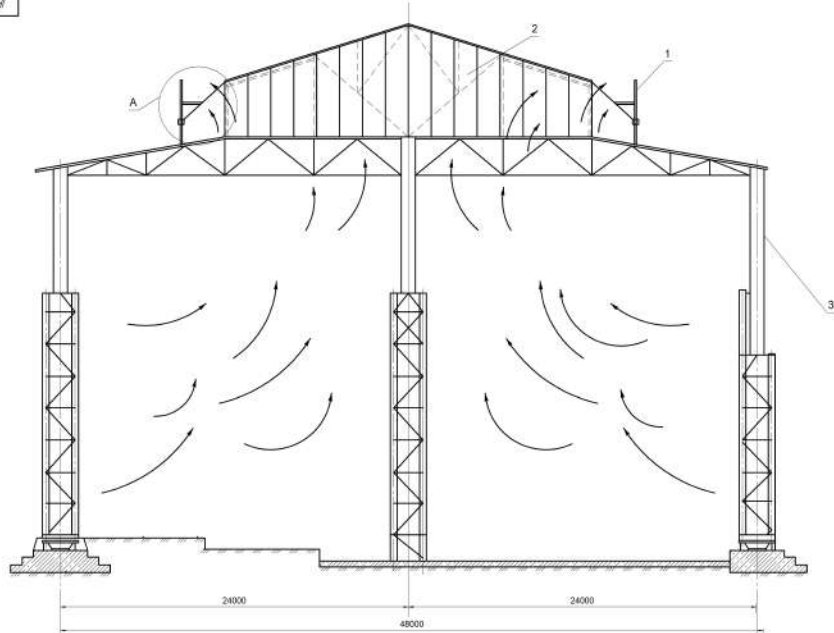
Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах марлендського виробничого сталя

Звукоізоляційна камера посту управління марлендського печі

Міністерство освіти і науки України, ІНН Д2, код ПЕДП, зм. В.26.39

Формат А1

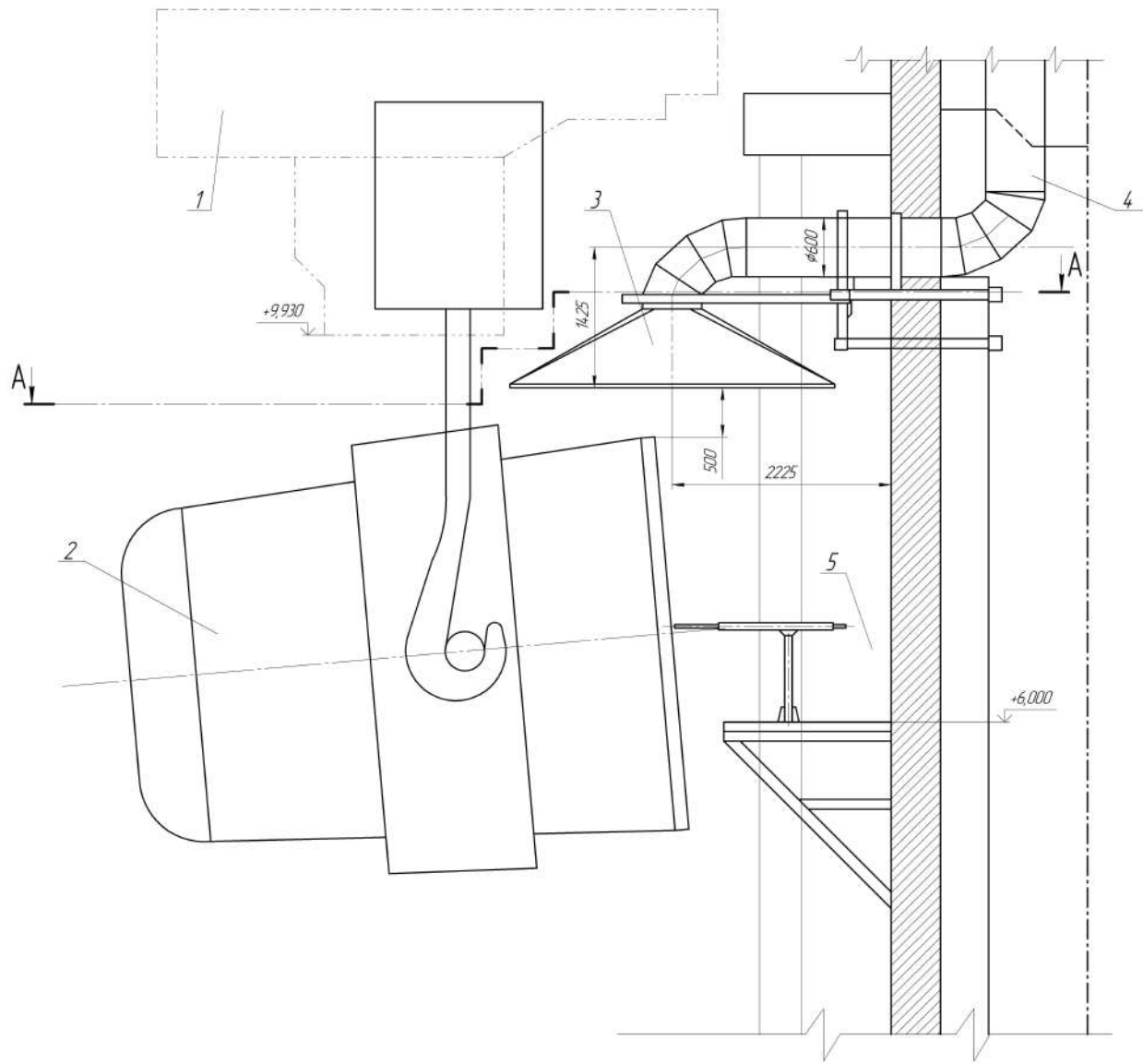
№ 002 61-101-707-##



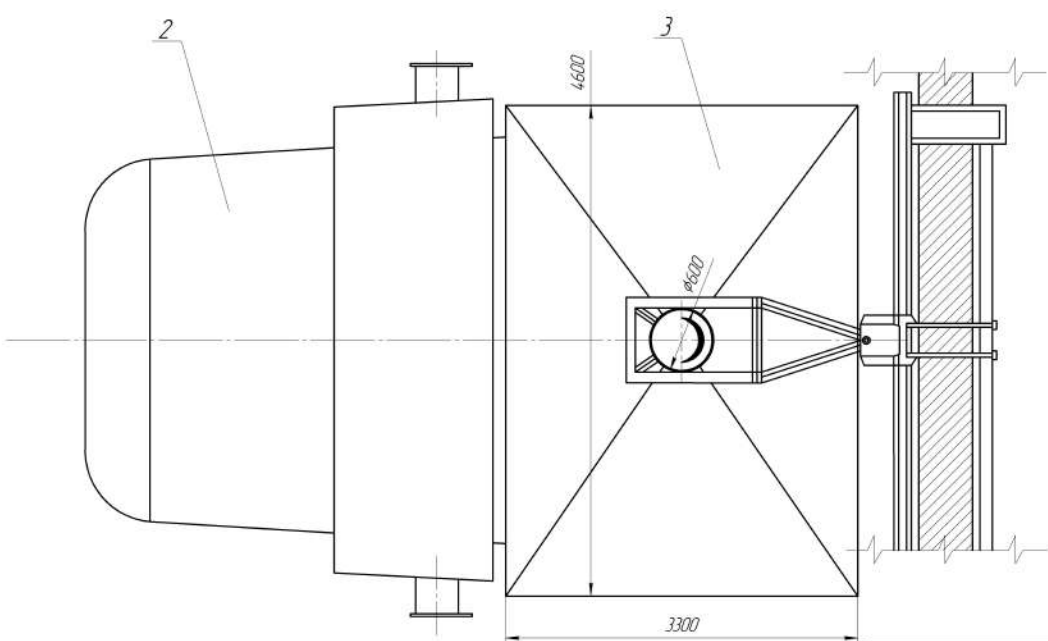
| № | Наименование | Назначение | Кол. | Примеч. | | | |
|-----------------------------|------------------|--|---------|---------|-------|-------|---------|
| 1 | ## Д2 101-19 701 | Подборка панель | 1 | | | | |
| 2 | ## Д2 101-19 702 | Закрепление торца лотка железобетонное | 1 | | | | |
| 3 | ## Д2 101-19 703 | Элемент железобетонный плиты покрытия | 20 | | | | |
| 4 | ## Д2 101-19 704 | Пространство вагона | 1 | | | | |
| 5 | ## Д2 101-19 705 | Панель панель | 1 | | | | |
| 6 | ## Д2 101-19 706 | Разъемный лист | 1 | | | | |
| 7 | ## Д2 101-19 707 | Штанга механика | 1 | | | | |
| ИНИ Д2 101-19 700 3В | | | | | | | |
| № | Имя | Фамилия | Телефон | Адрес | Длина | Масса | Примеч. |
| № | Имя | Фамилия | Телефон | Адрес | Длина | Масса | Примеч. |
| № | Имя | Фамилия | Телефон | Адрес | Длина | Масса | Примеч. |

Разработка выполнена по заказу ООО "ИНИ" на основании проектной документации на строительство железнодорожного вагона.

Исполнитель: ООО "ИНИ" (ИНН 38/0100000000)
Адрес: 400000, Волгоградская область, г. Волгоград, ул. Коммунаров, д. 100/1



A - A

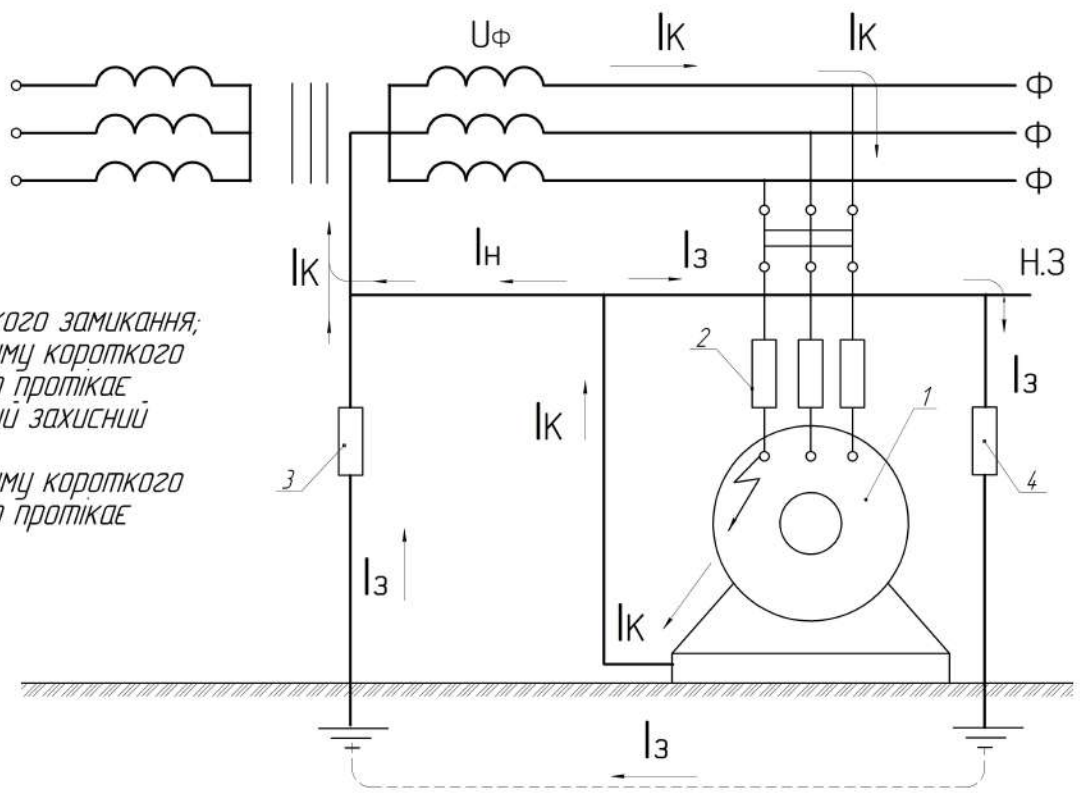


| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|--------------------|---------------------------------|------|----------|
| 1 | ІННІ Д2 161092 501 | Траверза розливного крану | 1 | |
| 2 | ІННІ Д2 161092 502 | Ступеневий кабель | 1 | |
| 3 | ІННІ Д2 161092 503 | Витяжний парасоль | 1 | |
| 4 | ІННІ Д2 161092 504 | Газокрановий виведений газу | 1 | |
| 5 | ІННІ Д2 161092 505 | Робочий навісничий "каваларчик" | 1 | |

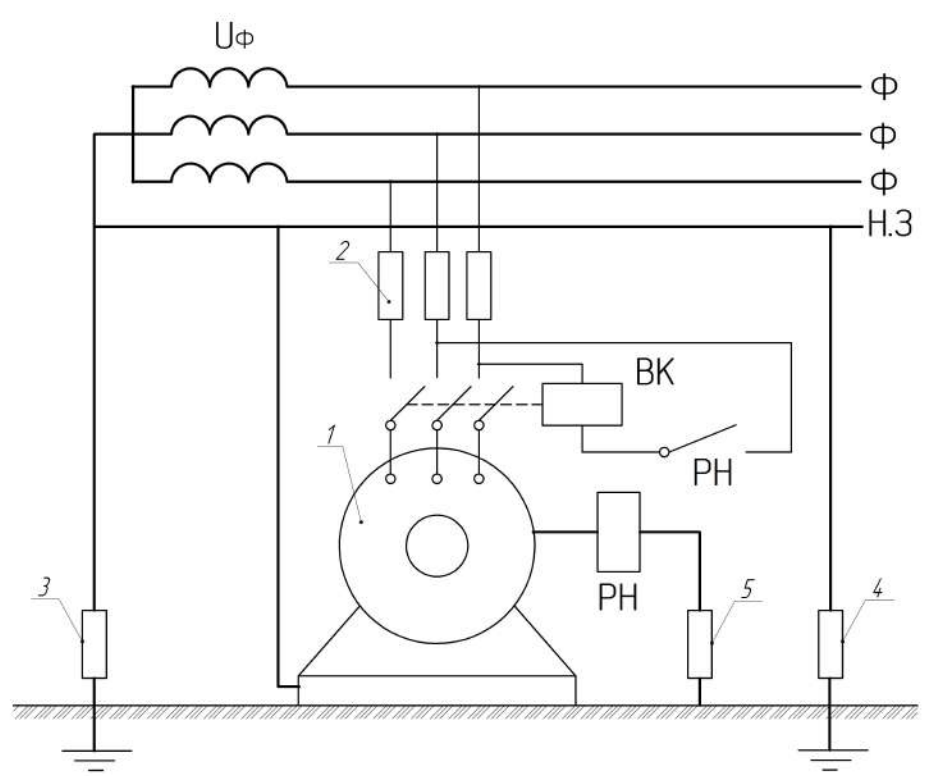
ІННІ Д2. 101-19. 500 3В

| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|--------|------|------|---|------|------|---|----|
| Імен./Лист | М. Давиденко | Технік | Лист | Лист | Розробка заходів та засобів з охорони праці в умовах мартенівського виробництва сталі | Лист | Маса | Масштаб | |
| Розроб. | Шевченко А.І. | | | | | Д | Н | 1:20 | |
| Проб. | Белогонч А.В. | | | | | | | | |
| Лист | Белогонч А.В. | | | | | Лист | 5 | Листів | 10 |
| Наказ | Рижко В.Г. | | | | Астрація «Каваларчик» розливного кранового мартенівського цеху | | | Міністерство освіти і науки України. ІНН Д2. 101-19. 500 3В. код ПЕДР, сер. В.26.39 | |
| Ім'я | Коченко Г.В. | | | | Конструктор | | | Формат | A1 |

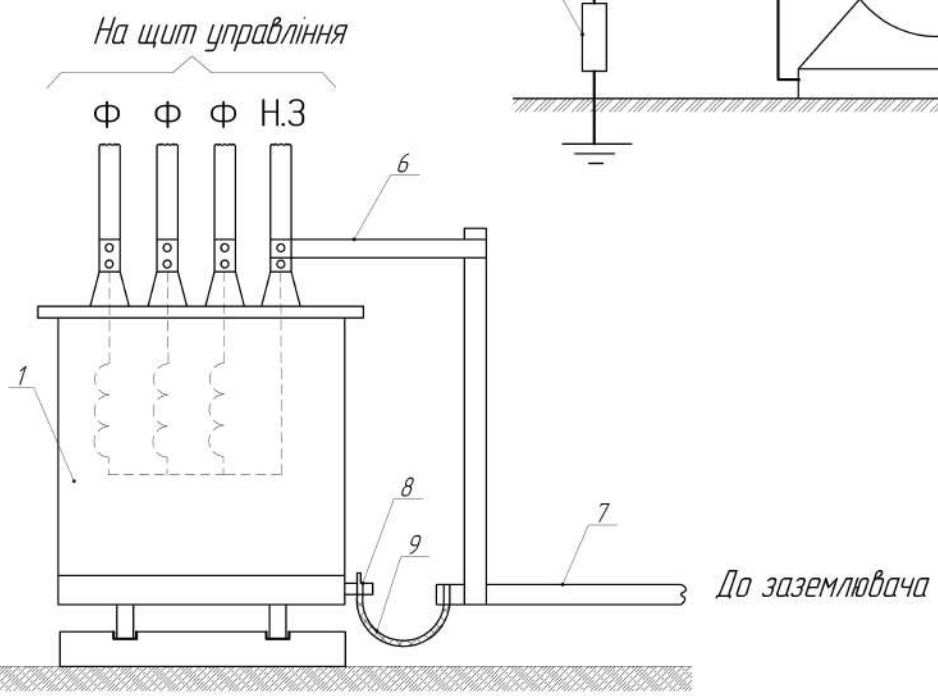
Лист 1 з 10
Лист 2 з 10
Лист 3 з 10
Лист 4 з 10
Лист 5 з 10
Лист 6 з 10
Лист 7 з 10
Лист 8 з 10
Лист 9 з 10
Лист 10 з 10



I_k – струм короткого замикання;
 I_n – частина струму короткого замикання, що протікає через нульовий захисний провідник;
 I_z – частина струму короткого замикання, що протікає через землю.



$ВК$ – вимикаюча котушка;
 $РН$ – реле напруги максимальне.



| Поз. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|---|------|----------|
| 1 | Корпус електростанції | 2 | |
| 2 | Апарати захисту від струму короткого замикання | 2 | |
| 3 | Опір заземлення нейтрала | 2 | |
| 4 | Опір підземного заземлення нульового захисного провідника | 2 | |
| 5 | Опір доповнячного заземлення | 1 | |
| 6 | Заземлювальний провідник | 1 | |
| 7 | Магістраль заземлення | 1 | |
| 8 | Заземлювальні болти на баку трансформатора | 1 | |
| 9 | Глушка перемичка для заземлення баку трансформатора | 1 | |

| ІННІ Д2. 101-19. 800 СХ | | | | Лист | Масштаб | Масштаб |
|-------------------------|----------------|-------|------|---|---------|---------|
| Исполн. | М. Давид | Техн. | Лист | Д | Н | |
| Разраб. | Шевченко А.І. | | | Лист | В | Листов |
| Проб. | Беленький А.В. | | | Міністерство освіти і науки України. ІНН Д2. 101-19. 800 СХ. код ПЕДР, сер. В.26.99 | | |
| Констр. | Рижко В.Г. | | | Схеми захисного заземлення і захисного відключення | | |
| Ізд. | Коваленко Г.В. | | | Корпус А1 | | |

Лист 1 з 1
 Стор. 1 з 1
 Лист 1 з 1
 Лист 1 з 1

Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в мартенівському цеху

| № п/п | Найменування показника | Одиниці виміру | Величина показника |
|----------|---|-------------------|-----------------------|
| 1 | Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях | дні | 1500 |
| 2 | Кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами | дні | 90 |
| 3 | Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці | грн | 1756923,336 |
| 4 | Додаткові поточні витрати в рік | грн | 188 892 |
| 5 | Зменшення кількості днів непрацездатності | дні | 255 |
| 6 | Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника | дн./роб. | 0,36 |
| 7 | Приріст продуктивності праці | % | 0,11 |
| 8 | Зниження собівартості продукції | грн | 304 615,08 |
| 9 | Річний економічний ефект від запропонованих заходів | грн | 154 776, 58 |
| 10 | Термін окупності одноразових витрат | років | 4,2 |
| 11 | Економічна ефективність одноразових витрат | грн./грн.рік | 0,23 |