

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет будівництва та цивільної інженерії
Кафедра прикладної екології та охорони праці
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 263 «Цивільна безпека»
(код та назва)
Освітня програма Охорона праці
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« _____ » _____ 20/____ року

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

Чабаненко Олександр Григорійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Розробка заходів з охорони праці у
розширених промислових маркетівського цеху

керівник роботи Резніков Вадим Сергійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 09 2019 року № 1542-С

2 Строк подання студентом роботи 30.12.2019

3 Вихідні дані до роботи Розширений промисловий маркетівського цеху
7 ноль саркото 250 м і 2 двохвартних екскаваторних агрегатів

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика об'єкту, небезпечних і шкідливих факторів; аналіз небезпечних і шкідливих процесів; розробка заходів з безпеки технологічних процесів і обладнання, вивчення можливих аварій, електрико- і комунікаційної безпеки; економічні показники

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

План цеху (участковий), технологічний асортимент креслення з
БТРО, санітарії, електрика - і/або комунікації будівлі, ма-
лиця з економією ресурсами матеріалів

6 Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------|---|--------------------------|--------------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Теоретичний | Ремко В.І., доцент каф. ПЕОП | <i>[підпис]</i> 30.09.19 | <i>[підпис]</i> 21.10.19 |
| Організаційний | Ремко В.І., доцент каф. ПЕОП | <i>[підпис]</i> 30.09.19 | <i>[підпис]</i> 25.11.19 |
| Проектний | Ремко В.І., доцент каф. ПЕОП | <i>[підпис]</i> 30.09.19 | <i>[підпис]</i> 16.12.19 |
| Економічний | Ремко В.І., доцент каф. ПЕОП | <i>[підпис]</i> 30.09.19 | <i>[підпис]</i> 27.12.19 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7 Дата видачі завдання 30.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1 | Робота над кресленнями розділом | квітень 2020 | викон. |
| 2 | Робота над організаційним розділом | листопад 2020 | викон. |
| 3 | Робота над проектним розділом | листопад 2020 | викон. |
| 4 | Виконання креслення | листопад 2020 | викон. |
| 5 | Оформлення і захист роботи | 30.12.2020 | викон. |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент Т.О. Чабаненко
 (підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) *[підпис]* В.І. Ремко
 (підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер *[підпис]* В.І. Ремко
 (підпис) (ініціали та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра прикладної екології та охорона праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

магістра
(рівень вищої освіти)

на тему Розробка заходів з охорони праці у будівельному
проекті мармурового цеху

Виконав: студент 2 курсу, групи ЦБ-18.мд
спеціальності 263 Цивільна будівля

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Охорона праці

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

Чабаненко О. Г.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцентки, к. т. н., доцент кафедри ПЕОП Запорізького
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент кафедри ПЕОП, к. т. н., доцент Беренда М. В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

АНОТАЦІЯ

Чабаненко О.І. «Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху».

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра по спеціальності 263 Цивільна безпека, науковий керівник Рижков В.Г. Інженерний інститут Запорізького національного університету, факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра прикладної екології та охорони праці.

Проаналізована статистика травматизму, професійних і професійно обумовлених захворювань у мартенівських цехах, визначені основні їх причини і діючі фактори, визначений клас умов праці розливальника сталі. Розроблені заходи захисту від падіння. Запропоновано застосування сучасного пристрою для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі. Розрахована теплоізоляція сталерозливного ковша. Запропоновані і розраховані теплозахисні екрани. Розрахована аерація мартенівського цеху, визначена кратність повітрообміну. Визначена необхідна кількість води для водорозпилення. У проекті пропонується застосовувати п'ятипровідну мережу змінного току типу TN-CS. Розрахований блискавкозахист мартенівського цеху.

Ключові слова : РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ, ОГОРОДЖЕННЯ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ, ТЕПЛОЗАХИСНІ ЕКРАНИ, АЕРАЦІЯ, ВОДРОЗПИЛЕННЯ

АННОТАЦИЯ

Чабаненко А.И. «Разработка мероприятий по охране труда в разливном пролете мартеновского цеха».

Квалификационный проект для получения степени высшего образования магистра по специальности 263 Гражданская безопасность, научный руководитель Рыжков В.Г. Инженерный институт Запорожского национального университета, факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра прикладной экологии и охраны труда.

Проанализирована статистика травматизма, профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний в мартеновских цехах, определены основные их причины и действующие факторы, определен класс условий труда разлильщика стали. Разработаны меры защиты от падения. Предложено применение современного устройства для заправки и раскрытия сталевыпускного отверстия мартеновской печи. Рассчитана теплоизоляция сталеразливочного ковша. Предложены и рассчитаны теплозащитные

экраны. Рассчитана аэрация мартеновского цеха, определенная кратность воздухообмена. Определено необходимое количество воды для водораспыления. В проекте предлагается применить пятипроводную сеть переменного тока типа TN-CS. Рассчитана молниезащита мартеновского цеха.

Ключевые слова : РАЗЛИВКА СТАЛИ, ОГРАЖДЕНИЯ, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ, ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН, АЭРАЦИЯ, ВОДОРАСПЫЛЕНИЕ

ABSTRACT

Chabanenko A.I. "Development of measures for labor protection in the flood span of the open-hearth workshop."

Qualification project for obtaining a master's degree in specialty 263 Civil Security, supervisor Ryzhkov V.G. Engineering Institute of Zaporizhzhya National University, Faculty of Construction and Civil Engineering, Department of Applied Ecology and Labor Protection.

The statistics of injuries, occupational and occupationally caused diseases in the open-hearth workshops are analyzed, their main causes and operating factors are determined, the class of working conditions of the steel caster is determined. Fall protection measures have been developed. The use of a modern device for refueling and opening the steel outlet of an open-hearth furnace is proposed. The thermal insulation of the steel pouring ladle is calculated. Heat shields are proposed and calculated. The aeration of the open-hearth shop, a certain rate of air exchange are calculated. The required amount of water for water spraying is determined. The project proposes to use a five-wire alternating current network type TN-CS. The lightning protection of the open-hearth shop is calculated.

Keywords: STEEL CASTING, FENCING, HEAT INSULATION, HEAT PROTECTION SCREEN, AERATION, WATER SPRAYING

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра Прикладної екології та охорони праці
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційний проект

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті
мартенівського цеху

Виконав: студент 2 курсу, групи ЦБ-18мд
спеціальності 263 Цивільна безпека

(код і назва спеціальності)

освітньої програми охорона праці

(код і назва освітньої програми)

Чабаненко О.І.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Рижков В.Г.

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

Рецензент _____

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

Запоріжжя

2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет Будівництва та цивільної інженерії

Кафедра Прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 263 Цивільна безпека

(код та назва)

Освітня програма Охорона праці

(код та назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20 ____ року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

Чабаненко Олександр Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху

керівник роботи Рижков Вадим Генієвич, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом ЗНУ від « _____ » _____ 20 ____ року № _____

2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи Розливний прольот мартенівського цеху : 7 печей садкою 250 т і 2 двохванних сталеплавильних агрегата, небезпечні і шкідливі фактори

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика об'єкту, небезпечних і шкідливих факторів; аналіз травматизму і профзахворювань; розробка заходів з безпеки технологічних процесів і обладнання, санітарії, електро- і пожежної безпеки; економічний розділ

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) План або розріз цеху; технологічний агрегат; креслення з БТПО, санітарії, електро- і/або пожежної безпеки, економічна таблиця

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____ (підпис) _____ (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ (підпис) _____ (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ (підпис) _____ (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра :
102 с., 20 табл., 22 рис., 65 джерел

РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ, ОГОРОДЖЕННЯ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ,
ТЕПЛОЗАХИСНІ ЕКРАНИ, АЕРАЦІЯ, ВОДОРОЗПИЛЕННЯ

Об'єкт дослідження – умови праці у розливному прольоті мартенівського цеху, шкідливі і небезпечні виробничі фактори.

Мета проектування – розроблення заходів і засобів поліпшення умов праці у розливному прольоті.

Проаналізована статистика травматизму, професійних і професійно обумовлених захворювань у мартенівських цехах, на її основі визначені основні їх причини і діючі фактори, визначений клас умов праці розливальника сталі.

Розроблені заходи захисту від основного виду травмування - падіння (огородження, накладки). Запропоновано застосування сучасного пристрою для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі, що підвищує безпеку цих операцій. Розрахована теплоізоляція сталерозливного ковша.

Запропоновані і розраховані стаціонарний екран тепловідведення і пересувний екран відбиття. Розрахована аерація мартенівського цеху, визначена кратність повітрообміну. Визначена необхідна кількість води для тонкодисперсного водорозпилення.

Для освітлення розливного прольоту запропоновані світлодіодні світильники для високих стель.

У проекті пропонується для напруги 220/380 В застосовувати п'ятипровідну мережу змінного току типу TN-CS

Розрахований блискавкозахист мартенівського цеху із застосуванням металевих труб як блискавковідводів.

Проведена оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху

ЗМІСТ

| | | |
|---------|--|----|
| ВСТУП | | 7 |
| 1 | ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ | 9 |
| 1.1 | Коротка характеристика розливного прольоту мартенівського цеху | 9 |
| 1.2 | Небезпечні фактори у розливному прольоті | 12 |
| 1.3 | Шкідливі фактори у розливному прольоті | 16 |
| 1.4 | Огляд захисних мір від небезпечних та шкідливих факторів | 19 |
| 2 | ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ | 28 |
| 2.1 | Аналіз статистики нещасних випадків | 28 |
| 2.2 | Аналіз смертельного травматизму | 32 |
| 2.3 | Аналіз подій, що спричинили нещасні випадки | 35 |
| 2.4 | Аналіз професійних захворювань | 37 |
| 2.5 | Оцінка умов праці у розливному прольоті мартенівського цеху | 43 |
| 3 | ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ | 49 |
| 3.1 | Безпека технологічних процесів і обладнання | 49 |
| 3.1.1 | Захист від механічного травмування | 49 |
| 3.1.2 | Захист при випуску сталі з печі | 56 |
| 3.2 | Гігієна праці і виробнича санітарія | 58 |
| 3.2.1 | Захист від інфрачервоного випромінювання | 58 |
| 3.2.1.1 | Теплоізоляція сталерозливного ковша | 58 |
| 3.2.1.2 | Теплозахисні екрани | 62 |
| 3.2.2 | Заходи по забезпеченню якості повітряного середовища | 68 |
| 3.2.2.1 | Виробнича вентиляція | 68 |
| 3.2.2.2 | Водорозпилення | 73 |
| 3.2.3 | Виробниче освітлення | 74 |
| 3.3 | Електробезпека | 76 |
| 3.4 | Пожежна безпека | 79 |

| | |
|---|----|
| 3.5 Техногенна безпека | 86 |
| 3.5.1 Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки | 86 |
| 3.5.2 Визначення імовірності аварій | 88 |
| 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ | 90 |
| 4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму | 90 |
| 4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в розливному прольоті мартенівського цеху | 92 |
| ВИСНОВКИ | 95 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ | 96 |

У нашій країні чорна металургія – одна з провідних галузей промисловості. В Україні розташована безліч підприємств, продукцією яких є чавун, сталь і прокат. Виплавка сталі здійснюється трьома основними способами: киснево-конверторним, електросталеплавильним і мартенівським.

Зараз мартенівське виробництво є морально застарілим. Одним з основних напрямів модернізації металургії України є заміна мартенівського виробництва конвертерним чи електросталеплавильним з переводом всього розливання сталі на безперервний спосіб. Проте в Україні ще функціонує багато мартенівських печей, котрі будуть працювати ще досить довгий час, так як їх заміна потребує багато часу і великих інвестицій. Тому технологія мартенівської плавки постійно удосконалюється, поліпшується конструкція печей, виробництво механізується й автоматизується. Наприклад, один з напрямів модернізації мартенівського процесу – впровадження двованних сталеплавильних агрегатів, перевагами яких є висока продуктивність і менша трудомісткість ремонтів.

Перевагами мартенівського процесу перед киснево-конверторним є можливість переробки у великих кількостях брухту і взагалі будь-якого виду шихти, малий вигар металу (3% у порівнянні з 10% при киснево-конверторному виробництві [1]), можливість отримання сталі заданого складу високої якості, високий ступінь утилізації тепла, можливість впровадження сучасних технологій очищення газів, що відходять, низький рівень шуму.

З іншого боку, мартенівський цех є одним найнебезпечніших і найшкідливіших підрозділів металургійного підприємства. Для мартенівського процесу характерне виникнення за певних умов екстремальних відхилень одночасно декількох технологічних параметрів, що визначають безпеку. Ці відхилення можуть викликати вибухи з викидом на значні відстані розплавленого металу і шлаку, прориви металу через вогнетривку кладку, обвалення склепіння печі [2]. Небезпеку складають також величезні маси розплавленого та розжареного металу і шлаку, рухомі багатотонні машини і механізми, струм високої напруги.

На робітників цеху діє багато шкідливих факторів: радіаційні і конвекційні тепловиділення, пил фіброгенної дії, отруйні гази (оксид вуглецю II, оксиди сірки, бенз(а)пірен, оксиди азоту), висока і непостійна температура повітря, шум.

За гігієнічною класифікацією умов праці робота, наприклад, у розливному прольоті відноситься до класу III, 3 ступеню (шкідливі умови праці).

За останні роки число нещасних випадків і виявлених професійних захворювань в металургії взагалі та в сталеплавильному виробництві зокрема, поступово скорочується. Так, у 2004 році було травмовано 1183 металурги, а у 2018 – лише 244 [3]. Проте, рівень травматизму і професійної захворюваності в сталеплавильному виробництві залишається недопустимо високим.

Виходячи з вищесказаного, розробка заходів з поліпшення умов праці у мартенівському цеху є актуальною задачею. Але мартенівські цехи крупних металургійних підприємств України – одні з найбільш великих за площею і кількістю працюючих. Різні ділянки цеха мають свої особливості стосовно охорони праці і, відповідно, заходів зі зменшення рівню травматизму і рівня профзахворювань. Тому метою магістерського кваліфікаційного проекту вирішено було означити поліпшення умов праці тільки у розливному прольоті мартенівського цеху.

Об'єктом проекту є джерела небезпечних і шкідливих виробничих факторів у розливному прольоті – випускні отвори мартенівських печей, ковші для рідкої сталі, шлакові ковші, розливальні крани, рухомий внутрішній цеховий транспорт, виливниці тощо.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка характеристика розливного прольоту мартенівського цеху

Розливний проліт служить для прийому сталі, що випускається з печей, її розливання по виливницям і для прибирання з цеху шлаку. Проліт обладнаний розливними і консольними кранами; в ньому розміщені розливні майданчики, розливні шляхи для візків з виливницями, шлях для вивезення шлаку і сміття, стенди для сталерозливних і шлакових ковшів. Висота розташування розливних кранів така ж, як і заливальних кранів пічного прольоту [4].

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 у виливницю здійснюється через донний отвір, в який встановлений стакан з пробкою, прикріпленою до стопора. Пробку обсипають порошком графіту після установавання стопора щоб уникнути приварювання пробки до стакану. Пробка має бути надійно прикріплена до стопора і добре притерта до стакану. 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.

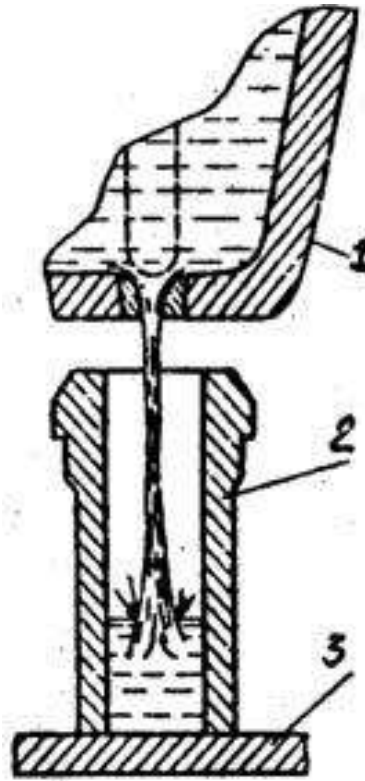
У виливницях сталь твердне, утворюючи злитки. Звільнення злитків з виливниць виробляється у стріперному відділенні. У це відділення виливниці із злитками доставляються локомотивом. Зняття виливниць із злитком виконується стріперними кранами. Застряглі у виливницях злитки витягуються спеціальним краном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

Кліщі для перенесення гарячих злитків забезпечені загартованими кернами, які замінюються, як тільки притупиться голівка [4].

Рідку сталь розливають або в виливниці, або на машинах безперервного лиття заготовок (МБЛЗ). Розливання сталі у виливниці здійснюється двома способами: зверху або сифоном. При розливанні зверху метал надходить у виливницю безпосередньо із сталерозливного ковша або через проміжний пристрій (воронку, ківш) (рис. 1.1). У разі сифонного розливання (рис. 1.2) рідка сталь із сталерозливного ковша потрапляє в центрову і потім по сифонній проводці знизу надходить в виливниці, установлені на піддоні.

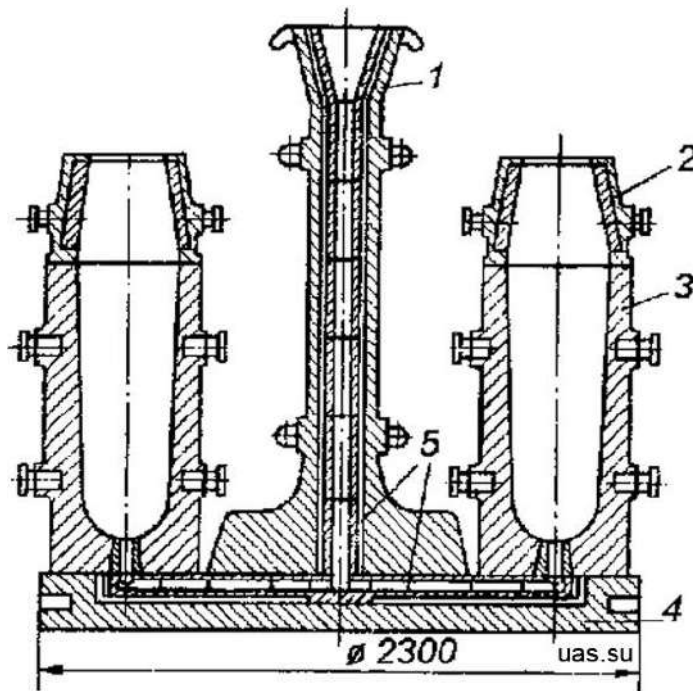
Переваги розливання зверху [5]:

- менша трудоемність;
- простіша конструкція;
- виключаються втрати металу на літникову систему і скрап, що утворюється при проривах сифонних проводок;
- потрібна нижча температура металу перед розливанням через більшу лінійну швидкість наповнення виливниць і відсутності охолодження металу в сифонних проводках;
- забезпечується більш сприятливе розташування усадочної раковини в злитках спокійної сталі і зменшується її загальний обсяг;
- утворюються більш сприятливі умови формування зовнішньої кірки злитків, що дозволяє розливати сталь з більшою швидкістю, ніж сифоном;
- більш високий рівень виходу придатних злитків і зниження витрат на підготовку составів знижують собівартість сталі на 2-3%.



1 – ківш; 2 – виливниця; 3 - піддон

Рисунок 1.1 – Схема розливання сталі зверху



1 – центровий літник; 2 – прибуткова надставка; 3 – виливниця; 4 – піддон;
5 – сифони

Рисунок 1.2 – Схема сифонного розливання сталі

Недоліками розливання зверху є [5]:

- більша кількість поверхневих дефектів злитку;
- приварювання донної частини злитків до виливниць;
- при розливанні сталі зверху, виникають труднощі, коли з одного ковша необхідно відливати багато злитків;
- при розливанні зверху спокійній сталі відзначено більш високе, ніж при сифонному розливанні вторинне окислювання і насичення металу азотом.

Розливання сифоном має такі переваги [6]:

- отримання хорошої (чистої) поверхні злитків (злитки, відлиті сифоном, не вимагають обдирання і значного очищення);
- можливість одночасної виливки кількох злитків;
- регулювання швидкості заповнення виливниці і контроль за поведінкою металу.

До недоліків сифонного розливання відносяться [6]:

- необхідність нагріву сталі до більш високої температури внаслідок охолодження її в центровий і сифонній проводці;
- підвищені втрати металу у вигляді літників (0,7-2,0% від маси сталі);
- складність і підвищена вартість розливання внаслідок витрат на вогнетриву, додаткове обладнання та витрат праці на підготовку составів.

1.2 Небезпечні фактори у розливному прольоті

Основні небезпеки при обслуговуванні мартенівських печей розливному прольоті [7]:

- Опіки і вибухи при прориві металу через випускний отвір або подину;
- Опіки бризками при викритті випускного отвору;
- Падіння з заднього майданчику печі.

Геометричні розміри робочого простору печі і його елементів є одними з основних параметрів, що визначають безпеку процесу. Від них залежать інтенсивність руйнування склепіння, голівок, укосів і подини, можливість виникнення екстремальних відхилень.

Особливо високі вимоги пред'являються до геометричних параметрів поверхні подини, яка постійно контактує з розплавленим металом і шлаком, піддається сильному зносу. Тому футерування подин, а також укосів і стінів печі повинна задовольняти основній вимозі безпеки – бути непроникною для рідкого металу і шлаку.

Подину від залишків металу і шлаку очищають струменем стислого повітря або кисню при тиску 0,5-0,8 МПа. Кисень дозволяє спалювати частину металу в печі, що наводить до значного виділення тепла і підвищення температури в робочому просторі [8].

Окрім геометричних для дотримання безпеки необхідно витримувати певні технологічні параметри: порядок завалення шихтових матеріалів в піч, заливки чавуну, ведення плавки і так далі [9].

До нормованих фізико-хімічних параметрів відносяться: маса і хімічний склад шихтових матеріалів, температура усередині печі, висота шару шлаку, глибина ванни металу.

Одним з видів порушень є порушення, що викликаються завантаженим в піч скрапом. Останній може містити шкідливі домішки. Цинк легко випаровується і у вигляді оксиду відкладається в насадках регенераторів і на поверхнях нагріву котлів-утилізаторів, виводячи їх з ладу. Пари цинку руйнують динасову кладку робочого простору протягом декількох плавок.

Свинець, що попав в піч, швидко плавиться, проникає в найдрібніші тріщини подини і у ряді випадків просочується через неї. Це може викликати відхід металу через подину.

Підвищений вміст кремнію в чавуні погіршує умови ведення плавки, вимагає збільшення кількості залізняку і вапняку, що подаються в піч, а отже, наводить до збільшення шлаку в печі. Для нагріву і плавлення надлишкової

кількості руди і вапняку потрібні додаткові витрати тепла, а підвищена кількість шлаку погіршує умови передачі тепла від факела металу, знижує стійкість футерування і підвищує витрату заправних матеріалів. Таким чином, надлишок кремнію в чавуні підвищує питому витрату палива і знижує стійкість печі, збільшуючи імовірність аварії.

Таким чином, для забезпечення безпеки мартенівської плавки необхідний ретельний контроль складу матеріалів, що подаються в піч.

До порушень процесу відносять знос стінок і склепіння під впливом неправильно організованого факела продуктів згорання.

До порушень параметрів слід віднести також знос вогнетривкої кладки печі із-за взаємодії вогнетривків з оксидами заліза і з шлаком, деформації під навантаженням, оплавлення, розтріскування, механічних пошкоджень.

На мартенівській печі може мати місце прорив металу через вогнетривку кладку задньої стінки вище за випускний отвір. Прорив швидко розмивається металом, так що основна його маса виходить з печі протягом короткого проміжку часу [8, 9].

Треба пам'ятати, що вибухи при виплавці сталі в мартенівських печах відбуваються не тільки під час плавки, але і під час випуску металу в ківш для розливання по виливницям. Можуть статися вибухи і в ковші, після випуску металу і шлаку [10].

На одному металургійному заводі у Німеччині (ще до другої світової війни) стався подібний вибух з тяжкими наслідками.

На заводі було зроблено спробу весь покладений за розрахунком для розкислення сталі багатий феросиліцій заздалегідь підігріти і завантажити на дно ковша. Після випуску плавки в ківш метал поводився спокійно, і майстер дав уже команду пересунути розливний візок на розливну канаву і починати розливання металу по виливницям.

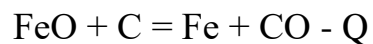
Як тільки візок почав переміщатися до місця розливання, весь метал з величезною силою скипів, піднявся і був викинутий з ковша; стався сильний

вибух. Хвилею його була зірвана покрівля будівлі цеху. При цій аварії було травмовано багато людей.

Торкаючись цієї аварії проф. М. Е. Грум-Гржимайло писав, що додавання у ківш твердого матеріалу завжди порушує рівновагу між складовими елементами ванни і не завжди можуть проходити безкарно.

Вводячи в ківш значну частину домішок Si і Mn, ми знижуємо температуру плавлення і тим перегріваємо ванну.

Перегрів ванни дає поштовх розвитку ендотермічних (поглинаючих тепло) реакцій і часто носить надзвичайно вибуховий характер.



Особливо шкідлива домішка в значних кількостях багатого феросиліцію, бо він дає цілий ряд реакцій відновлення металевих оксидів металу і шлаку, причому всі ці реакції супроводжуються значним виділенням тепла і можуть грати роль іскри, що порушує рівновагу FeO і C.

Вибух газів в будівлі над ковшем міг статися внаслідок наявності в атмосфері підвищеного вмісту пари і водню, які змішалися з вирвалися з ковша газами і утворили центри зародка ланцюгових реакцій.

Займання суміші походить від викинутих іскор з ковша [10].

У розливному прольоті трапляються аварії, пов'язані з роботою кранів. При аналізі аварій мостових кранів встановлено, що причинами є обриви сталевих вантажних канатів, руйнування гаків, несправність приладів безпеки, несправність вантажозахоплювальних органів, низька якість сталі, що застосовується при виготовленні металокопункцій кранів, крихке руйнування металокопункцій, експлуатація крана значно вище нормативного терміну служби, неякісне обстеження кранів, які відпрацювали нормативний термін. Разом з цим, при розслідуванні причин аварій розливних кранів не береться до уваги супутній фактор, як перевантаження крана при заповненні ковша рідким металом (через розпал футерування) і, як наслідок, збільшення ємності ковша. Зазвичай такі аварії, пов'язані з перевантаженням

крана, характерні через неспрацьовування обмежувача вантажопідйомності [11].

1.3 Шкідливі фактори у розливному прольоті

У мартенівських цехах в результаті особливостей технологічного процесу, що супроводжується утворенням великих кількостей надлишкового тепла, інфрачервоної радіації, пилу і газів, питання створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці набувають особливого значення.

Карта умов праці на розливному майданчику надана у табл. 1.1.

Серед питань, пов'язаних з нормалізацією умов праці в мартенівському виробництві, значне місце займають питання боротьби з надлишковим теплом. Основними джерелами теплового випромінювання у розливному прольоті є рідка сталь і шлак, нагріті поверхні печі, ковші, виливниці і тому подібне. Разом з тепловипромінюванням від гарячих поверхонь надходить конвекційний нагрів повітря, що підвищує температуру в приміщеннях. Максимальна інтенсивність інфрачервоного випромінювання і найбільша температура повітря спостерігаються в розливному прольоті при випуску сталі (до 10 кВт/м^2 і $\geq 40^\circ\text{C}$) [8].

Спектр випромінювання рідких продуктів плавки містить видимі і інфрачервоні промені. Максимум випромінювання доводиться на інфрачервоні промені з довжиною хвилі близько 1,6 мкм, що мають середню проникаючу здатність в тканинах організму. Теплове випромінювання від поверхні печей, ковшів, виливниць містить в основному довгохвильові інфрачервоні промені, які викликають нагрів лише поверхні шкіри [8,9].

Другим за значимістю шкідливим чинником мартенівського виробництва, у тому числі у розливному прольоті, слід вважати запиленість повітряного середовища. Джерелами виділення пилу і газів є поверхні рідкого металу і шлаку (аерозоль конденсації), процеси перевантаження і

транспортування матеріалів, що порошать (аерозоль дезінтеграції). Висока температура в робочому просторі печі, у ковші, у виливницях, наводить до

Таблиця 1.1 – Карта умов праці на розливному майданчику

| Чинники виробничого середовища і трудового процесу | Норм. знач. [12-14] | Факт. знач. | III клас – шкідливі і небезпечні умови | | | |
|---|--|--|--|--------|-------------------------------------|--------|
| | | | I ст. | II ст. | III ст. | IV ст. |
| 1. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ : 1 клас безпеки бенз(а) пірен марганцю оксиди 3-4 клас безпеки ангідрид сірчистий азоту діоксид азоту оксид вуглецю оксид хрому оксид | 0,00015 0,05 10 2 5 20 1 | 0,0002 0,36 36 7,2 38 34 3,6 | 1,33 3,6 3,6 1,7 3,6 | | 7,2 | |
| 2. Пил переважно фіброгенної дії, мг/м ³ | 4 | 217 | | | 54 | |
| 3. Вібрація загальна, дБ | 92 | 85 | | | | |
| 4. Шум, дБА | 80 | 90 | | 10 | | |
| 5. Мікроклімат в приміщенні (теплий період року): - температура повітря °С - відносна вологість % - швидкість руху повітря, м/с - інфрачервоне випромінювання, Вт/м ² | 15...26 ≤65 0,2...0,6 140 | 42 50 0,5 до 3000 | | | 14 | 3000 |
| 6. Важкість і напруженість праці [15] | Важка – III; помірно напружена | | | | | |

випару металу і шлаку з подальшою конденсацією і утворенням пилу дрібних фракцій. У зв'язку з тим, що в печі постійний позитивний тиск, частина газів, а отже і пил виходить через робочі та оглядові вікна. Сучасна мартенівська піч ємністю 500 т, що працює із застосуванням кисню, викидає приблизно до 3 т пилу в годину [8,9].

Мартенівська піч є також основним джерелом забруднення атмосфери газовими виділеннями. Виділення газу спостерігаються 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 стали в ковші.

Газ просочується і при порушенні щільності вогнетривкої кладки голівок, склепіння, шлаковиків, регенераторів, а також при порушенні цілісності газових комунікацій.

З газів, що поступають в робочу зону розливного прольоту, найбільшу небезпеку представляє оксид вуглецю (CO). Оксид вуглецю (чадний газ) є продуктом неповного згорання органічного палива. Потрапляючи в організм людини, оксид вуглецю реагує з гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін. При цьому різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може настати кисневе голодування. Симптоми отруєння: сонливість, головний біль, у важких випадках - втрата свідомості [8].

Бенз(а)пірен, що утворюється при спалюванні органічного палива є дуже сильним канцерогеном, тобто при тривалій дії викликає злоякісні новоутворення.

Сірчистий ангідрид та оксиди азоту є речовинами подразнюючої дії, що викликають подразнення слизових оболонок, дихальних шляхів, а при великій концентрації – опіки.

Шуми в мартенівському цеху мають різне походження. У робочому просторі печі виникає аеродинамічний і термічний шум, при роботі машин і механізмів – механічний. Шумові характеристики деяких операцій мартенівського виробництва перевищують допустимі норми. Це

спостерігається при роботі електромостових кранів, машин завалки, машин по заправці печі. Крім того, підвищений рівень шуму створюють газові потоки в печі [2, 9].

Вібрацію створюють ті ж агрегати, які є джерелами шуму. Вібрація по своїй характеристиці є загальною, технологічною, категорії 3а [13]. Фактичний рівень віброшвидкості на більшості робочих місцях у розливному прольоті не перевищує допустимого (таблиця. 3.1). Проте на деяких робочих місцях може спостерігатися порушення норм. Наприклад, на робочому місці машиніста крану загальна вібрація досягає 96 дБ, що більше допустимого рівня – 92 дБ [13].

1.4 Огляд захисних мір від небезпечних і шкідливих факторів

Згідно Правил охорони праці в сталеплавильному виробництві [17] висота розливного майданчика визначається висотою виливниць, встановлених на візках. При цьому верхній зріз виливниці має бути декілька вище, ніж рівень майданчика, для зниження теплової дії відкритого дзеркала металу на персонал.

Пристрій випускного жолоба унеможливорює переповнювання його металом, а також роз'їдання футерування і прориву металу при випуску плавки. Футерування жолоба має бути сухим. Для обслуговування жолоба біля нього влаштований металевий майданчик зі сходишками і перилами заввишки 1,0 м [17].

Подачу кисню в піч здійснюють спеціальними фурмами, обладнаними системою випарного охолодження. Привід фурми повинен мати блокування для автоматичного виводу фурми з робочого простору при падінні тиску пари або кисню нижче встановлених меж.

Для збільшення терміну служби елементів печі, що працюють в зонах високих температур, влаштована система випарного охолодження цих елементів. Прорив води або пари з системи в робочий простір печі загрожує

вибухом і виплеском металу або шлаку. Тому всі елементи випарного охолодження і підведення води герметичні.

Конструкція ковшів для розливання сталі повинна виключати небезпеку довільного їх перекидання. Цапфи ковшів виконують кованими і з восьмикратним запасом міцності. Їх перевіряють методом неруйнівного контролю не рідше одного разу в рік.

Про наявність небезпечної ситуації персонал попереджається звуковими і світловими сигналами. Сигнальні пристрої встановлені в зонах видимості і чутності обслуговуючого персоналу, а звукові сигнали легко помітні у виробничій обстановці. Як світловий сигнал використовуються потужні лампи червоного кольору, як акустичний – звук низької частоти (не більше 2000 Гц).

Частини виробничого устаткування, що представляють небезпеку, забарвлені в застережливі кольори – червоний з чорним або жовтий з чорним [16,17].

Заходи захисту від теплонадлишків, що приймаються в мартенівському цеху, у тому числі у розливному прольоті: теплоізоляція мартенівської печі, міксера, газоходів, випарне охолодження елементів печі, аерація, місцева витяжна вентиляція, водорозпил на робочих місцях. Як засоби індивідуального захисту застосовують спецодяг груп Ти, Тр, Тв - для захисту від теплового випромінювання, бризок рідкого металу і іскор, від контакту з нагрітими поверхнями. Спецвзуття - напівчоботи чоловічі групи ТиТпМун200 з глухим клапаном, ГОСТ 12.4.032 – 77, чоботи валяні чоловічі групи Тп, ГОСТ 12.4.050 – 78. Захист рук здійснюється рукавицями з парусини з просоченням ОП [18].

Для захисту очей і обличчя використовують захисні щитки з наголовним кріпленням світлофільтруючі НФ і з кріпленням на касці КФ, окуляри зі світлофільтрами М або П-3 відкриті О7, закриті з непрямою вентиляцією ЗНР1-64-84 або козиркові К1-60 [18].

При оцінки температурних умов треба брати до уваги ризики, що виникають в результаті роботи з шкідливими речовинами в наступних умовах : (а) використання спецодягу для захисту від шкідливих речовин, що збільшує ризик теплового стресу; (б) спекотне середовище, що робить носіння респіраторів незручним і ставить їх використання під сумнів, що неминуче тягне реструктуризацію роботи з метою знизити ризики, наприклад: (I) мінімізація впливу шкідливих речовин з тим, щоб необхідність в спецодязі була не такою гострою; (II) зміна обов'язків таким чином, щоб ритм роботи в жаркій обстановці знижувався; і (III) збільшувати число перерв і прискорювати ротацію персоналу [33].

Працівники, котрі піддаються впливу спеки, а також їх керівництво, повинні мати наступну підготовку: (а) вміти розпізнавати симптоми, які свідчать про загрозу теплового стресу, у себе і оточуючих, і знати, які кроки можна зробити для запобігання нападу і / або аварії; (б) знати рятувальні методи і заходи першої допомоги; і (в) знати, які дії зробити в разі загрози нещасного випадку через високу температуру [33].

Працівники повинні бути проінструктовані щодо : (а) важливості підтримки гарної фізичної форми для роботи в умовах спеки або холоду; і (б) необхідності випивати достатню кількість придатної рідини, а також щодо дієтичних вимог, що включають споживання кухонної солі, калію та інших елементів, зміст яких в організмі зменшується при потовиділенні [33].

При виборі спецодягу можна врахувати наступні міркування:

- використання тканини, що відбиває інфрачервоні промені, якщо основний нагрів йде через випромінювання;
- використання ізолюючого одягу з поверхнею, що відбиває інфрачервоні промені, по при одночасному впливі інтенсивної променевої енергії і гарячого повітря (при цьому дозволяючи свободу рухів для виконання робочих обов'язків);

- в інших випадках - одяг з повітряним, водяним або льодовим охолодженням, як можливе доповнення наведених варіантів [33].

Важливо знизити тепловиділення від поверхні мартенівських печей. Для кладки мартенівських печей застосовують дефіцитні, дорогі вогнетривкі матеріали, які, як правило, працюють на межі своїх вогнетривких властивостей. У особливо важких умовах знаходиться кладка робочого простору печі, де вона піддається нагріву до 1700...1800°C, коливанням температури, хімічній дії плавильного пилу і механічній дії матеріалів плавки. Кладку робочого простору виконують з основних вогнетривів. Під, задню і передню стінки, укоси викладають з магнезитової цеглини з тепловою ізоляцією шамотною і піношамотною цеглиною і листовим азбестом.

Для захисту від пилу застосовується аерація, місцева витяжна вентиляція, засоби індивідуального захисту (респіратори РП-км, Айстра-2 і ін.) [18,19].

Зниженню дії пилу сприяло важливе конструктивне удосконалення мартенівських печей – використання для кладки склепінь магнезитохромітових вогнетривів замість динасу. Це дозволило збільшити в 2,5 рази тривалість кампанії печей, тобто скоротити загальну тривалість ремонтів і дії пов'язаних з ремонтами шкідливих чинників, перш за все запиленості повітря. З гігієнічної точки зору дуже важливо ще і те, що магнезитохромітові вогнетриви на відміну від динасових містять значно менше кремнезему (не більше 8%, тоді як в динасової цеглині до 97%). При руйнуванні кладки ремонтованої печі пил містить невелику кількість оксиду кремнію [7].

Захистом від газовиділень, також як і від пилу, служить вентиляція. Крім того, грає роль герметизація газопроводів, лежаків, регенераторів.

Велике значення має правильна організація спалювання палива в печі. Необхідно, аби коефіцієнт надлишку повітря відповідав заданому і перемішування природного газу і повітря було як можна інтенсивнішим. В

такому разі згорання органічного палива йде до діоксиду вуглецю, а не до оксиду [7].

З точки зору виробничої санітарії та пожежної безпеки велике значення мають планувальні рішення.

Крупні підприємства чорної металургії по кількості і складу викидів відносяться до підприємств 1-го класу. Між підприємством і житловою забудовою створюється санітарно-захисна зона, шириною 1000 м [20]. Об'єм виробничих приміщень на одного працюючого не має бути менше 15 м³, а площа – менше 4,5 м² [17, 20]. У мартенівських цехах ці показники завжди значно більше.

При орієнтуванні основної будівлі цеху повинен враховуватися пануючий напрям вітрів – подовжня вісь ліхтаря повинна складати з напрямом пануючого літнього вітру кут 60...90°, що необхідне для нормальної роботи аераційного ліхтаря.

Для металу, шлаку, ковшів, що остигають, передбачаються навіси, галереї, розташовані на віддалі від місць припливів свіжого повітря, що поступає в цех.

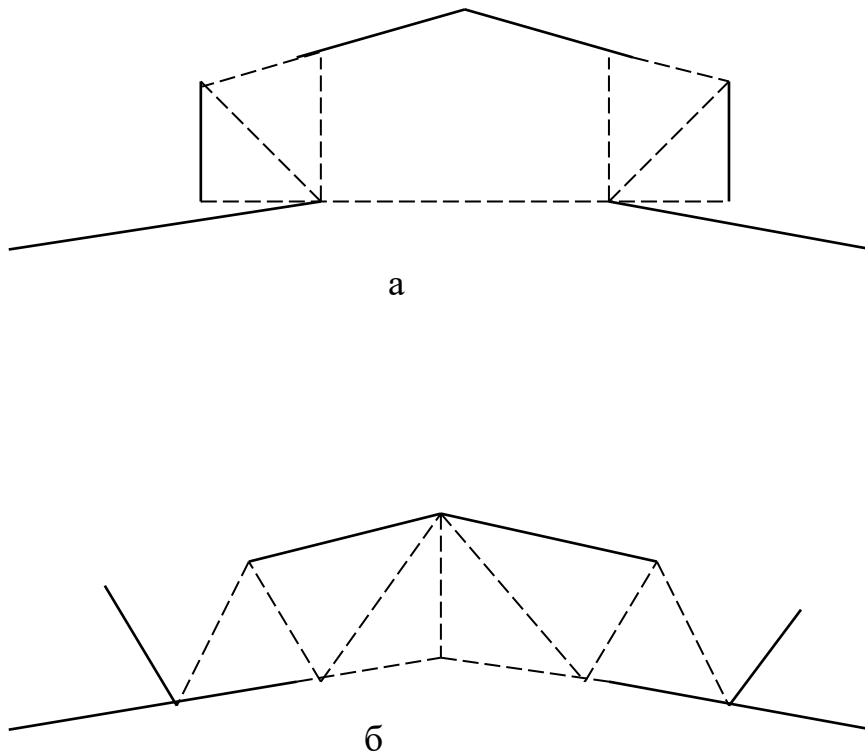
Всі двері мають відкриватися назовні. Ширина дверей і сходів розраховується відповідно до числа людей, які можуть скористатися ними. Для попередження попадання холодного повітря в робочі приміщення двері і ворота обладнуються тамбурами [16].

Швидкість руху автомашин, автокарів, електрокарів і іншого безрейкового транспорту не повинна перевищувати при в'їзді до цеху, усередині цеху і на виїзді з нього 5 км/год. [17].

У мартенівських цехах використовується природна загальнозмінна вентиляція, яка здійснюється за допомогою аерації - організованого регульованого природного повітрообміну. Аерація – найбільш досконалий вид природної вентиляції. Для аерації владнають в стінах будівель і ліхтарях дахів отвори, які повинні відкриватися відповідно змінам температур зовнішнього

повітря, швидкості і напрямку вітру. Регулювання ступеню відкриття отворів механізоване.

Велике значення для нормального повітрообміну має використання ліхтарів, що не задуваються вітром. Від тих, що задуваються вони відрізняються наявністю обгороджувань, які унеможливають лобової дії вітру через отвори для випуску повітря (рис. 1.3). Перевага ліхтарів, що не задуваються, полягає в тому, що вони попереджають перекидання забрудненого повітря в робочу зону.



а – ліхтар МІОТ (Московського інституту охорони праці);

б- ліхтар типа КТИС

Рисунок 1.3 – Типи ліхтарів, що не задуваються

У приміщеннях розливного прольоту мартенівського цеху все електроустаткування має бути закритого або такого, що обдувається (закриті апарати, забезпечені вентиляційним пристроєм для обдування їх зовнішньої

частини) виконання з мінімально допустимою мірою захисту оболонок IP44 для стаціонарних машин і IP54 для пересувних механізмів [21].

У зонах класу П-Па (пульти управління, кабельні тунелі і галереї) електроустаткування допускається застосовувати в закритому і захищеному виконанні. 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 відділяє її внутрішню порожнину від зовнішнього середовища. Зв'язок між внутрішньою порожниною і зовнішнім середовищем можливо лише через нещільність з'єднань між частинами електроустаткування. У зонах класу П-Па допускається міра захисту оболонок не менше IP44 [21].

У пожежонебезпечних зонах допускається відкрита електропроводка по конструкціях, що не згорають, ізольованими дротами марок АППР, АПВ, АППВ, проводка в сталевих трубах дротом марок ПРТО, АПРТО, в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають, дротами АПВ і ПВ. Вживання неізольованих дротів заборонене [21].

Для передачі і розподілу електроенергії по території і у виробничих приміщеннях прокладають електричні кабелі. Для живлення стаціонарних установок (силових і освітлювальних) використовують броньовані кабелі з алюмінієвою або свинцевою оболонкою, з мідними або алюмінієвими жилами в гумовій або поліхлорвінілової ізоляції. Силові кабелі прокладають в металевих трубах під землею в спеціально влаштованих кабельних каналах, колекторах, тунелях. У виробничих приміщеннях кабелі прокладають відкрито по стінах, перекриттях, металоконструкціях.

Живлення цеху електроенергією здійснюється по двох незалежних введеннях [21].

Зазвичай в мартенівських цехах використовується змінний електричний струм частотою 50 Гц, що поставляється по трифазних мережах. У розливному прольоті є споживачі змінного трифазного струму напругою 6 кВ (двигуни серії АТ – асинхронні, такі, що обдуваються, ВАО - вибухозахищені

асинхронні, такі, що обдубаються) і 220/380 В (двигуни серій 4А – асинхронні короткозамкнуті, АОЗ – асинхронні, такі, що обдубаються, закриті тощо), напруга 220 В використовується в мережі загального освітлення, 12 В - для ручного електроінструменту 3-го класу [9, 17, 21].

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

Технологічно вживання чотирипровідної мережі переважно, оскільки вона дозволяє використовувати дві напруги - лінійну і фазну. У мережі 380/220 В можна використовувати силове навантаження - трифазне і однофазне, включаючи його між фазами, і освітлювальну - включаючи її між фазою і нульовим дротом.

За нормального режиму роботи безпечніша трипровідна мережа з ізолюваною нейтраллю, а в аварійному режимі - чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю.

Мережі з глухозаземленою нейтраллю застосовуються там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію дротів (вологість, агресивне середовище, протяжність), коли не можна швидко відшукати або усунути пошкодження ізоляції, при великій ємності дротів відносно землі.

Оскільки електричні мережі, вживані в мартенівському цеху, мають чималу довжину, на них впливає агресивне середовище (висока температура, бризки металу, іскри, рухомі механізми), то важко забезпечити їх надійну експлуатацію, у тому числі ізоляцію. Тому часто можливе виникнення аварійного режиму. У таких умовах необхідне улаштування чотирипровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю. Така мережа легко обладнується пристроями захисного відключення, що спрацьовують при аварійній ситуації.

Для живлення споживачів з напругою 6000 В у мартенівських цехах використовується трипровідна мережа з ізолюваною нейтраллю [9, 17, 21].

Як засіб захисту від дотику до обладнання, що випадково виявилось під напругою, у мережі 380/220 В застосовується занулення, у мережі 6000 В – заземлення.

З точки зору пожежної безпеки розливний проліт відноситься до категорії Г – помірнопожежнебезпечна [22].

Пожежна небезпека розливного прольоту характеризується наявністю великої кількості рідкого металу і шлаку. Вона менша, ніж у пічному прольоті.

При випуску металу і шлаку забороняється використання ковшів і виливниць з вологими матеріалами, оскільки в таких умовах обов'язково станеться викид або розбризкування металу (шлаку). На місцях розливання не повинно бути жодних горючих матеріалів. Ковші для сталі, чавуну і шлаку повинні подаватися лише сухими. Щоб уникнути виплеску металу і шлаку ковші не доливають до верхньої кромки на відстань, вказану в цеховій інструкції [23].

У місцях можливого витоку або викиду рідкого металу доцільно робити захист металевих колон, що несуть. При цьому захист необхідно виконувати не на всю висоту колони, а на 1,5...2 м від рівня підлоги. Найефективніше захист колон виконувати вогнетривкою цеглиною або бетоном [23].

Нижня частина стін в пічному і розливному прольотах повинна виконуватися із залізобетонних або керамзитобетонних панелей, а верхня може бути виконана з багатошарових панелей з утеплювачем, що не згорає. Висота нижньої залізобетонної частини стіни приймається 1,8...2,4 м залежно від розмірів панелей [23].

Найбільша відстань до евакуаційного виходу не обмежується. Ширина доріг евакуації в світлу – не менше 1 м, дверей – не менше 0,8 м. Висота проходу на дорогах евакуації – не менше 2 м [24].

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних кранів. Пожежні крани встановлюються в мартенівському цеху на висоті 1,35 м над підлогою приміщення у виходів, на майданчиках, в проходах. Пожежні крани розміщуються в шафах, що мають отвори для провітрювання і мають

напис ПК. Кожен пожежний кран забезпечується пожежним рукавом завдовжки 20 м і пожежним стволом [26].

Для гасіння невеликих вогнищ пожеж застосовують ручні вогнегасники.

Мартенівський цех рекомендується оснащувати наступними вогнегасниками: пінні або водні, ємністю 10л - 2шт. на 1800м² площі цеху; порошкові, ємністю 5л - 2 шт. на 800 м²; вуглекислотні, ємністю 5 або 8 л - 2 шт. на 1800 м² [25].

Вуглекислотні вогнегасники перш за все застосовують для гасіння пожеж електроустановок під напругою. Для цих цілей можна також використовувати порошкові вогнегасники.

2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз статистики нещасних випадків

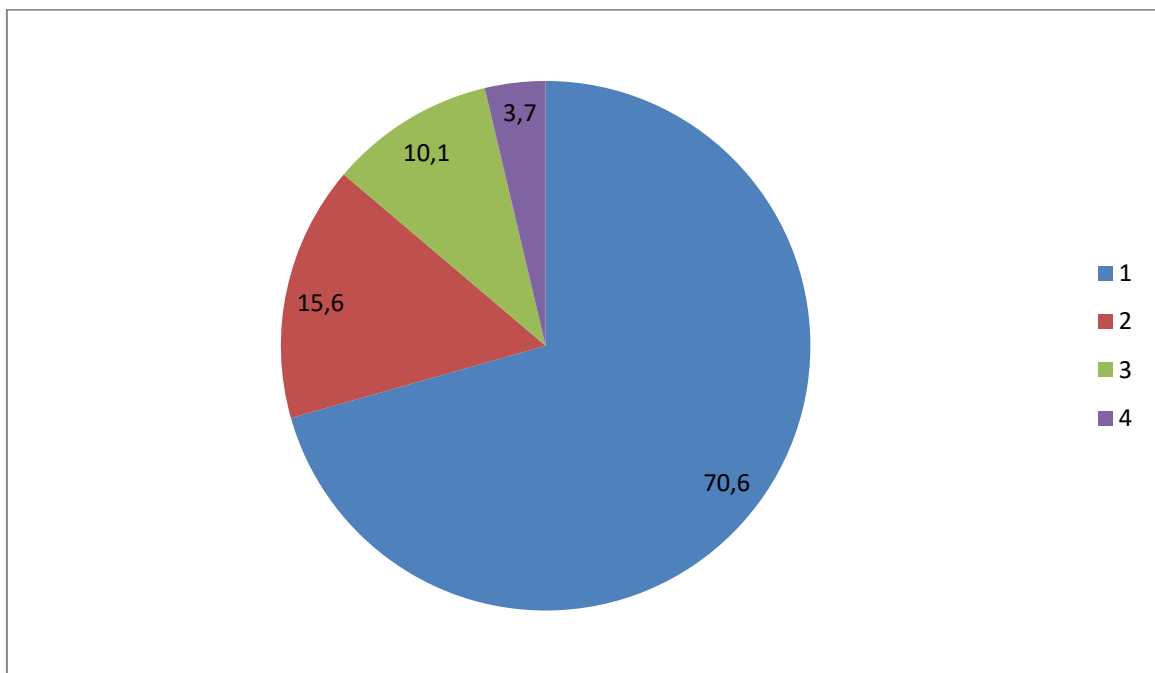
Згідно [27] у металургійній галузі у 2017 році було зареєстровано 261 нещасний випадок. Металургія займає 7 місце по цьому показнику з 91 виду економічної діяльності, які враховуються у класифікаторі КВЕД. З цих випадків – 22 смертельних. Це 12 місце за видами економічної діяльності. Кількість потерпілих склала 273 особи (4 місце). Частина жінок серед постраждалих складає 19,8%, що значно менше, ніж в цілому по виробництву (27,1%), хоча це пояснюється меншим відсотком жінок, що працюють у металургії.

Звертає на себе увагу факт повільного зниження травматизму – у 2009 році відбулося 279 нещасних випадків (зниження у 2017, тобто за 8 років, на 6,5%). Смертельних нещасних випадків у 2009 році було навіть менше, ніж у 2017 – 21 [28].

В металургійній галузі, як і в інших галузях народного господарства України, найбільш часто трапляються механічні травми - близько 70% [28]. Отруєння у металургії мають місце перш за все оксидом вуглецю. Розподіл травм за їх видом наданий у табл. 2.1 і рис. 2.1.

Таблиця 2.1 - Розподіл кількості нещасних випадків за видом травм [28].

| Вид травми | Відсоток від загальної кількості, % |
|------------------|-------------------------------------|
| Механічні травми | 70,6 |
| Ураження струмом | 3,7 |
| Опіки | 10,1 |
| Отруєння | 15,6 |



1 – механічні травми; 2 – отруєння; 3 – опіки; 4 – ураження струмом

Рисунок 2.1 – розподіл видів травм у металургійній галузі

Розподіл нещасних випадків за віком потерпілих (табл.2.2, рис. 2.2) показує, що 51% припадають на робітників віком 40...65 років. Як правило, такі робітники мають значний виробничий стаж роботи, у тому числі роботи за умов підвищеної небезпеки. Значний рівень травматизму робітників цієї категорії спричинено так званою звичкою до небезпеки – однією з причин свідомого порушення правил безпеки [28].

Таблиця 2.2 - Розподіл постраждалих за віком

| Вік потерпілого | Відсоток від загальної кількості, % |
|-----------------|-------------------------------------|
| 16...20 | 7,1 |
| 20...30 | 6,4 |
| 30...40 | 32,4 |
| 40...60 | 51,0 |
| > 60 | 3,1 |

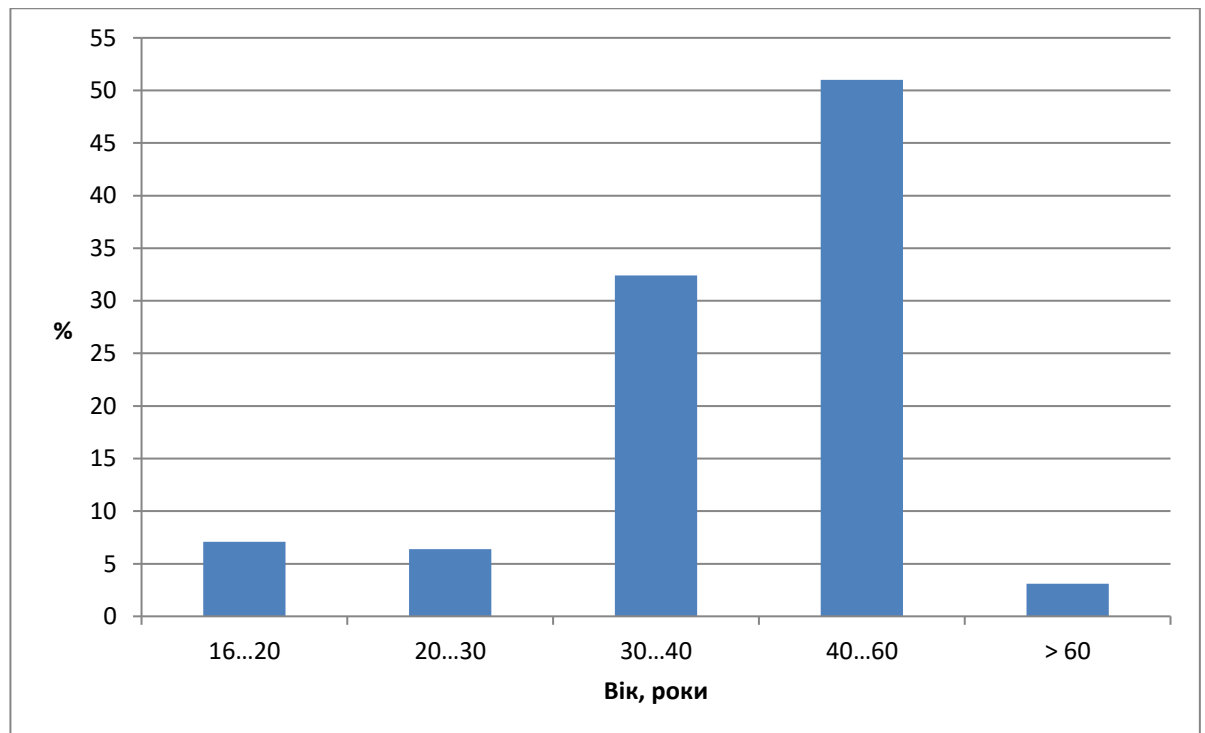


Рисунок 2.2 - Розподіл нещасних випадків за віком потерпілих у металургійній галузі

Розподіл нещасних випадків за загальними та конкретними причинами наданий у табл. 2.3 згідно [29].

Таблиця 2.3 - Розподіл нещасних випадків за причинами

| Група причин, конкретна причина | Відсоток від загальної кількості, % |
|--|-------------------------------------|
| Відсутність або недосконалість запобіжної техніки, у тому числі | 35,0 |
| Майданчиків, мостиків, блокувань тощо | 20,1 |
| Огорож | 6,0 |
| Засобів індивідуального захисту | 5,8 |
| Сигналізації | 3,1 |
| Несприятливі умови праці, у тому числі | 3,9 |
| Небезпечні габарити | 2,9 |
| Недостатнє освітлення | 0,4 |
| Тіснота і захаращення | 0,3 |
| Відсутність або невідповідність місць відпочинку | 0,3 |
| Недоліки обладнання і організації виробництва, у тому числі | 35,6 |
| Обладнання | 22,9 |
| Механізації та автоматизації | 10,0 |
| Невідповідні сировина і матеріали | 1,3 |
| Порушення технологічного режиму | 1,2 |
| Недоліки будівель | 0,2 |
| Виконання робіт неправильними методами, у тому числі | 14,9 |
| Застосування небезпечних способів роботи | 9,4 |
| Відсутність нагляду за працівниками | 3,1 |
| Наявність людей у небезпечних місцях | 1,7 |
| Неправильна організація праці | 0,7 |
| Неправильні дії постраждалих, у тому числі | 6,9 |
| Порушення особистої безпеки | 3,5 |
| Застосування небезпечних прийомів роботи | 1,6 |
| Помилкові дії | 1,3 |
| Відпочинок у небезпечних місцях | 0,5 |
| Неправильні дії інших осіб, у тому числі | 3,7 |
| Порушення правил безпеки | 2,1 |
| Небезпечні дії | 1,6 |

Аналізуючи ці дані бачимо, що відсутність або недосконалість засобів колективного захисту є причиною 29,2% нещасних випадків (20,1 + 6,0 + 3,1).

Відсутність або недосконалість засобів індивідуального захисту викликає нещасні випадки у 5 разів рідше (5,8%).

Суто технічні причини складають $35,0 + 3,9 + 35,6 = 74,5\%$, тобто три чверті всіх причин.

З наведених даних можна зробити висновок, що треба приділити увагу таким заходам.

- Удосконалення технічних засобів захисту.
- Удосконалення безпеки технологічного процесу.
- Ретельний інструктаж та нагляд за працею робітників з великим стажем роботи.

2.2 Аналіз смертельного травматизму

Як було вже сказано, смертельний травматизм у металургії знижується дуже повільно. Для аналізу цього явища Рижков [30] вводить коефіцієнт смертності травматизму:

$$K_c = \frac{C}{Z} 100\%,$$

де Z - загальна кількість травмованих, C - кількість смертельно травмованих за визначений період, як правило, за рік.

Коефіцієнт показує відсоток смертельно травмованих від загальної кількості постраждалих.

У [30] показана динаміка K_c за 2003...2007 роки. За статистичними даними [27, 30, 31] коефіцієнт смертності був розрахований за подальші роки. Результати надані у табл. 2.4 і рис. 2.3.

З таблиці бачимо поступове зростання коефіцієнту. Це означає, що кожний нещасний випадок, що визнаний зв'язаним з виробництвом, стає все більш небезпечним. Якщо у 2003 році смертельним був кожний двадцятий випадок, то 2018 – кожний десятий. Маємо ріст відносної смертності у 2 рази.

Таблиця 2.4 - Динаміка коефіцієнту смертності

| | | | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Рік | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| K_c , % | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,7 | 6,5 | 6,25 | 5,46 | 5,50 |
| Рік | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| K_c , % | 6,43 | 6,35 | 6,28 | 8,67 | 8,80 | 9,03 | 8,48 | 9,91 |

У [30] причиною такої динаміки називається приховування звичайних (не смертельних) нещасних випадків. Нещасні випадки, що насправді зв'язані з виробництвом, подаються як не зв'язані з ним, виробничі травми – як побутові. Для цього використовуються адміністративні ресурси, не зареєстрована оплата компенсації потерпілим та ін.

Стосовно металургії України ще однією причиною негативної динаміки може бути поганий стан виробничого обладнання, засобів колективного захисту, недостатній рівень механізації та автоматизації (табл. 2.3). Це суттєво, бо металургія відноситься до небезпечних виробництв і має багато джерел смертельної небезпеки.

Розглянемо статистику загального і смертельного травматизму стосовно гірничо-металургійного комплексу (ГМК) України за даними [31, 32] (табл. 2.5). Дані за 2017 рік відрізняються від даних [27], але це не впливає на загальну картину. На підставі [31, 32] розраховані коефіцієнти смертності у ГМК за 2009...2018 роки.

Як видно з таблиці, тенденція у галузі така ж сама, що в цілому по країні. Коефіцієнт смертності травматизму за останні 9 років у ГМК виріс у 2 рази, хоч абсолютна його величина менша, ніж по всій країні. Останнє

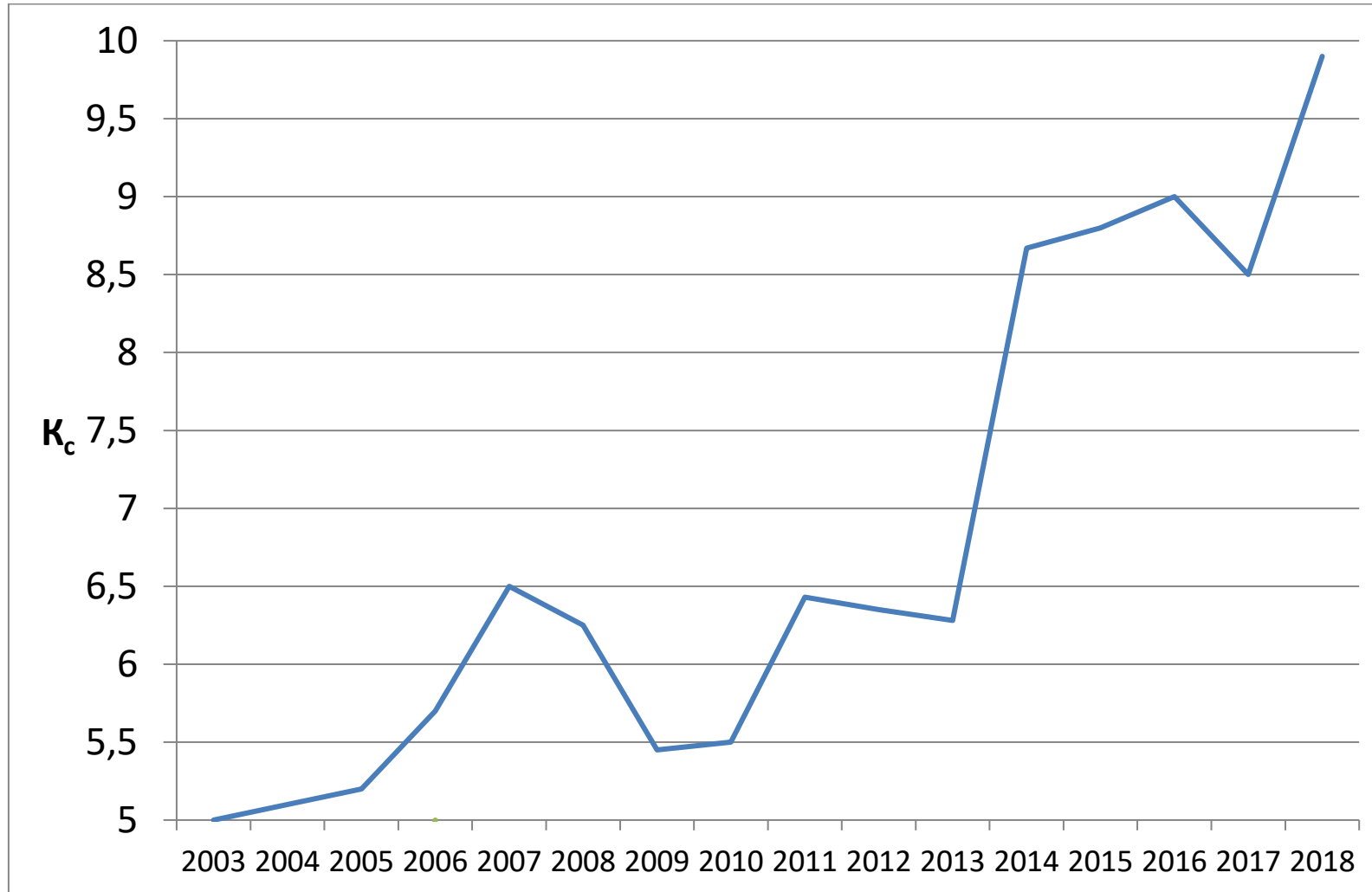


Рисунок 2.3 - Динаміка коефіцієнту смертності

пояснюється тим, що в металургії більше уваги приділяється саме факторам, дія яких може призвести до загибелі.

Таблиця 2.5 – Загальний і смертельний травматизм у гірничо-металургійному комплексі України

| Кількість травмованих | Роки | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Взагалі | 917 | 911 | 684 | 653 | 585 |
| Смертельно | 28 | 39 | 32 | 34 | 28 |
| Кількість травмованих | Роки | | | | |
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Взагалі | 503 | 419 | 400 | 397 | 333 |
| Смертельно | 32 | 28 | 26 | 21 | 21 |

Таблиця 2.6 – Динаміка коефіцієнту смертності травматизму K_c у ГМК України

| Роки | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 3,05 | 4,28 | 4,68 | 5,21 | 4,79 |
| Роки | | | | |
| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 6,36 | 6,68 | 6,50 | 5,29 | 6,31 |

У [30] дані по країні порівняні з даними по Західній Європі. Так, у Західній Європі смертельна травма припадає на 800...1300 нещасних випадків (з тимчасовою втратою працездатності), тобто коефіцієнт $K_c = 0,12...0,08\%$. (у 70...117 разів нижче, ніж в Україні).

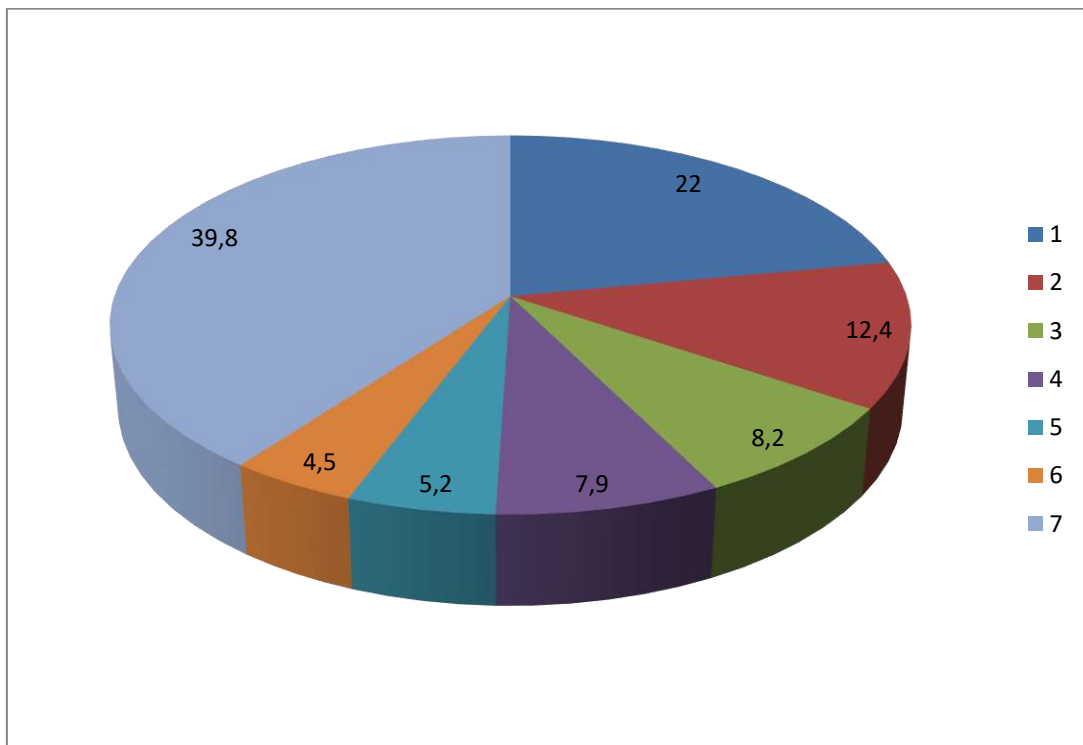
2.3 Аналіз подій, що спричинили нещасні випадки

За 9 місяців 2019 року робочими органами виконавчої дирекції Фонду соціального страхування зареєстровано 3270 (з них 286 - смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві. За даними Фонду [34] основними подіями, що призвели до нещасних випадків, є такі:

- падіння потерпілого під час пересування – 22,0 % (720 травмованих осіб від загальної кількості травмованих по Україні);
- дія рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів – 12,4 % (405 осіб);
- падіння потерпілого з висоти – 8,2 % (268 осіб);
- дорожньо-транспортна пригода на дорогах (шляхах) загального користування – 7,9 % (257 осіб);
- навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою – 5,2 % (170 осіб);
- падіння устаткування (обладнання) або їх конструктивних елементів – 4,5 % (148 осіб).

У металургійній промисловості за 9 місяців 2019 року постраждали 162 робітника, з них смертельно – 7 [34].

Наочно ці дані відображені на рис. 2.4.



1 - падіння під час пересування; 2 - дія рухомих і таких, що обертаються, деталей;
 3 - падіння з висоти; 4 – ДТП; 5 - навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою; 6 - падіння устаткування, деталей; 7 – інші події.

Рисунок 2.4. – Структура нещасних випадків на виробництві за видами подій (9 місяців 2019 року).

Підсумовуючи дані табл. 2.1, 2.3 і рис. 2.4 можна зробити висновок, що у розливному прольоті мартенівського цеху треба звернути увагу:

- на стан проходів, сходів, майданчиків з точки зору унеможливлення падіння;
- на майданчики, що розташовані на висоті (наявність огорожень і їх належний стан);
- на безпеку пересування цехового транспорту, у тому числі мостових кранів, сталевозів і шлаковозів;
- на безпеку випуску сталі з печі у ківш і розливання сталі у вилівниці;
- на контроль вмісту оксиду вуглецю (II) у повітрі робочої зони.

2.4 Аналіз професійних захворювань

За 9 місяців 2019 року у порівнянні з 9 місяцями 2018 року кількість професійних захворювань збільшилась на 26,5 %, або на 348 захворювань (з 1314 до 1662) [34]. У Запорізькій області зафіксовано 63 випадки.

Основними обставинами, внаслідок яких виникли професійні захворювання за 9 місяців 2019 року, є: недосконалість механізмів та робочого інструменту – 21,9 %, недосконалість технологічного процесу – 20,1 % та невикористання засобів індивідуального захисту – 10,1 % від їх загальної кількості.

У структурі професійних захворювань перше місце належить хворобам органів дихання (пневмоконіози, пилові бронхіти) – 45,4 % від загальної кількості діагнозів по Україні (1314 випадків). На другому місці - захворювання опорно-рухового апарату (радикулопатії, остеохондрози, артрити, артрози) – 25,1 % (728 випадків). Третє місце за хворобами слуху – 14,9 % (430 випадків), четверте за вібраційною хворобою – 7,3 % (211 випадків) [34].

Професійні захворювання, що можливі у мартенівських цехах згідно переліку професійних захворювань [35] надані у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Професійні захворювання, можливі у мартенівських цехах

| Найменування захворювання | Код згідно з Міжнародною статистичною класифікацією хвороб (МКХ-10) | Небезпечні та шкідливі речовини і виробничі фактори |
|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Токсичне ураження органів дихання: ринофаринголарингіт, ерозія, перфорація носової перетинки, трахеїт, бронхіт, пневмоніт, токсичний фіброзуючий альвеоліт, пневмосклероз тощо | J68-J70 | Оксиди азоту, сірка та її сполуки, хром та його сполуки |
| Кон'юнктивіти (гострий, хронічний) | H10.9 | Сірка та її сполуки, оксиди азоту - |
| Кератокон'юнктивіт | H16.2 | Сірка та її сполуки, оксиди азоту |
| Пневмоконіоз | J60-J64 | Пил з вмістом вуглецю; пил металів та їх оксидів |
| Коніотуберкульоз (пневмоконіоз, пов'язаний з туберкульозом) | J65 | Пил з вмістом вуглецю; пил металів та їх оксидів |

Закінчення таблиці 2.7

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|--|
| Хронічний бронхіт: пиловий, токсико- пиловий | J44, J68.4 | Пил різного виду |
| Емфізема-бронхіт | J44 | Пил різного виду |
| Катаракта | H26.8 | Інфрачервоне випромінювання |
| Перегрівання: гостре (тепловий удар, теплова непритомність, теплові судоми тощо) та хронічне (вегетативно-судинна дисфункція з порушенням терморегуляції, електролітного обміну тощо) | T67 | Нагрівальний мікроклімат та інтенсивне інфрачервоне випромінювання |
| Нейросенсорна приглухуватість | H903 | Високий рівень звукового тиску |
| Алергічні захворювання: | H10, J30, J44, J45, J67, L23.9, T78.3, T78.2, K71.6, G98 | Речовини та сполуки алергізуючої дії |

Суржиков Д.В. із співавторами [38] за даними досліджень наводить цифри щодо ризику виникнення профзахворювань пилової етіології та хронічних отруень серед робітників сталеплавильних цехів.

Ризик хронічної інтоксикації (неспецифічних токсичних ефектів), викликаний тривалим впливом токсичних речовин, ризик гострих токсичних ефектів і ризик професійних захворювань пилової етіології розраховувалися

для працівника, який має 25-річний стаж роботи на підприємстві металургійної промисловості.

Розрахунок ризику хронічної інтоксикації ґрунтувався на показниках середньозмінних концентрацій забруднюючих речовин. Ризик гострих токсичних ефектів обчислювався за їх максимальних концентрацій; сумарний рівень ризику при комбінованому впливі декількох речовин визначався максимальним ризиком окремої домішки [38].

Провідними несприятливими факторами виробничого середовища металургів є високі концентрації токсичних речовин в повітрі робочих зон, запиленість, високі рівні шуму. Розрахунки ризику хронічної інтоксикації, пов'язаного із забрудненням повітря на робочих місцях сталеплавильних цехів, встановили, що його величина знаходиться в межах 0,426-0,718 в залежності від виробничо-професійної групи. Найбільші рівні ризику виявлені у наступних спеціальностей: сталевар, підручний сталевара електричної печі, сталевар установки позапічної обробки сталі і машиніст крана металургійного виробництва (0,657-0,718). Для розливного прольоту має значення остання спеціальність [38].

Найбільш небезпечною токсичною речовиною повітря робочої зони є азоту діоксид, питома вага якого в ризик хронічної інтоксикації становить 29,20-35,59% (в залежності від виробничо-професійної групи). Другою по значущості токсичною речовиною, що визначає формування даного типу ризику, є сірководень, питома вага якого коливається від 14,10 до 31,15%; далі йдуть сірки діоксид - 21,65-30,36%, пил - 14,61-19,30%, вуглецю оксид (II) - 1,57-2,48%. При збереженні існуючих концентрацій токсичних речовин в повітрі робочої зони протягом 25-річного періоду у 426-718 осіб з 1000 працівників можуть проявитися симптоми хронічної інтоксикації [38].

Наочно питома вага різних речовин у виникненні професійної хронічної інтоксикації показана на рис. 2.5.

Ризик гострих токсичних ефектів найбільший для пилу – 18,4-30,9%, потім йде азоту діоксид – 6,7 – 13,6% [38].

Ефекти неспецифічного впливу шуму проявляються у виді невротичного і астеничного синдромів в поєднанні з вегетативною дисфункцією, дратівливістю, загальною слабкістю, головним болем, підвищеною стомлюваністю, розладом сну, ослабленням пам'яті. Встановлено, що ризик неспецифічного впливу шуму у працівників сталеплавильних цехів склав, у залежності від професії, 2,9- 50 % (при стажі роботи 25 років) [38]. Для розливного прольоту шум впливає в першу чергу на машиністів кранів та локомотивів.

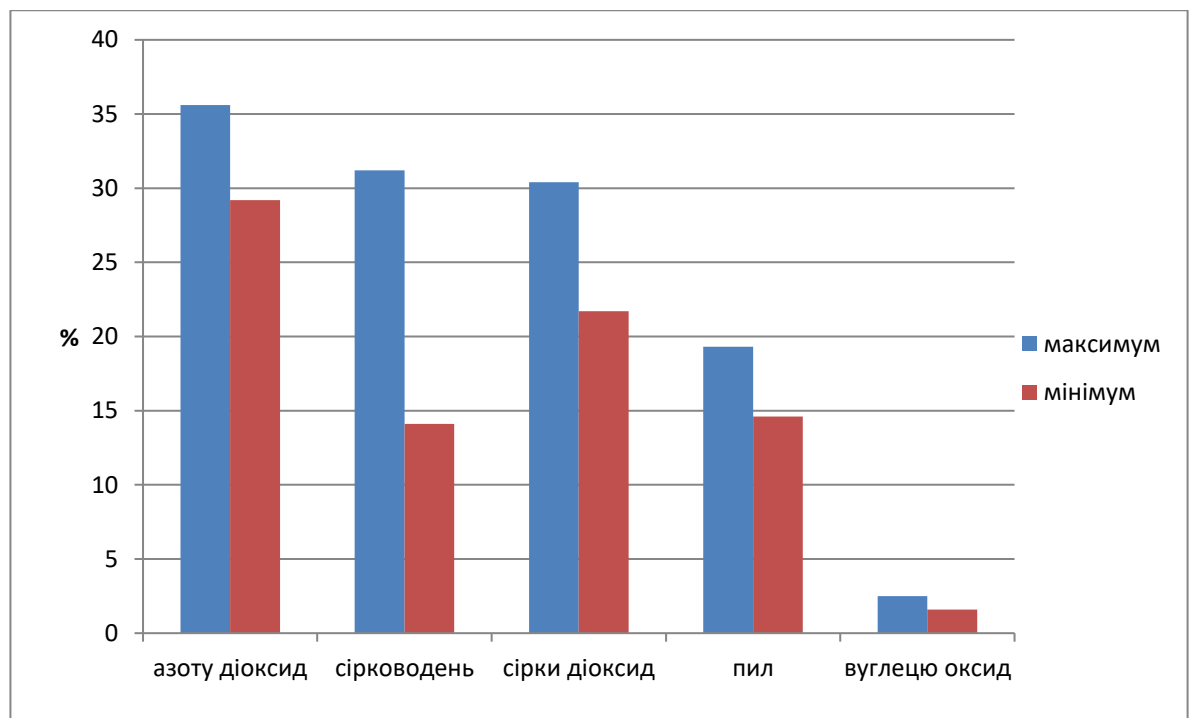


Рисунок 2.5 - Питома вага різних речовин у виникненні професійної хронічної інтоксикації у мартенівському цеху

Величини ризику розвитку професійних захворювань пилової етіології у працівників основних виробничо-професійних груп встановлені на рівні 0,228-0,418%, перевищуючи рівень прийнятного ризику в 2,28-4,18 рази (при значенні прийнятного ризику 0,1%). Найбільші рівні ризику виявлені на робочих місцях машиніста крана металургійного виробництва, сталевара і

підручного сталевара, машиніста завалочної машини і сталевара установки позапічної обробки сталі (0,401-0,418) [38].

Крім професійних захворювань у металургії доволі поширені професійно обумовлені захворювання - група хвороб, поліетіологічного походження за своєю природою (тобто які можуть викликатися різноманітними причинами), в виникненні яких виробничі фактори вносять вагому частку. Для цих захворювань характерні:

- велика поширеність;
- недостатня вивченість кількісних показників умов праці, що визначають розвиток хвороб;
- значні соціальні наслідки - негативний вплив на демографічні показники (смертність, тривалість життя, часті й тривалі захворювання з тимчасовою втратою працездатності).

До професійно зумовлених захворювань належать захворювання серцево-судинної системи (артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця), нервово-психічні захворювання типу неврозу, хвороби опорно-рухового апарату (наприклад, попереково-крижовий радикуліт), ряд захворювань органів дихання тощо [36].

Визначено [37], що на розвиток артеріальної гіпертензії впливає робота у нічну зміну (з 22 до 6 годин). Найбільш несприятливою для здоров'я вважається робота зі змінним графіком, за якого денні та ранкові зміни чергуються з нічними, так званий десинхроноз. Останнім часом особливу увагу як вираженому прогіпертензивному фактору приділяють десинхронозу, пов'язаному з роботою в нічну зміну. Доведено, що поширеність артеріальної гіпертензії зростає, якщо така робота вимагає швидкого темпу і буває понаднормовою.

Вплив несприятливого виробничого мікроклімату також є провокувальним чинником розвитку артеріальної гіпертензії. В умовах високої температури повітря створюється прогіпертензивний ефект, особливо

відносно систолічного артеріального тиску. До виробництв із таким мікрокліматом належать гарячі цехи чорної металургії, у тому числі мартенівські [37].

Прогіпертензивну дію чинить також оксид вуглецю (II), що є продуктом неповного згоряння палива. Концентрація CO у повітрі робочої зони мартенівського цеху часто перевищує ГДК.

Особливе місце в клініці професійних захворювань посідають порушення серцево-судинної системи, що виникають у зв'язку з ураженням бронхолегеневого апарату. Вентиляційні розлади при професійних захворюваннях легень (пневмокониоз, хронічний пиловий бронхіт, хронічний токсичний бронхіт, хронічне обструктивне захворювання легень професійного генезу, професійна бронхіальна астма) призводять до порушення легеневого газообміну, унаслідок чого розвивається альвеолярна гіпоксія, яка рефлекторно спричиняє звуження легеневих артерій, а згодом і функціональну гіпертензію [37].

Сильна гіпертензія може призвести до інфаркту міокарду або інсульту, які теж треба вважати професійно обумовленими хворобами для працівників мартенівського цеху.

До професійно обумовлених хвороб на об'єкті належать також простудні захворювання та пневмонія – наслідок дії змінного у часі і нерівномірного у просторі температурного поля.

2.5 Оцінка умов праці у розливному прольоті мартенівського цеху

Оцінка умов праці проводиться згідно «Гігієнічної класифікації праці...» [39]. Оцінюються фактори виробничого середовища і трудового процесу.

При оцінці умов праці, обумовлених факторами *виробничого середовища*, досліджуються мікроклімат, освітлення, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання, шум, інфразвук, ультразвук, вібрація,

електричні та електромагнітні поля і випромінювання, концентрація пилу і хімічних речовин в повітрі робочої зони.

При оцінці умов праці, обумовлених факторами *трудового процесу*, досліджуються його важкість і напруженість [40].

Фактори виробничого середовища виражаються у таких фізичних величинах як °C (температура повітря), м/с (швидкість руху повітря), лк (освітленість), Вт/м² (інтенсивність випромінювання), дБ (рівень звукового тиску, віброшвидкості), мг/м³ (концентрація речовини у повітрі), або у відсотках (відносна вологість, коефіцієнт природної освітленості).

Важкість трудового процесу оцінюють за низкою показників, виражених у ергометричних величинах, що характеризують трудовий процес, незалежно від індивідуальних особливостей людини, що бере участь у цьому процесі. Основними показниками важкості трудового процесу є:

- - Фізичне динамічне навантаження;
- - Маса вантажу, що піднімається і/або переміщується вручну;
- - Стереотипні робочі рухи;
- - Статичне навантаження;
- - Робоча поза;
- - Нахили корпусу;
- - Переміщення в просторі [40].

Основними показниками напруженості трудового процесу є:

- Навантаження інтелектуального характеру;
- Сенсорні навантаження;
- Емоційні навантаження;
- Монотонність навантажень;
- режим роботи [40].

У залежності від отриманих показників умови праці відносять до відповідного класу згідно [39].

Оцінимо умови праці розливальника сталі. Для цього візьмемо дані табл. 1.1, де оцінюється виробниче середовище і доповнимо оцінкою факторів трудового процесу. Для оцінки важкості трудового процесу скористуємось табл. 2.8 [39]. Для оцінки напруженості трудового процесу скористуємось табл. 2.9 [39].

Таблиця 2.8 – Класи умов праці за показниками важкості

| Показник важкості | Класи умов праці | | | Фактичне значення |
|--|------------------|-----------|---------|-------------------|
| | 2 | 3.1 | 3.2 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Загальні енергозатрати організму, Вт | До 290 | 291-348 | 349-406 | 300 |
| Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, для чоловіків, кг: | До 30 | До 35 | > 35 | 25 |
| Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну) При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) | До 20000 | До 30000 | > 30000 | До 20000 |
| Статичне навантаження за участю м'язів тулуба та ніг, для чоловіків, кг·с | До 100000 | До 200000 | >200000 | До 200000 |

Закінчення таблиці 2.8

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну | 51-100 | 101-300 | >300 | 150 |
| Робоча поза | Перебування в позі «стоячи» - до 60% часу зміни | Перебування в позі «стоячи» - від 60% до 80% часу зміни | Перебування в позі «стоячи» - більше 80% часу зміни | Перебування в позі «стоячи» - до 60% часу зміни |

Таблиця 2.9 – Класи умов праці за показниками напруженості

| Показник напруженості | Фактичне значення | Класи умов праці |
|--|---|------------------|
| Зміст роботи | Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією | 2 |
| Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка | Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій | 2 |
| Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни) | 51-75 | 2 |
| Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки | Є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо) | 3.1 |
| Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб | вірогідний | 3.2 |
| Змінність роботи | Тризмінна робота (з роботою в нічну зміну) | 3.1 |

Остаточно зводимо у табл. 2.10 фактори виробничого середовища і трудового процесу, які відповідають шкідливим умовам праці

Таблиця 2.10 – шкідливі виробничі фактори на робочому місці розливальника сталі

| Фактори виробничого середовища і трудового процесу | Клас |
|---|------|
| Бенз(а)пірен | 3.1 |
| марганцю оксиди | 3.3 |
| ангідрид сірчистий | 3.1 |
| азоту діоксид | 3.1 |
| азоту оксид | 3.3 |
| вуглецю оксид | 3.1 |
| Хрому оксид | 3.1 |
| Пил фіброгенної дії | 3.3 |
| шум | 3.2 |
| температура повітря | 3.3 |
| інфрачервоне випромінювання | 3.4 |
| Загальні енергозатрати організму | 3.1 |
| Статичне навантаження | 3.1 |
| Нахили тулуба (вимушені, більше 30°) | 3.1 |
| Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки | 3.1 |
| Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб | 3.2 |
| Змінність роботи | 3.1 |

Як видно з таблиці, 10 факторів відповідають класу 3.1, 2 фактори – класу 3.2, 4 фактори – класу 3.3 і один фактор – класу 3.4. Остаточні умови праці розливальника сталі треба віднести до класу 3.4 - умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою

працездатності, а також до розвитку тяжких форм професійних захворювань [39].

Оцінка класу умов праці може також здійснюватися за індексом профзахворюваності, який залежить від імовірності і важкості протікання професійної хвороби [36]. Для діапазону значень індексу ризику визначається категорія ризику і клас умов праці (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – категорія ризику і клас умов праці в залежності від індексу ризику, згідно [36].

| Індекс професійного захворювання $I_{пз} (I_{сум})$ | Клас умов праці | Категорія ризику |
|---|----------------------------------|-----------------------------|
| - | Оптимальний 1 | Ризик відсутній. |
| < 0,07 | Допустимий 2 | Зневажливо малий ризик. |
| 0,07...0,11 | Шкідливий 3.1 | Помірний ризик. . |
| 0,12...0,24 | Шкідливий 3.2 | Середній ризик. |
| 0,25...0,49 | Шкідливий 3.3 | Високий ризик. |
| 0,5...1 | Шкідливий 3.4 | Дуже високий ризик. . |
| > 1 | Небезпечний 4 (екстремальний) | Надвисокий ризик для життя. |

Оцінимо умови праці розливальника сталі за цією методикою. Так як найгірший стан на робочому місці з інфрачервоним випромінювання (клас 3.4), досить імовірним буде гострий або хронічний перегрів. Імовірність перегріву підвищується високою температурою повітря (клас 3.3). При частоті виявлень цього захворювання більше 10% коефіцієнт ризику складе $K_p = 1$. Коефіцієнт важкості $K_v = 5$ [36].

Індекс ризику для цього профзахворювання :

$$I_1 = \frac{1}{K_p K_B} = \frac{1}{1 \cdot 5} = 0,2$$

Неблагополучна також справа з концентрацією шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Класу 3.3 відповідає вміст у повітрі оксидів марганцю, азоту і фіброгенного пилу. При частоті виявлень захворювань органів дихання 1 – 10% коефіцієнт ризику складе $K_p = 2$. Коефіцієнт важкості $K_B = 2$ [36].

Індекс ризику для профзахворювання органів дихання :

$$I_2 = \frac{1}{K_p K_B} = \frac{1}{2 \cdot 2} = 0,25$$

Так як рівень шуму на робочому відповідає класу 3.2, можливий розвиток нейросенсорної приглухуватості (туговухості). Для цього захворювання при частоті цього виявлень менше 1% коефіцієнт ризику складе $K_p = 3$. Коефіцієнт важкості $K_B = 3$ [36].

Індекс ризику для професійної приглухуватості :

$$I_3 = \frac{1}{K_p K_B} = \frac{1}{3 \cdot 3} = 0,111$$

Сумарний індекс ризику, що враховує всі можливі профзахворювання :

$$I_c = 0,2 + 0,25 + 0,111 = 0,561$$

Згідно з [36] такий індекс відповідає класу умов праці 3.4, тобто підтверджує дані табл. 2.10. Також це значення корелюється з дослідженнями Суржикова, котрий дає індекс ризику для сталеплавильних цехів у діапазоні 0,426-0,718 [38].

3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Безпека технологічних процесів і обладнання

3.1.1 Захист від механічного травмування

Як було показано (табл. 2.1) найчастіше з металургами трапляються механічні травми – 70,6% від загальної кількості. Причинами цих травм стає перш за все відсутність або недосконалість огорожень, майданчиків,

мостиків, переходів тощо (табл. 2.3) – 26,1% всіх травм. Зрозуміло, що внаслідок цих причин настають частіше за все саме механічні травми. Це підтверджується діаграмою на рис. 2.4. За видами подій на першому місці падіння : під час пересування – 39,8%, з висоти – 12,4%. Всього падіння стає причиною більш ніж половини нещасних випадків (52,2%). Тому захист від падіння є дуже актуальним.

Згідно [17] з метою запобігання травматизму необхідно передбачити :

- наявність у цеху чіткої системи проходів з виділенням зон для пішохідного руху із зазначеною розміткою, покажчиками та освітленням, з облаштуванням перехідних галерей і містків над небезпечними ділянками, додержання потрібних відстаней між стінами будівель, устаткуванням і рухомим транспортом;
- наявність попереджувальних знаків, сигналів і плакатів у особливо небезпечних місцях і на ділянках, безпосередньо біля агрегатів та у місцях перебування працівників, чітко виконаних схем розміщення та технологічного зв'язку агрегатів і трубопроводів горючих газів, мазуту, кисню, повітря, пари, води тощо;
- наявність запірних пристроїв трубопроводів;
- утримання у справному стані агрегатів, устаткування, машин та механізмів, інструментів і пристроїв, що експлуатуються.

Майданчики, розташовані на висоті більше 0,6 м від поверхні підлоги, перехідні містки, сходи, отвори, люки, канави, прямки і відстійники установок безперервної розливки сталі (за винятком розливних майданчиків з розливного боку стаціонарних майданчиків для підготовки составів) повинні бути огорожені поручнями з суцільною обшивкою знизу [17].

У місцях масового переходу працівників через залізничні колії повинні бути влаштовані перехідні містки або тунелі.

Інші переходи повинні бути обладнані настилом, що укладений на одному рівні з головками рейок, і огорожені відповідними сигналами.

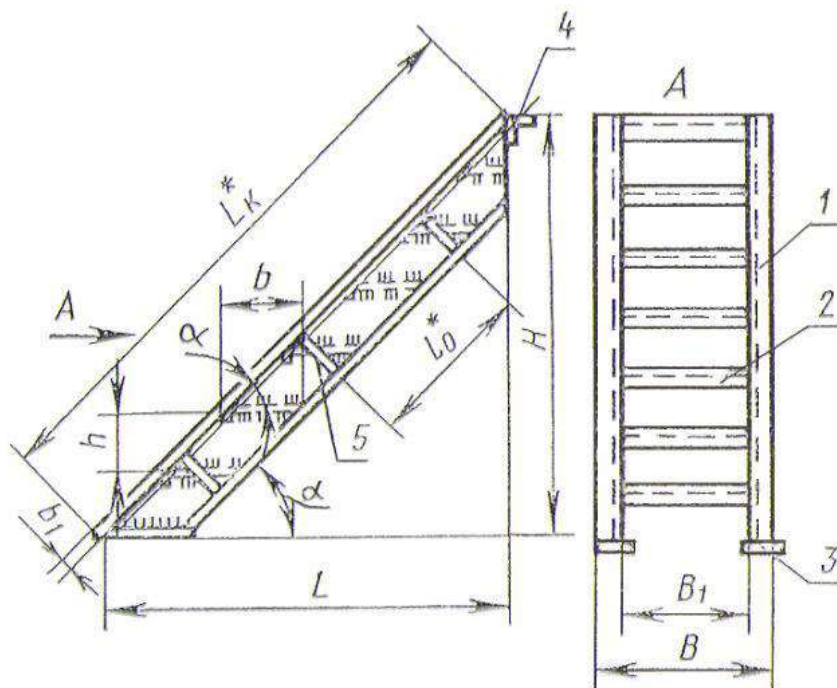
В усіх відділеннях сталеплавильних цехів повинні бути вивішені схеми пішохідного руху по території підприємства і цеху.

Перехід працівників через залізничні колії у невстановлених місцях не дозволяється.

Уздовж зовнішньої стіни будівлі розливного прольоту повинні бути упорядковані аварійні майданчики. Двері для виходу на майданчик, влаштований із зовнішнього боку біля стіни, повинні бути розташовані не рідше ніж через кожні 36 м. З майданчиків до рівня землі облаштовуються похилі сходи. Відстань між сходами повинна бути не більше 100 м.

Сходи і огороження робочих майданчиків проектуємо згідно [41].

Для підвищення безпеки зі стандартних геометричних розмірів сходів (рис. 3.1) беремо найбезпечніші – найменший кут підняття сходів 45° , найбільшу їх ширину. Розміри сходів надані у табл. 3.1.



1 – косоур; 2 – сходинка; 3 – опорна планка; 4 – опірний куток; 5 – ребро

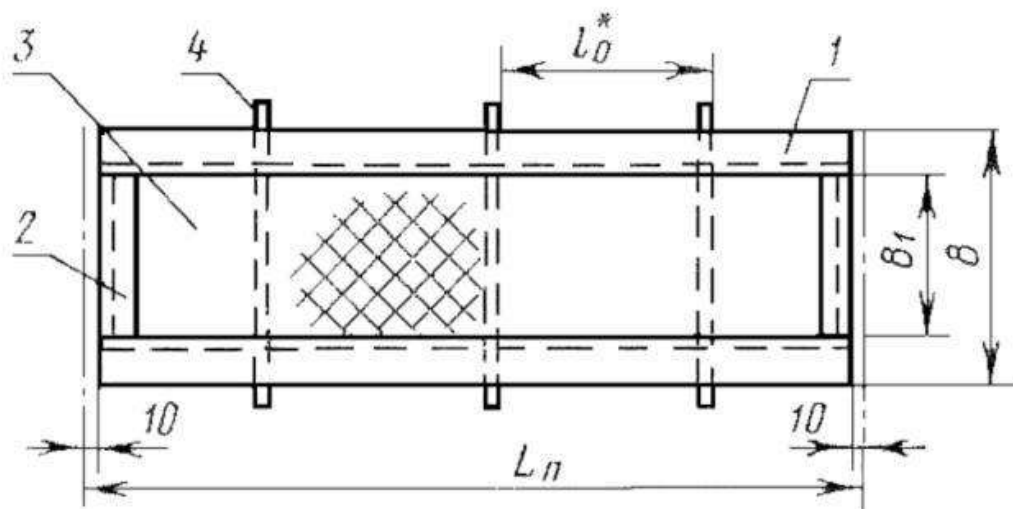
Рисунок 3.1 – Сходи у розливному прольоті

Таблиця 3.1 – Розміри сходів згідно рис. 3.1.

| Величина | Позначення | Значення |
|----------|------------|----------|
|----------|------------|----------|

| | | |
|--|------------------|------------|
| Кут підняття сходів | α | 45° |
| Висота сходів, мм | H | 600...4200 |
| Довжина горизонтальної проєкції сходів, мм | L | 600...4200 |
| Висота сходинки, мм | h | 200 |
| Ширина сходинки, мм | b | 200 |
| Ширина сходів зовнішня, мм | B | 1000 |
| Ширина сходів внутрішня, мм | B ₁ | 900 |
| Товщина косоуру, мм | b ₁ | 10 |
| Довжина сходів, мм | L _к * | 850...5940 |
| Відстань між ребрами, мм | L ₀ * | 565 |

Майданчики розливного прольоту проектуємо відповідно діючого стандарту [41]. Схема робочого майданчика надана на рис. 3.2, розміри – у табл. 3.2.



1 – балка; 2 – окантовка; 3 – настил; 4 - ребро

Рисунок 3.2 – Схема робочого майданчика

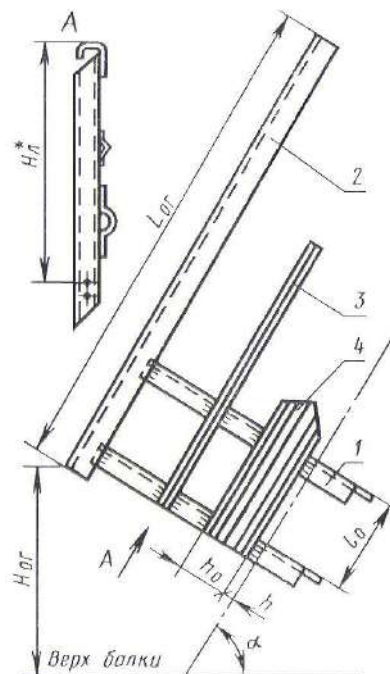
Таблиця 3.2 - Розміри майданчика згідно рис. 3.2.

| Величина | Позначення | Величина |
|--------------------------|------------|------------|
| Довжина, мм | L_{Π} | 900...6000 |
| Повна ширина, мм | B | 1000 |
| Внутрішня ширина, мм | B_1 | 900 |
| Відстань між ребрами, мм | L_0^* | 565 |

Огородження сходів проектуємо також згідно [41], підбираючи найбільш безпечні і зручні розміри (рис. 3.3, табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Розміри огороження сходів

| Величина | Позначення | Значення |
|--|-------------|-------------|
| Довжина, мм | $L_{ог}$ | 1697...5940 |
| Висота краю поручню над підлогою, мм | $H_{ог}$ | 1000 |
| Ширина бортового елемента, мм | h_0 | 140 |
| Висота бортового елемента над косоуром, мм | h | 15 |
| Висота кріплення стійки, мм | H_{Π}^* | 1250 |



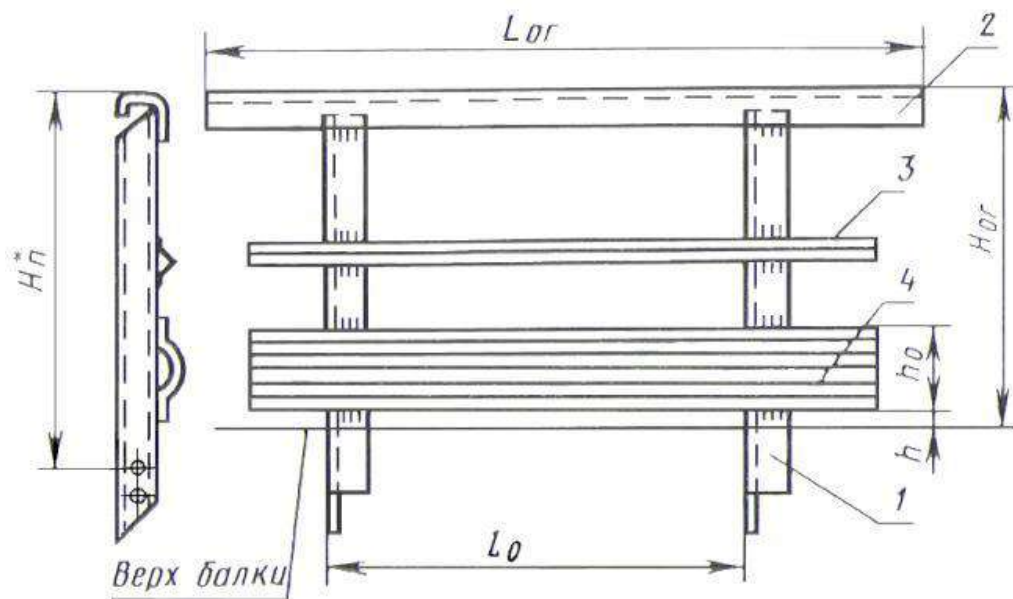
1 – стійка; 2 – поручень; 3 – середній елемент огороження; 4 – бортовий елемент

Рисунок 3.3 – Огородження сходів

Схема огороження майданчиків та розміри елементів показані на рис. 3.4 і табл. 3.4 [41].

Таблиця 3.4 – Розміри огороження робочого майданчика

| Величина | Позначення | Значення |
|--|------------|-------------|
| Довжина, мм | $L_{ог}$ | 1697...5940 |
| Висота краю поручню над настилом, мм | $H_{ог}$ | 1000 |
| Ширина бортового елемента, мм | h_0 | 140 |
| Висота бортового елемента над настилом, мм | h | 15 |
| Висота кріплення стійки, мм | $H_{п}^*$ | 1250 |
| Висота розташування поручню, мм | $H_{ог}$ | 1200 |



1 – стійка; 2 – поручень; 3 – середній елемент огороження; 4 – бортовий елемент

Рисунок 3.4 – Огороження робочого майданчика

Для запобігання ковзанню сходинки і настилу виконуємо у ґратчастому виконанні (рис.3.5) [41].

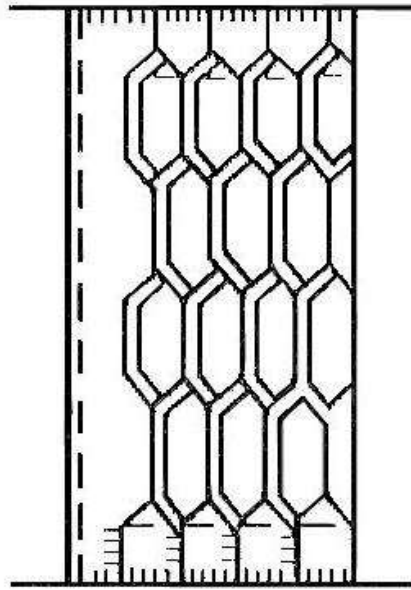


Рисунок 3.5 – Виконання сходинок і настилів

Майданчики і сходи виготовляються із вуглецевої сталі СтЗкп, уґрунтовуються і фарбуються.

Постійні та тимчасові огороження або елементи огорожень, що встановлюються на межах небезпечних зон, біля отворів, ям, котлованів, виносних майданчиків, сходів та інших місць, необхідно фарбувати в жовтий колір [16].

Додатково проти ковзання у місцях, де виключена дія бризок розплавлених матеріалів та іскор, застосовуємо плоску протиковзку накладку з двома гумовими вставками (рис. 3.6) [42].

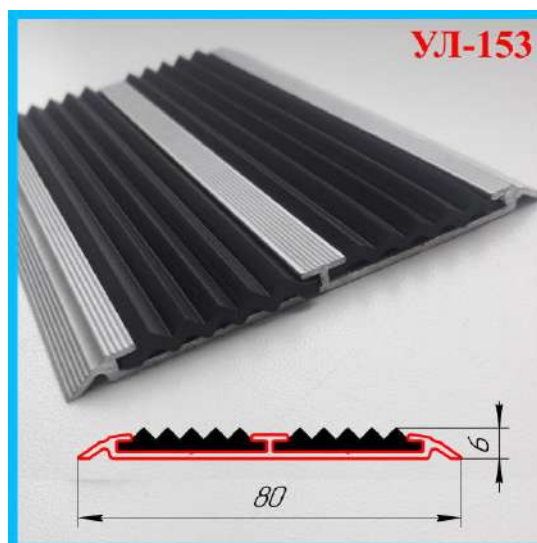


Рисунок 3.6 – Протиковзка накладка

Накладка виготовляється з алюмінію, вставки – з гуми. Максимальна робоча температура 45°C [42].

3.1.2 Захист при випуску сталі з печі

Випуск сталі з мартенівської печі є небезпечною операцією, що загрожує розливальнику опіками та механічним травмуванням.

Згідно [17] розділка сталевипускного отвору повинна проводитися тільки при наявності під жолобом ковшів. Стан ковшів, стопора, шибєрних затворів і приямка, підготовлених до прийому плавки, повинен бути перевірений майстром розливного прольоту.

Під час відкриття сталевипускного отвору ставати на жолоб або на його борти забороняється.

Розміри і форма сталевипускного отвору повинні забезпечувати нормальний сход металу з печі щільним струменем.

Для підвищення безпеки операції випуску сталі з печі пропонується застосування пристрою для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі (рис. 3.7) [43].

Пристрій містить пробійник 1 з зазубреним робочим кінцем, укріплений болтом 2 у втулці 3 і зчленований з допомогою важеля шарніра 4 з горизонтальним патрубком бункера, в якому розміщений ежектор-зволожувач 5. Пневмовібратор 6, надає влаштуванню коливання уздовж горизонтальної осі. Зовнішній корпус ежектора-зволожувача з'єднується з воронкоподібним бункером 7, в нижній частині якого змонтована засувка 8, а верхня частина закрита сіткою 9. Навколо лійкоподібної частини бункера розташовується циліндричний бак 10, в днище якого встановлено автоматичний мембранний клапан 11.

Ежектор 5 має повітряне сопло 12 і сопло 13 для води. До верхньої частини бункера прикріплена дужка 14, за яку бункер підвішений до секторного шарніра 15, за допомогою якого забезпечується необхідний нахил поздовжньої осі труби-пробійника.

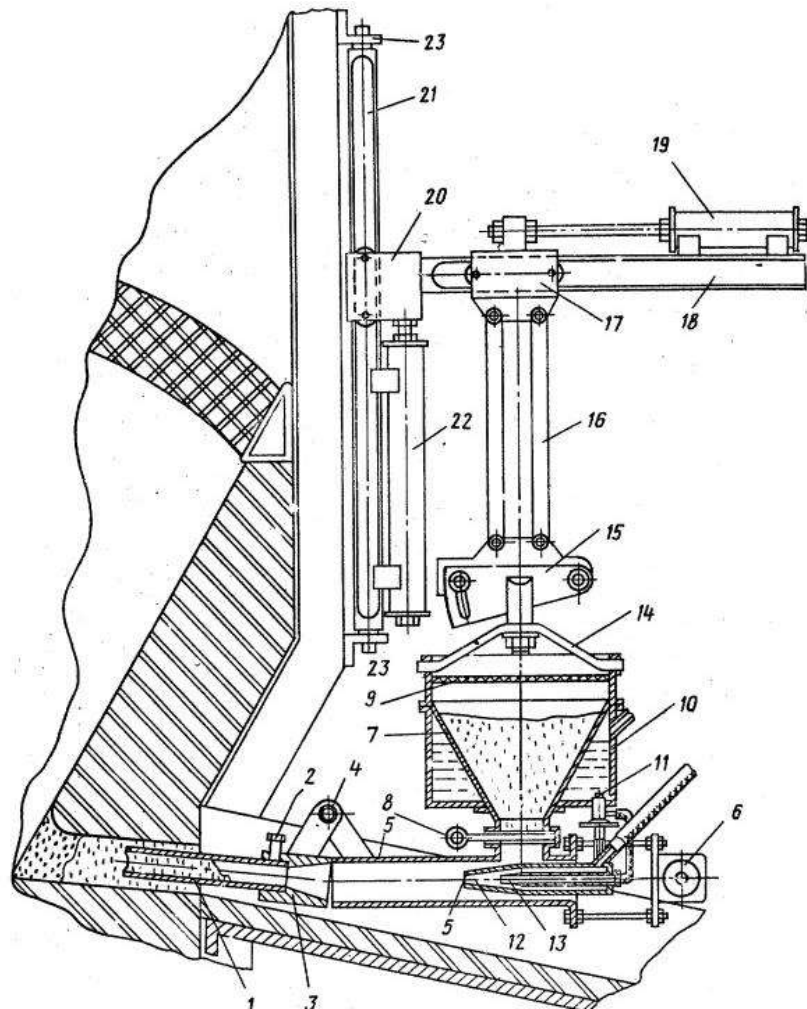


Рисунок 3.7 - Пристрій для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі

Секторний шарнір на двох паралельних важелях 16 підвішений до каретки 17 горизонтального переміщення, яка переміщується вздовж горизонтальної консольної балки 18 з допомогою пневмоциліндра 19. Горизонтальна балка закріплена на каретці 20 вертикального переміщення, що переміщається по вертикальній балці 21 за допомогою пневмоциліндра 22. Вертикальна балка встановлена на двох підшипниках 23, корпуси яких прикріплені до каркаса мартенівської печі. Вертикальна балка може повертатися в підшипниках про навколо своєї поздовжньої осі на кут 180° .

Для розкриття отвору пробійник 1 за допомогою шарнірів 4 і 15, а також за допомогою кареток 17 і 20, встановлюється в робоче положення проти отвору льотки уздовж її поздовжньої осі. При включенні пневмовібратора 6

пробійник 1 входить в вогнетривкий матеріал і заповнюється вогнетривкою масою. Після того як пробійник 1 увійде в льотку на всю глибину, пристрій за допомогою каретки 26 відводиться назад, а потім за допомогою каретки 20 піднімається вгору; вертикальна балка 21 відвертає пристрій вправо або вліво, пробійник 1 при цьому повертається в шарнірі 4 переднім кінцем вгору і спорожнюється.

При закриванні льотки пристрій аналогічним чином встановлюється в робоче положення проти отвору льотки, після чого відкривається засувка 8 і включається в дію ежектор-зволожувач, при цьому під дією стисненого повітря спрацьовує автоматичний мембранний клапан 11 і речовина для закриття отвору з бака 10 надходить через сопло 13 до повітряного сопла 12, де струменем стисненого повітря розпорошується і зволожує вогнетривкий подрібнений матеріал, що надходить з бункера 7, струмінь якого прискорюється за рахунок дії повітряного сопла і, проходячи через трубу пробійника 1, заповнює отвір льотки [43].

3.2 Гігієна праці та виробнича санітарія

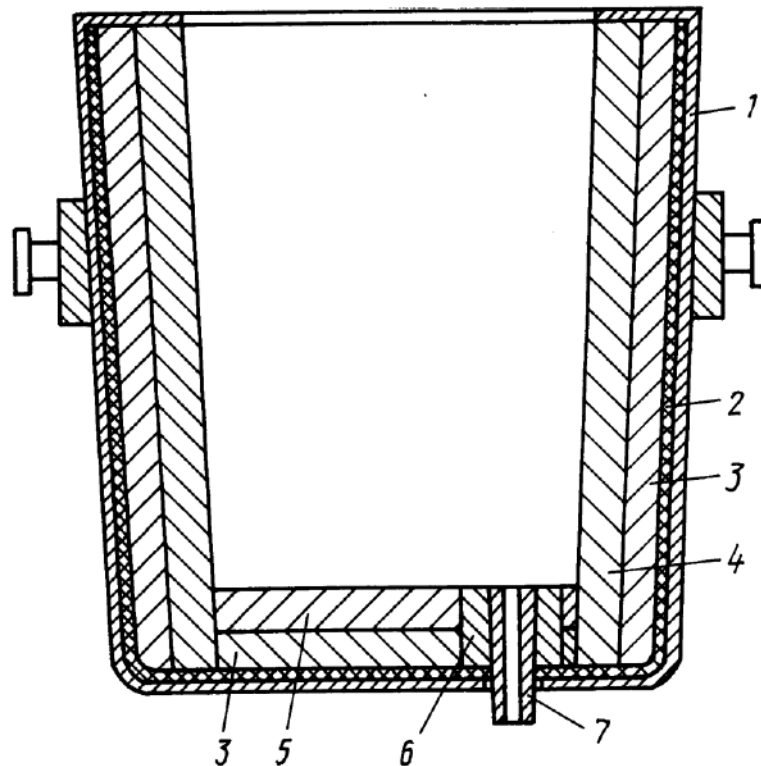
3.2.1 Захист від інфрачервоного випромінювання

3.2.1.1 Теплоізоляція сталерозливного ковша

Теплоізоляція сталерозливного ковша призводить до зменшення теплових втрат, інтенсивності теплового випромінювання і зниження температури зовнішньої поверхні для зниження ризику опіку при випадковому торканні.

Розглянемо спрощену схему ковша (рис. 3.8).

Товщина стінок ковша і застосовані вогнетриви різняться для верхньої частини – шлакового пояса, основної частини корпусу ковша і для днища. Розглянемо конструкцію стінки ковша основної частини.



1 – сталевий кожух; 2 – теплоізоляція; 3 – вогнетривка заливка; 4 – внутрішній вогнетривкий шар.

Рисунок 3.8 – схема сталерозливного ковша

Внутрішній шар футеровки робимо з вогнетриву марки PAC-70M, товщиною 200 мм, другий шар – заливка на основі оксиду алюмінію марки DALCAST AS651 товщиною 120 мм, третій шар – теплоізоляція зі хризоліт-азбесту [44]. В умовах застосування цей матеріал не представляє канцерогенної небезпеки. Сталевий корпус ковша має товщину 40 мм.

Розрахуємо товщину шару теплоізоляції, яка забезпечує задану температуру поверхні корпусу ковша. Згідно санітарних норм температура поверхні, до якої можливий дотик у процесі роботи, не має перевищувати 45°C. Однак для забезпечення такої температури необхідний дуже великий шар теплоізоляції. Тому приймаємо температуру зовнішньої поверхні ковша 150°C. Це знижує інтенсивність теплового випромінювання і ризик опіку при умові використання засобів індивідуального захисту (рукавичок). До того ж дотик до ковша малоймовірний у процесі роботи.

Характеристики матеріалів стінки ковша надані к табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристики матеріалів вогнетриву, теплоізоляції і корпусу ковша [44]

| Характеристика | Одиниця виміру | Значення |
|---|----------------|----------|
| Товщина шару вогнетриву РАС-70М, δ_b | мм | 200 |
| теплопровідність вогнетриву, λ_b | Вт/мК | 6,8 |
| Товщина вогнетривкої заливки, δ_3 | мм | 120 |
| Теплопровідність заливки, λ_3 | Вт/мК | 3,5 |
| Теплопровідність теплоізоляції, λ_T | Вт/мК | 0,16 |
| Товщина сталевого корпусу, δ_c | мм | 40 |
| Теплопровідність сталевого корпусу, λ_c | Вт/мК | 40 |

Вихідні дані

- температура поверхні корпусу ковша, °С, $t_k = 150$;
- температура повітря у районі ковша, °С, $t_2 = 30$;
- температура сталі всередині ковша, °С, $t_1 = 1600$.

Розрахунок

1. Коефіцієнт тепловіддачі від корпусу ковша повітрю, Вт/м²К [45] :

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982(t_k - t_2) - 4,74 \cdot 10^{-4}(t_k - t_2)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(t_k - t_2)^3$$

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982 \cdot (150 - 30) - 4,74 \cdot 10^{-4}(150 - 30)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(150 - 30)^3 = 17,5$$

2. Питомий тепловий потік, Вт/м²

$$q = \alpha_2(t_k - t_2)$$

$$q = 17,5 \cdot (150 - 30) = 2100$$

3. Коефіцієнт тепловіддачі від рідкого металу внутрішній поверхні вогнетриву, Вт/м²К [456]

$$\alpha_1 = 1000$$

4. Температура внутрішній поверхні вогнетриву, °C

$$t_B = t_1 - \frac{q}{\alpha_1}$$

$$t_B = 1600 - \frac{2100}{1000} = 1598$$

5. Температура на межі шарів вогнетриву і заливки, °C

$$t_{B3} = t_1 - \frac{q\delta_B}{\lambda_B}$$

$$t_{B3} = 1598 - \frac{2100 \cdot 0,2}{6,8} = 1536$$

6. Температура на межі заливки і теплоізоляції, °C

$$t_{3T} = t_{B3} - \frac{q\delta_3}{\lambda_3}$$

$$t_{3T} = 1536 - \frac{2100 \cdot 0,12}{3,5} = 1464$$

7. Температура на межі теплоізоляції і сталевго корпусу, °C

$$t_{TC} = t_K + \frac{q\delta_C}{\lambda_C}$$

$$t_{TC} = 150 + \frac{2100 \cdot 0,04}{40} = 152$$

8. З рівняння для питомого теплового потоку знаходимо необхідну товщину шару теплоізоляції, м

$$q = \frac{\lambda_T}{\delta_T} (t_{3T} - t_{TC}),$$

звідси :

$$\delta_T = \frac{\lambda_T}{q} (t_{3T} - t_{TC})$$

$$\delta_T = \frac{0,16}{2100} (1464 - 152) = 0,100$$

Відповідь

Для досягнення необхідної температури поверхні корпусу сталерозливного ковша потрібен шар теплоізоляції зі хризоліт-азбесту товщиною 100 мм.

3.2.1.2 Теплозахисні екрани

Ефективним засобом захисту від інтенсивного інфрачервоного випромінювання є екрани. Розрізняють екрани відбиття, екрани поглинання і екрани тепловідведення.

Екрани відбиття роблять з матеріалів з високим коефіцієнтом відбиття в області інфрачервоної частині спектра (тобто з низьким ступенем чорноти): альфоль, полірований алюміній, полірована мідь, латунь, біла жерсть тощо. При великій інтенсивності екран роблять багатошаровим з повітряними проміжками між шарами. Екрани відбиття можуть бути переносними.

Екрани поглинання навпаки, повинні мати низький коефіцієнт відбиття і, відповідно, високу ступінь чорноти. При роботі такої екран поглинає теплову енергію, протягом часу сам нагрівається і починає випромінювати інфрачервоні промені.

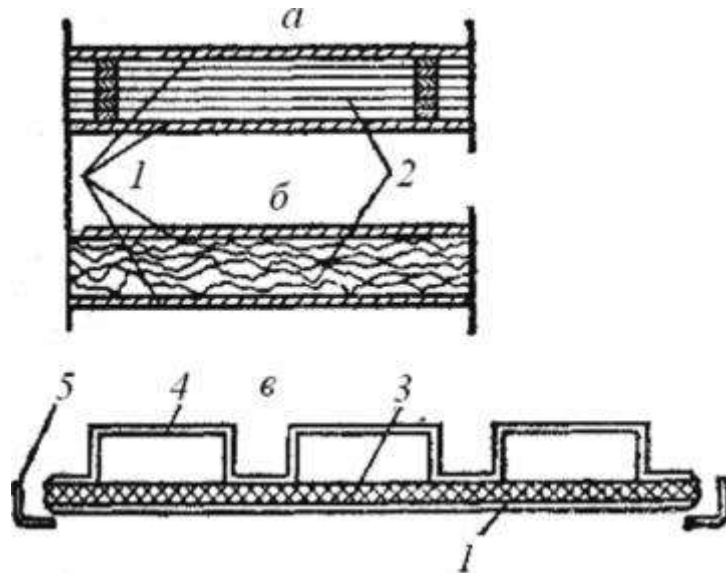
Екрани тепловідведення виготовляються порожнистими і до них підводиться проточна вода, яка, нагріваючись, відводить тепло. Екрани такого типу найбільш ефективні, але мають бути або стаціонарними, або пересувними на невелику відстань, так як вимагають наявності підводу і відводу води.

Екрани відбиття і поглинання можуть бути пересувними.

Проектуємо на робочому місці розливальника сталі стаціонарний екран тепловідведення і пересувний екран відбиття.

Розрахунок екрана відбиття

На рис. 3.9 зображені основні типи екранів відбиття. Для впровадження вибираємо тип *a* - з альфоллю із повітряними прошарками [46].



a - екран з альфолію, укладеного рядами в повітряних прошарках; *б* - екран зі зім'ятого альфолію в повітряних прошарках; *в* – комбінований екран
 1 - металевий лист; 2 - шар альфолію; 3 - шар з теплоізоляційного матеріалу; 4 - профільований алюмінієвий лист; 5 - рамка

Рисунок 3.9 - Конструктивні схеми екранів відбиття

Ставимо екран відбиття напроти сталевипускного ковша. Температуру його поверхні приймаємо згідно виконаного розрахунку, тобто 150°C (423K).

Вихідні дані

Температура нагрітої поверхні $T_H = 423 \text{ K}$

Температура екрану $T_e = 318 \text{ K}$

Температура повітря $T_B = 301 \text{ K}$

Матеріал екрану - альфоль

Ступінь чорноти екрану $\epsilon_e = 0,07$ [45]

Ступінь чорноти металу $\epsilon_H = 0,8$ [45]

Ступінь чорноти повітря $\epsilon = 0,82$ [45]

Розрахунок

1. Ступінь екранування

$$\mu = \frac{T_H}{T_e}$$

$$\mu = \frac{423}{318} = 1,33$$

2. Приведена ступінь чорноти металу та екрану

$$\varepsilon_{\text{не}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{н}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{е}}}}$$

$$\varepsilon_{\text{не}} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,07}} = 0,069$$

3. Приведена ступінь чорноти металу та повітря

$$\varepsilon_{\text{нп}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{н}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{п}}}}$$

$$\varepsilon_{\text{не}} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,82}} = 0,75$$

4. Кількість тепловідбивних шарів

$$n = \frac{1 - \left(\frac{T_{\text{п}}}{T_{\text{н}}}\right)^4}{\frac{1}{\mu^4} - \left(\frac{T_{\text{п}}}{T_{\text{н}}}\right)^4} \frac{\varepsilon_{\text{не}}}{\varepsilon_{\text{нп}}}$$

$$n = \frac{1 - \left(\frac{301}{423}\right)^4}{\frac{1}{1,33^4} - \left(\frac{301}{423}\right)^4} \frac{0,069}{0,75} = 1,08$$

5. Для захисту достатньо одного шару альфолію.

У табл. 3.6 надані результати розрахунків для різній температурі джерела випромінювання. У цій таблиці №1 відповідає вище наведеному розрахунку, №2 – сталерозливному ковшу з теплоізоляцією товщиною 30 мм, №№3...6 – робочому місцю біля сталевипускного жолоба з урахуванням середньої температури розплавленого металу, футеровки і оточуючих поверхонь. №3 – на відстані 10 м від жолобу, №4 – 5 м, №5 – 3 м, №6 – 2 м.

Товщина екрану розрахована за формулою :

$$\Delta = \delta(n - 1),$$

де δ - величина повітряного проміжку між шарами альфолю, $\delta = 10$ мм.

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків тепловідбивних екранів

| № | Середня температура джерела, T_n , К | Ступінь екранування, μ | Кількість шарів альфолю, n | Товщина екрану, Δ , мм |
|---|--|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 423 | 1,33 | 1 | 0,03 |
| 2 | 523 | 1,64 | 3 | 20 |
| 3 | 681 | 2,14 | 10 | 90 |
| 4 | 875 | 2,75 | 26 | 250 |
| 5 | 1100 | 3,46 | 67 | 660 |
| 6 | 1313 | 4,13 | 136 | 1350 |

Як бачимо з таблиці, відбивні екрани має сенс застосовувати на відстані не менше 5 м від жолобу. На менших відстанях товщина екрану має бути дуже великою. Що робить екран незручним.

Розрахунок екрана тепловідведення

На рис. 3.10 показана схема екрана тепловідведення [46].

Вихідні дані

Інтенсивність випромінювання середня, $q = 3000$ Вт/м²

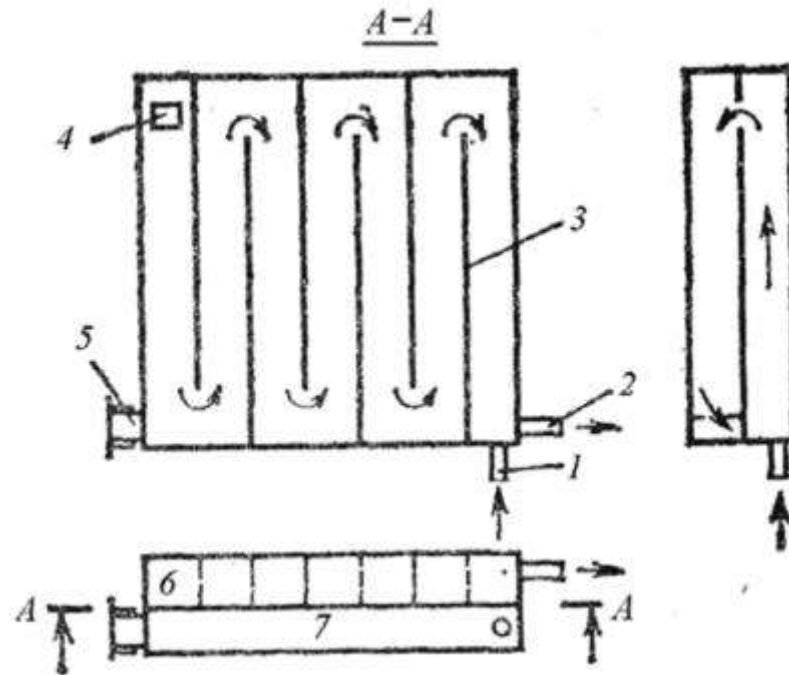
Інтенсивність випромінювання максимальна, $q_{\max} = 10000$ Вт/м²

Площа екрана $S = 2,5$ м²

Ступінь чорноти екрану $\varepsilon_e = 0,9$

Початкова температура води $t_1 = 20^\circ\text{C}$

Кінцева температура води $t_2 = 40^\circ\text{C}$



1 - підведення води; 2 - стік води; 3 - перегородки; 4 - переливне вікно; 5 - труба з водою для промивання екрану; 6 - порожнина з перегородками; 7 - порожнина без перегородок

Рисунок 3.10 – Екран тепловідведення

1. Потужність теплового випромінювання, що падає на екран, Вт :

– середня

$$Q = qS$$

$$Q = 3000 \cdot 2,5 = 7500$$

– максимальна

$$Q_{\max} = q_{\max} S$$

$$Q_{\max} = 10000 \cdot 2,5 = 25000$$

2. Потужність теплового випромінювання, яку екран поглинає, Вт :

– середня

$$Q_{\text{п}} = \varepsilon_c Q$$

$$Q_{\text{п}} = 0,9 \cdot 7500 = 6750$$

– максимальна

$$Q_{\text{пmax}} = \varepsilon_{\text{с}} Q_{\text{max}}$$

$$Q_{\text{пmax}} = 0,9 \cdot 25000 = 22500$$

3. Початкова і кінцева теплоємність води, кДж/кг [47]

$$C_1 = 4,182 \quad C_2 = 4,179$$

4. Витрати проточної води, кг/с :

– середні

$$G = \frac{Q_{\text{п}}}{C_2 t_2 - C_1 t_1}$$

$$G = \frac{6,75}{4,179 \cdot 40 - 4,182 \cdot 20} = 0,0808$$

– максимальні

$$G_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{пmax}}}{C_2 t_2 - C_1 t_1}$$

$$G_{\text{max}} = \frac{22,5}{4,179 \cdot 40 - 4,182 \cdot 20} = 0,27$$

5. Годинні витрати води, м³/год. :

- середні

$$V = 3,6G$$

$$V = 3,6 \cdot 0,0808 = 0,291$$

- максимальні

$$V_{\text{max}} = 3,6G_{\text{max}}$$

$$V = 3,6 \cdot 0,27 = 0,972$$

3.2.2 Заходи по забезпеченню якості повітряного середовища

3.2.2.1 Виробнича вентиляція

З табл.1.1 видно, що найбільше відхилення санітарно-гігієнічних параметрів від норм має місце для концентрацій шкідливих речовин, пилу, температури повітря й інфрачервоного випромінювання. Міри захисту від останнього були розглянуті у попередньому пункті.

Захист від шкідливих речовин і конвекційного тепла пропонується здійснювати за допомогою виробничої вентиляції. Загальна вентиляція має здійснюватися за рахунок аерації, місцева - повітряними душами.

Розрахуємо необхідний повітрообмін для аерації мартенівського цеху [48]. Приймаємо, що в цеху знаходяться 7 печей садкою 250 т і 2 двохванних сталеплавильних агрегату.

Вихідні дані

- Довжина приміщення цеху, м, $L = 500$
- Ширина приміщення, м, $B = 50$
- Висота до підкранових балок, м, $H_6 = 21$
- Висота до аераційного ліхтаря, м, $H_n = 34$
- Середня висота приміщення, м, $H = 27$
- Температура припливного повітря, °С, $t' = 27$
- Температура повітря робочої зони, °С, $t_p = 32$
- Градієнт температури по висоті приміщення, К/м, [48] $k = 1$

Розрахунок

1. Внутрішній об'єм приміщення, м³ :

$$V_{\Pi} = LBH$$

$$V_{\Pi} = 500 \cdot 50 \cdot 27 = 675000$$

2. Теплова потужність печей, МВт [49] :

| | |
|--------------|------------|
| садкою 250 т | $Q_1 = 52$ |
|--------------|------------|

| | |
|----------------------|------------|
| двохванного агрегату | $Q_2 = 65$ |
|----------------------|------------|

3. Надходження тепла від печей до приміщення цеху приймаємо рівними 5% від тепловий потужності Поступления тепла от мартеновских печей в помещение цеха принимаем равными 5% від теплової потужності, кВт [50] :

$$Q_{\text{п}} = 0,05(7Q_1 + 2Q_2)$$

$$Q_{\text{п}} = 0,05(7 \cdot 52000 + 2 \cdot 65000) = 24700$$

4. Приймаємо, що надходження тепла від інших джерел (розплавлені сталь, чавун, шлак, лежаки, двигуни, сонячна радіація) складає 10% від надходження тепла від печей, кВт [50] :

$$Q_i = 0,1Q_{\text{п}}$$

$$Q_i = 0,1 \cdot 24700 = 2470$$

5. Загальна кількість тепла, що надходить у цех, кВт :

$$Q_0 = Q_{\text{п}} + Q_i$$

$$Q_0 = 24700 + 2470 = 27170$$

6. Втрати тепла через огороження, відкриті пройми тощо приймаємо рівними 10% [50]; тоді кількість тепла, що маж бути видалено системою аерації складе. кВт :

$$Q = 0,9Q_0$$

$$Q = 0,9 \cdot 27170 = 24450$$

7. Температура повітря, що видається, °С :

$$t'' = t_p + k(H_{\text{л}} - 2)$$

$$t'' = 32 + 1(34 - 2) = 64$$

8. . Масова теплоємність повітря, кДж/кгК [47]:

$$C = 1,0$$

9. Необхідний масовий повітрообмін, кг/год. :

$$G = \frac{3600Q}{C(t'' - t')}$$

$$G = \frac{3600 \cdot 24450}{1,0(64-27)} = 2\,379\,000$$

10. Густина припливного повітря за атмосферного тиску 98 кПа (середній у районі Запоріжжя) і відносній вологості 60% [51], кг/м³ :

$$\rho = 1,091$$

11. Об'ємні витрати припливного повітря, м³/год. :

$$V' = \frac{G}{\rho}$$

$$V' = \frac{2\,379\,000}{1,091} = 2,18 \cdot 10^6$$

12. Кратність повітрообміну, 1/год. :

$$n = \frac{V'}{V_{\Pi}}$$

$$n = \frac{2,18 \cdot 10^6}{0,675 \cdot 10^6} = 3,23$$

13. Для здійсненні аерації влаштуємо 3 ряди прорізів у поздовжніх стінах будівлі : на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 6 м, на рівні підкранових балок – 21 м. На даху встановлюємо витяжний ліхтар.

14. Приймаємо довжину поздовжніх прорізів $L_{\text{пр}} = 450$ м, висоту $h_{\text{пр}} = 3$ м; тоді площа нижніх прорізів, м² :

$$F_1 = L_{\text{пр}} h_{\text{пр}}$$

$$F_1 = 450 \cdot 3 = 1350$$

15. Приймаємо, що через нижній ряд прорізів проходить 50% припливного повітря, м³/год. :

$$V_1 = 0,5V'$$

$$V_1 = 0,5 \cdot 2,18 \cdot 10^6 = 1,09 \cdot 10^6$$

16. Коефіцієнт витрати повітря для прорізів приймаємо $\mu = 0,6$ [48], тоді швидкість руху у нижніх прорізах, м/с :

$$v_1 = \frac{V}{\mu F_1 3600}$$

$$v_1 = \frac{1,09 \cdot 10^6}{0,6 \cdot 1350 \cdot 3600} = 0,37$$

17. Втрати тиску на нижніх прорізах, Па :

$$\Delta P_1 = \zeta \frac{\rho v_1^2}{2},$$

де ζ коефіцієнт місцевого опору, $\zeta = 1$ [48];

$$\Delta P_1 = \frac{1,091 \cdot 0,37^2}{2} = 0,075$$

18. Середня температура внутрішнього повітря, °C :

$$t_c = 0,5(t_p + t'')$$

$$t_c = 0,5(32 + 64) = 48$$

19. Густина внутрішнього повітря, кг/м³ [51] :

$$\rho_c = 0,978$$

20. Аераційна тяга, Па :

$$P_{\text{аер}} = H_{\text{л}}(\rho - \rho_c)$$

$$P_{\text{аер}} = 34(1,091 - 0,978) = 3,84$$

21. Аераційна тяга з урахуванням втрат тиску, Па :

$$P_e = P_{\text{аер}} - \Delta P_1$$

$$P_e = 3,84 - 0,075 = 3,77$$

22. Приймаємо, що витрати припливного повітря через середній і верхній ряд прорізів однакові і дорівнюють 25% від загальної витрати; тоді втрати тиску дорівнюють ΔP_1 , швидкість повітря у цих прорізах дорівнює v_1 , а площа вдвічі менша за площу нижніх прорізів;

приймаючи довжину прорізів верхніх і середніх таких само, як нижніх, отримуємо, що їх висота $h_{\text{пр.с}} = h_{\text{пр.в}} = 1,5$ м.

23. Густина повітря, що видаляється через ліхтар, кг/м^3 [51] :

$$\rho_{\text{в}} = 0,849$$

24. Об'ємні витрати повітря, що видаляється, $\text{м}^3/\text{год.}$:

$$V_{\text{в}} = \frac{G}{\rho_{\text{в}}}$$

$$V_{\text{в}} = \frac{2379000}{0,849} = 2,81 \cdot 10^6$$

25. Швидкість повітря у ліхтарі, враховуючи, що коефіцієнт місцевого опору на ліхтарі $\zeta = 1$, м/с :

$$v_2 = \sqrt{\frac{2P_e}{\zeta \rho_{\text{в}}}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,77}{0,849}} = 2,98$$

26. Площа прорізів аераційного ліхтарю, м^2 :

$$F_{\text{л}} = \frac{V_{\text{в}}}{3600 \mu v_{\text{в}}}$$

$$F_{\text{л}} = \frac{2,81 \cdot 10^6}{3600 \cdot 0,6 \cdot 2,98} = 437$$

27. Висота прорізів аераційного ліхтарю, м :

$$h_{\text{л}} = \frac{F_{\text{л}}}{L_{\text{пр}}}$$

$$h_{\text{л}} = \frac{437}{450} = 0,97$$

3.2.2.2 Водорозпилення

Для зволоження і охолодження повітря робочої зони, а також для зволоження одягу і відкритих частин тіла працюючих можна застосовувати високодисперсне водорозпилення, що підвищує ефективність аерації і сприяє осадженню зваженої в повітрі пилу. Вдихуваний водяний пил оберігає слизові оболонки дихальних шляхів від висихання.

Для розпилення застосовують воду питної якості. Дисперсність крапельок - 50 ... 60 мкм. Воду розпилюють за допомогою пневматичних форсунок. Кількість води вибирають з розрахунку її повного випаровування. Абсолютна вологість повітря при цьому не повинна перевищувати 14 г / м³.

Визначимо необхідну кількість води для розпилення в мартенівському цеху.

Вихідні дані

Витрати припливного повітря, м³/год., $V' = 2,18 \cdot 10^6$

Температура припливного повітря, °С, $t' = 27$

Відносна вологість припливного повітря, %, $\varphi' = 50$

Потрібна абсолютна вологість повітря робочої зони, г/м³, $f_p = 14$

Температура воздуха рабочей зоны, °С, $t_p = 32$

Атмосферний тиск, кПа, $B = 98$

Розрахунок

1. За таблицями [52] знаходимо тиск насичення для температури припливного повітря, кПа :

$$P_H = 3,56$$

2. Вологовміст припливного повітря, г/кг :

$$d = \frac{622\varphi'P_H}{B - \varphi'P_H}$$

$$d = \frac{622 \cdot 0,5 \cdot 3,56}{98 - 0,5 \cdot 3,56} = 11,5$$

3. Густина повітря при температурі у робочій зоні, кг/м³, [51]

$$\rho_p = 1,073$$

4. Абсолютна вологість повітря у робочій зоні за відсутністю водо розпилення, г/м³ :

$$f_0 = d\rho_p$$

$$f_0 = 11,5 \cdot 1,073 = 12,3$$

5. Об'ємні витрати припливного повітря (беремо з розрахунку аерації), м³/год.:

$$V' = 2,18 \cdot 10^6$$

6. Об'ємні витрати припливного повітря при температурі робочої зони, м³/год.:

$$V_p = V' \frac{t_p + 273}{t' + 273}$$

$$V_p = 2,18 \cdot 10^6 \frac{32 + 273}{27 + 273} = 2,22 \cdot 10^6$$

7. Витрати води на розпилення, кг/год.

$$G_B = V_p \frac{f_p - f_0}{1000}$$

$$G_B = 2,22 \cdot 10^6 \frac{14 - 12,3}{1000} = 3774$$

8. Об'ємні витрати води, м³/год. :

$$V_B = \frac{G_B}{1000}$$

$$V_B = \frac{3774}{1000} = 3,77$$

3.2.3 Виробниче освітлення

Освітлення має дуже велике значення для запобігання нещасним випадкам і зниженню гостроти зору.

Зорові роботи у розливному прольоті відносяться до VII розряду – роботи із матеріалами, що світяться (розплавлені сталь і шлак), штучна освітленість – не менше 200 лк. Штучна освітленість пультів управління повинна складати не менше 200 лк (на шкалах приборів) [53].

Освітленість електроприміщень – 150 лк.

Коефіцієнт природної освітленості повинен складати у цеху не менше 3,0% [53].

Згідно [53] у виробничих приміщеннях треба використовувати найбільш економічні джерела світла, перевага віддається світлодіодним лампам і світильникам. Використання ламп розжарювання дозволяється тільки у випадку неможливості застосування газорозрядних або світлодіодних джерел світла. Використання ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Для освітлення розливного прольоту пропонується застосування світильника для високих стель High Bay UFO [54]. Опис світильника наданий у табл. 3.7, загальний вигляд – на рис. 3.11.

Таблиця 3.7 – Основні дані світлодіодного світильника для високих стель High Bay UFO

| Показник | Значення |
|-----------------------------------|-----------|
| Потужність, Вт | 100 |
| Світловий потік, лм | 10000 |
| Світловіддача, лм/Вт | 100 |
| Напруга, В | 170...260 |
| Колірна температура, К | 6500 |
| Робоча температура, °С | -25...+45 |
| Ступень захисту від пилу і вологи | IP65 |
| Термін експлуатації, год. | 30000 |

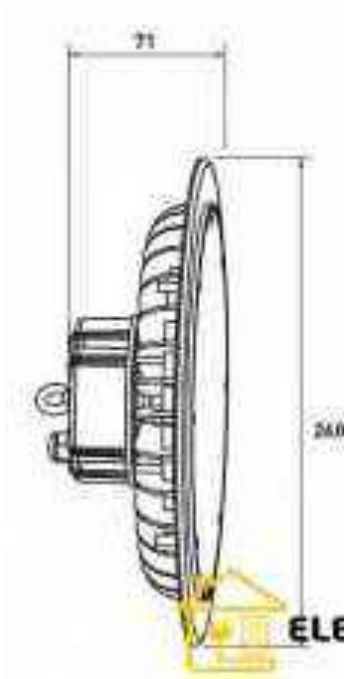


Рисунок 3.11 - Світильник для високих стель High Bay UFO

3.3 Електробезпека

Відповідно Правилам улаштування електроустановок [55] приміщення, де розташовані електроприлади, класифікуються в залежності від стану робочого середовища. Основне приміщення розливного прольоту мартенівського цеху є жарким (температура повітря довготривале перевищує 30°C) і сухим (вологість повітря не перевищує 60%), зі струмопровідними підлогами (сталевими) і струмопровідним пилом (що містить залізо), що може виділятися до повітря робочої зони).

Такі приміщення вважаються особливо небезпечним відносно ураження струмом, так як мають два і більше ознак підвищеної небезпеки [55].

До приміщень з підвищеною небезпекою ураження струмом відносяться механічні майстерні (металеві підлоги).

До приміщень без підвищеної небезпеки відносяться приміщення пультів управління.

Виконання електрообладнання залежить від режиму його роботи і властивостей робочого середовища стосовно вибухо- і пожежонебезпеки. ПУЕ встановлює відповідні класи вибухо- і пожежонебезпечних зон.

До вибухонебезпечних зон класу 2 відносяться газорегуляторні і газорозподільні пункти – зони, в яких вибухонебезпечне газоповітряне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо виникає, то рідко і триває недовго, довготривалий час вибухонебезпечне середовище може виникнути під час аварії.

До пожежонебезпечної зони класу П-Па відносяться кабельні тунелі, приміщення пультів управління, кабіни кранів - зони, розташовані в приміщеннях, в яких обертаються тверді горючі речовини - пластмаси, дерево, гума.

Зони, розташовані в основному приміщенні розливного прольоту не відносяться до вибухо- і пожежонебезпечних, оскільки тут обертаються речовини в розплавленому стані - сталь, шлак.

В пожежонебезпечних зонах класу П-Па використовується електрообладнання закритого або захищеного типу. У першому внутрішній простір обладнання відділений від зовнішнього середовища оболонкою, друге має пристосування для оберігання від випадкового дотику до струмоведучих і рухомих частин і від попадання всередину сторонніх предметів.

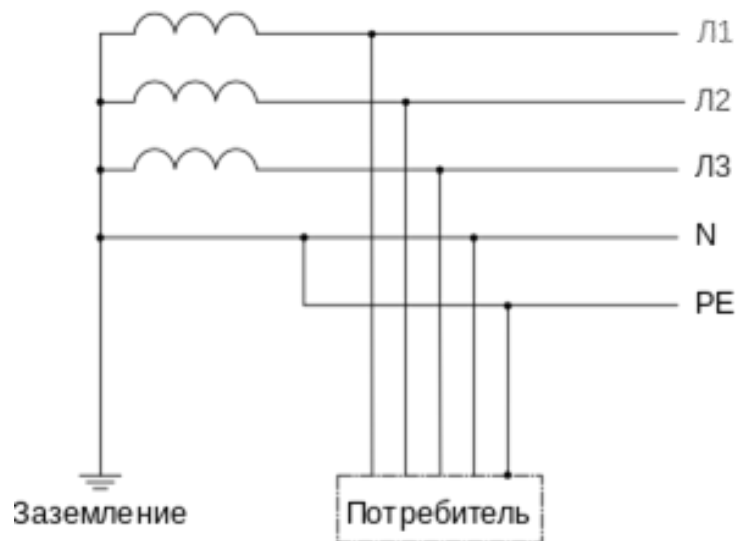
У розливному прольоті апаратуру управління і захисту, світильники рекомендовано застосовувати в пилонепроникному виконанні.

У розливному прольоті є споживачі змінного струму напруги 380/220 В і потужні двигуни (200 кВт і більше) напруги 6000 В. При напрузі змінного струму до 1000 В раніше застосовувалися лише дві схеми трифазних мереж : чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю і трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю.

За кордоном досить давно застосовують п'ятипровідні мережі з двома нульовими провідниками при глухозаземленій нейтралі – робочим і захисним. Це дає підвищення рівня безпеки при дотику до нульового проводу. Останній

час такі схеми використовують і в нашій країні. Тому у проекті пропонується застосовувати п'ятипровідну мережу змінного току типу TN-CS, в якій нульові робочий і захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі, а далі розділені (рис. 3.12).

Для напруги вище 1000 В застосовуємо трипровідну схему (рис. 3.13) IT (с ізольованою нейтраллю).



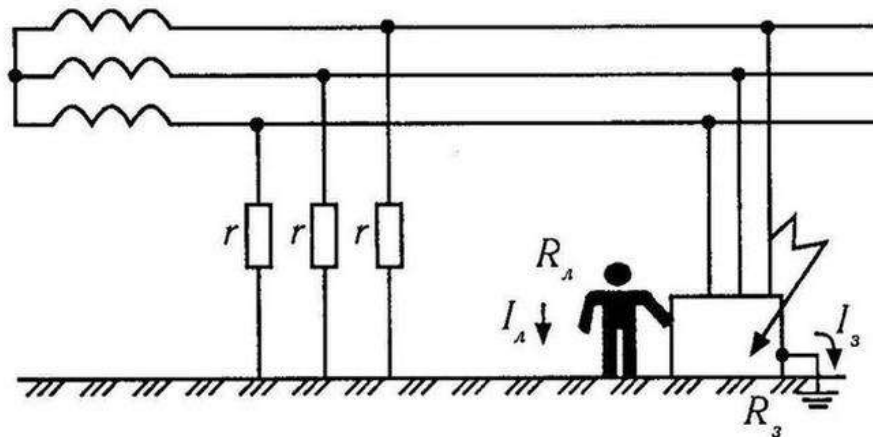
Л1, Л2, Л3 – фазні провідники; N – нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник

Рисунок 3.12 – П'ятипровідна схема мережі трифазного струму TN-CS

У розливному прольоті вживаються такі засоби захисту від ураження струмом :

- електроізоляція струмоведучих частин – гумова, бавовняна, з термостійкого пластику;
- недоступне розташування струмоведучих частин;
- малі напруги для місцевого і переносного освітлення і при роботі з електроінструментом 3 класу;
- захисне заземлення у мережі вище 1000 В;

- захисне занулення у мережі нижче 1000 В;
- захисне відключення;
- електрозахисні засоби.



r – опір проводів відносно землі; $R_{л}$ – опір тіла людини; $R_з$ – опір заземлюючого пристрою; $I_{л}$ – струм, що йде по тілу людини; $I_з$ – струм, що йде по заземлювачу

Рисунок 3.13 – Трипровідна схема мережі трифазного струму IT

3.4 Пожежна безпека

Чорна металургія в цілому і мартенівське виробництво зокрема не відносяться до небезпечних в пожежному відношенні, оскільки будівельні конструкції, устаткування, сировина, напівфабрикати, готова продукція в основному відносяться до матеріалів, що не згорають. Проте, пожежі в мартенівських цехах можливі. Основні їх причини : несправність або неправильна експлуатація електроустаткування; попадання рідких продуктів плавки на горючі матеріали ; вибухи при попаданні рідкого металу на сирі матеріали і при його витоках природного газу.

У мартенівському цеху обертаються наступні речовини, небезпечні в пожежному відношенні.

- Природний газ - застосовується як паливо; область займання 5...17%, температура самозаймання 530°C [57].
- Мінеральні масла - застосовуються в системах змащення і гідроприводу різних механізмів; температура спалаху 150...180°C, температура самозаймання 250...400°C [57].
- Ацетилен – використовується для зварювання і різання металу; область займання 2,5...81%, температура самозаймання 335°C [56].
- Електроізоляція – бавовняна (температура займання 210°C, температура самозаймання 407°C), гумова (температура займання 275°C), пластикова (температура займання 335...390°C, температура самозаймання 400...495°C) [56].
- Деревина, з якої виготовлені окремі предмети робочих меблів; температура займання 270...300 °C , самозаймання – 330...470°C [56].

Певну пожежну небезпеку представляє наявність рідких сталі і шлаку.

Як вже було сказано, розливний проліт відноситься до категорії Г – помірно пожежонебезпечна [22].

Але у цеху є приміщення категорії А (вибухопожежонебезпечна) - газорозподільні і газорегуляторні пункти.

До категорії В (пожежонебезпечна) відносяться склади мастил, приміщення масляних трансформаторів, маслотунелі гідравлічних систем, електрокабельні приміщення.

До категорії Д (знижено пожежонебезпечна) відносяться склади сировини, приміщення щитів управління, механічні і електроремонтні майстерні [22].

Ступінь вогнестійкості будівлі цеху – Ша. Це будівлі переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса - із сталевих незахищених конструкцій. Конструкції, що захищають, - із сталевих

профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з важкогорючим утеплювачем [58].

Допускається в будівлі застосовувати гіпсокартонні листи для облицювання металевих конструкцій з метою підвищення їх межі вогнестійкості. Для виділення робочих місць в межах приміщення допускається застосовувати перегородки з ненормованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню. Ці перегородки можуть бути заклені або з сіткою при висоті глухої частини не більше 1,2 м, збірно-розбірні і розсувні [58].

Згідно з правилами [25] цех пропонується оснастити вогнегасниками :
ВВП-10 – 26 шт., ВП-5 – 62 шт., ВВК-8 – 26 шт.

Пожежні крани встановлюємо у кількості 25 шт.

Пожежі, викликані ударом блискавки або іншим впливом атмосферної електрики, досить рідкісні на підприємствах чорної металургії. Однак з метою профілактики таких пожеж і поразки людей струмом блискавки влаштовують захист від блискавки. Під захистом від блискавки розуміють комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, обладнання та матеріалів від можливих вибухів, загорянь і руйнувань, що виникають при впливі блискавки.

Вплив блискавки на наземні об'єкти може проявлятися у виді :

- прямого удару, що створює небезпеку пожежі та ураження людей струмом блискавки;
- електромагнітної індукції - наведення потенціалів в незамкнених металевих контурах в результаті швидких змін струму блискавки, що створюють небезпеку іскріння в місцях зближення;
- електростатичного індукції - наведення потенціалів наземних предметів в результаті змін електричного поля грозової хмари, що створюють небезпеку іскріння між металевими елементами конструкцій;

– занесення високих потенціалів - перенесення наведених блискавкою високих електричних потенціалів в будівлі і споруди по зовнішніми металевим комунікаціям.

Будівлі та споруди в залежності від призначення, значущості, ступеня вогнестійкості, вибухо-і пожежонебезпеки, інтенсивності грозової діяльності, а також від очікуваної кількості уражень блискавкою в рік підлягають захисту відповідно до категорій улаштування блискавкозахисту і типом зони захисту [59]. Мартенівські цехи облаштовуються захистом від блискавки типу Б, категорії III.

Зона захисту блискавковідводу - частина простору, всередині якого будівля або споруда захищена від прямих ударів блискавки з певним ступенем надійності. Ступінь надійності на поверхні зони захисту типу Б становить 95%. Вглиб від поверхні надійність зростає.

Будинки і споруди, віднесені до III категорії улаштування блискавкозахисту, повинні бути захищені від прямих ударів блискавок і занесення високих потенціалів.

Для захисту від прямих ударів блискавок застосовують блискавковідводи. Блискавковідвід складається з опори, блискавкоприймача, струмовідводу і заземлювача. блискавкоприймачем при блискавкозахисті III категорії допускається використовувати металеві конструкції споруд, що захищаються : труби, дефлектори, покрівлі, решітки тощо У цехах типу мартенівського блискавкоприймачі, як правило, встановлюються на трубах, які мають достатню висоту, щоб в зоні захисту виявилися всі споруди, що захищаються.

Струмовідводи виготовляють зі сталевого дроту перерізом не менше 35 мм², з багатодрових тросів або сталі будь-якої марки і профілю. Струмовідводи прокладають зовні споруд, що захищаються в малодоступних для людей місцях. Як струмовідводи можна використовувати металеві конструкції, споруд що захищаються : колони, ферми, рами, стінки металевих

резервуарів, арматуру залізобетонних елементів тощо. Такі струмовідводи повинні мати безперервний металевий зв'язок в з'єднаннях.

Заземлювачі виготовляють зі сталі будь-якого профілю перетином не менше 100 мм^2 , з кутової і смугової сталі товщиною не менше 4 мм, із сталевих труб діаметром 30...60 мм і товщиною стінок не менше 3,5 мм. Заземлювачі прокладаються в місцях, малодоступних для людей і тварин, на відстані не менше 5 м від проїжджих і пішохідних доріг, щоб не викликати при грозових розрядах крокових напруг [59].

Для захисту від заносу високих потенціалів по підземних комунікаціях останні в місцях введення в будівлю заземлюються.

Розрахуємо блискавкозахист ділянки, яка знаходиться з краю мартенівського цеху (рис. 3.14).

Так як для третьої категорії зони захисту допускається в якості блискавкоприймача використовувати металеві труби, вибираємо для ділянки, що захищається подвійний стрижневий блискавковідвід, в якому блискавкоприймачами і струмовідводами служать димові труби. Місця заклепочних і болтових з'єднань димових труб шунтуються смуговою сталлю поперечним перерізом $25 \times 5 \text{ мм}$ для забезпечення безперервного металевого зв'язку у місцях з'єднань.

Вихідні дані

- Довжина ділянки $L' = 100 \text{ м}$
- Ширина ділянки, що захищається $S' = 65 \text{ м}$
- Максимальна висота будівлі на ділянці $H = 35 \text{ м}$
- Висота димової труби $h = 86 \text{ м}$
- Відстань між трубами $A = 60 \text{ м}$

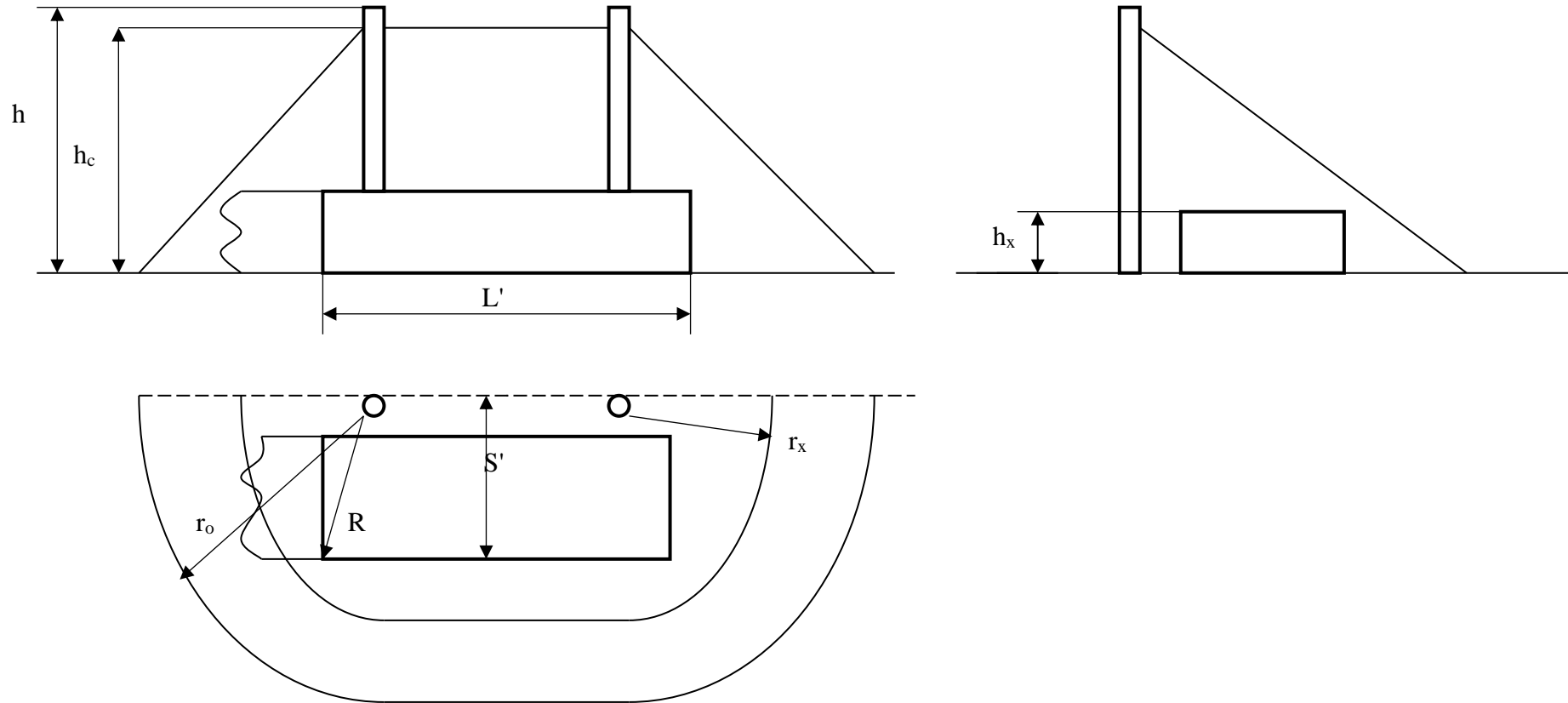


Рисунок 3.14 – Блискавкозахист ділянки мартенівського цеху

Розрахунок ведемо за методикою [60].

Розрахунок

1. Висота зони захисту типу Б над землею в середині між блискавковідводами (трубами), м:

$$h_c = 0,92h$$

$$h_c = 0,92 \cdot 86 = 79,1$$

2. Радіус зони захисту на рівні землі, м :

$$r_0 = 1,5h$$

$$r_0 = 1,5 \cdot 86 = 129$$

Радіус зони захисту більше відстані від димової труби до протилежної стіни цеху, тобто ширини ділянки, що захищається :

$$r_0 > S'$$

3. Ширина зони захисту на рівні землі, м :

$$S = 2r_0$$

$$S = 2 \cdot 129 = 258$$

4. Радіус зони захисту на рівні максимальної висоти цеху, м :

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

$$r_x = 1,5 \left(86 - \frac{35}{0,92} \right) = 71,9$$

5. Радіус зони захисту на рівні максимальної висоти цеху більше відстані від димової труби до протилежної стіни цеху, тобто ширини ділянки, що захищається :

$$r_x > S'$$

6. Ширина зони захисту на рівні максимальної висоти цеху, м:

$$S_x = 2r_x$$

$$S_x = 2 \cdot 71,9 = 143,8$$

7. Щоб визначити, чи повністю входить ділянка, що захищається у зону захисту, знайдемо відстань від димової труби до найвіддаленішої точки ділянки (рис. 3.14).

$$R = \sqrt{\left(\frac{L' - A}{2}\right)^2 + S'^2}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{100-60}{2}\right)^2 + 65^2} = 68$$

$$r_x > R$$

Як видно з рисунку 3.14, будівля цеху на ділянці між двома печами повністю входить в зону захисту подвійного стрижневого блискавковідводу.

В якості заземлювачів приймаємо кутову сталь з товщиною 6 мм, довжиною 2,5 м. Заземлювачі забиваються вертикально в землю на глибину 0,7 м від верхнього краю і з'єднуються горизонтальною сталевією смугою.

3.5 Техногенна безпека

3.5.1 Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки

Будь-який об'єкт, де використовується, виготовляється, переробляється чи транспортується небезпечна речовина, вважається потенційно небезпечним об'єктом або таким, що може становити загрозу мешканцям прилеглих територій та навколишньому середовищу. Для того, щоб визначити реальну ступінь небезпеки такого об'єкта проводиться його ідентифікація, за результатами якої потенційно небезпечний об'єкт може бути віднесений до категорії об'єктів підвищеної небезпеки з присвоєнням класу небезпеки I, II,

або не віднесений до цих категорій [61]. З цією метою встановлені Нормативи порогових мас для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки [62].

У мартенівському цеху потенційно небезпечним може вважатися трубопровід природного газу, що проходить по цеху.

Оцінимо масу природного газу, що одночасно знаходиться на території цеху. Витрати природного газу за нормальних умов $Q = 70\,000\text{ м}^3/\text{год}$. Густина газу за нормальних умов $\rho_0 = 0,75\text{ кг/м}^3$.

Робочі умови: тиск $P = 600\text{ кПа}$, температура $T = 293\text{ К}$. Густина газу за робочих умов [63] :

$$\rho = \rho_0 \frac{PT_0}{TP_0}$$

$$\rho = 0,75 \frac{600 \cdot 273}{293 \cdot 101,3} = 4,14$$

Діаметр (внутрішній) трубопроводу $D = 1,0\text{ м}$, довжина у межах об'єкту $L = 600\text{ м}$. Тоді об'єм газу, що одночасно знаходиться у межах об'єкту, м^3 :

$$V = \frac{\pi D^2}{4} L$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} 600 = 471$$

Маса газу, кг:

$$M = \rho V$$

$$M = 4,14 \cdot 471 = 1950$$

Згідно [62], порогова маса горючих газів для об'єктів 2 категорії становить $50\,000\text{ кг}$, що значно вище за розраховану масу.

Маса паливно-мастильних матеріалів, розташованих на складах цеху також значно менше названого числа. Тому мартенівський цех не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки з точки зору вибуху або пожежі.

3.5.2 Визначення імовірності аварій

Аварії техногенного характеру поділяються на 2 категорії [61].

До аварій 1 категорії відносяться такі :

- загинуло 5 або травмувалося 10 і більше чоловік;
- відбувся викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за межі санітарно-захисної підприємства;
- збільшення концентрації забруднюючих речовин в навколишньому середовищі більше, ніж у 10 разів;
- зруйновано будинки, споруди чи основні конструкції об'єкта із загрозою життю і здоров'ю значної кількості працівників підприємства чи населення.

До аварій 2 категорії відносяться такі :

- загинуло до 5 або травмувалося від 4 до 10 чоловік;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці (враховуються цех, дільниця з чисельністю працюючих 100 чоловік і більше).

До найбільш небезпечних екстремальних відхилень виробничих процесів слід віднести технологічні вибухи. У мартенівському виробництві до них належать вибухи при контакті розплавленого металу і шлаку з водою або сирими матеріалами, вибухи газо- і пилоповітряних сумішей.

При попаданні розплавлених продуктів плавки на сирі матеріали відбувається паротворення в плівковому режимі. Між поверхнею нагріву і водою утворюється паровий прошарок, що перешкоджає передачі тепла. При раптовому зниженні тиску вода виявляється перегрітою, миттєво перетворюється на пару, об'єм якої приблизно в 1600 разів більше об'єму води. Таке перетворення носить вибуховий характер.

Сила вибуху збільшується за рахунок дисоціації води на водень і кисень. За певних умов водень утворює з повітрям вибухову суміш.

Вибухи, що викликаються водою або вологими матеріалами, що завантажуються в мартенівські печі, є найбільш частими. Вода потрапляє в піч разом з шихтою у вигляді шматків льоду, снігу, обмерзлих руд, металевому лому і так далі. Вибухи мають місце також при попаданні сталі у сирий жолоб чи ківш із сирими матеріалами.

Заходи профілактики для запобігання подібним вибухам – ретельне просушування ковшів, жолобів, контроль стану завантажуваних в піч матеріалів, піротехнічний контроль металобрухту. Незалежно від піротехнічного огляду металобрухту в копровому цеху його слід оглядати і на шихтовому дворі перед відправленням на переплавку.

В цілях профілактики вибухів газоповітряних сумішей необхідне ретельне дотримання правил при монтажі, ремонті і експлуатації газових і повітряних трактів, контроль стану клапанів і засувки.

Проте категорійні аварії у мартенівських цехах, у тому числі у розливних прольотах досить рідкісні. У 2000 році на Донецькому металургійному заводі мала місце аварія, в результаті якої були пошкоджені газопроводи, конструкції цеху, майже на добу був зупинений цех. У 2011 році у результаті аварії на Маріупольському металургійному комбінаті загинув робітник.

Вибух з викидом шлаку стався 1 березня в сталеплавильному цеху ЗАТ «ГМЗ-Металург» (Росія) під час плавки. В результаті сталевар, що працював у печі, отримав великі опіки тіла, від яких помер на місці. Підручний сталевара, що перебував поруч, отримав опіки тіла II і III ступеня, з якими був доставлений у лікарню. Решта робочих зміни отримали незначні тілесні ушкодження. Передбачуваною причиною нещасного випадку стало попадання води на розпечений шлак і розплавлений метал, що при наявності обмеженого простору призвело до вибуху [64].

Всі ці аварії можна віднести до 2 категорії. В Україні у 21 столітті у мартенівських цехах не було зафіксовано аварій 1 категорії і сталися 2 аварії 2 категорії. Тому імовірність категорійних аварій у мартенівському виробництві можна вважати незначною.

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму.

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму у мартенівському цеху за рік, використовуючи статистичні дані ПАТ «Запоріжсталь» (середні за останні роки):

- середньооблікова чисельність працюючих, $Ч = 1040$ чол.;
- загальна кількість випадків захворювань, $Н_з = 140$;
- кількість виявлених професійних захворювань, $Н_{зп} = 0$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях, $ДН_з = 1090$;
- кількість нещасних випадків, $Н_т = 6$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами, $ДН_т = 245$.

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 Н_з / Ч$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 140 / 1040 = 13,46$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{тз} = ДН_з / Н_з$$

$$K_{тз} = 1090 / 140 = 7,79$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чт} = 1000 Н_т / Ч$$

$$K_{чт} = 1000 \cdot 6 / 1040 = 5,77$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{тт} = ДН_т / Н_т$$

$$K_{тт} = 245 / 6 = 40,8$$

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

- середнє денне вироблення, $СВ = 750$ грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції, $З = 0,8$ грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості, $УП = 0,2$;

- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності, $VH = 180$ грн.;
- фонд робочого часу на одного працівника в році, $T_p = 230$ дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника, $Ш = 10000$ грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$ДН = ДН_3 + ДН_T$$

$$ДН = 1090 + 245 = 1335$$

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

$$СП = ДН \cdot СВ$$

$$СП = 1335 \cdot 750 = 1\,001\,250 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$С = СП \cdot 3$$

$$С = 1\,001\,250 \cdot 0,8 = 801\,000 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$УС = С \cdot УП$$

$$УС = 801\,000 \cdot 0,2 = 160\,200 \text{ грн.}$$

Виплата допомоги по тимчасовій непрацездатності за перші п'ять днів тимчасової непрацездатності потерпілого проводиться за рахунок коштів страхувальника, а починаючи з шостого дня непрацездатності - за рахунок коштів Фонду [65].

Виплати по листках непрацездатності травмованим складуть:

$$V_T = 5H_T \cdot VH$$

$$V_T = 5 \cdot 6 \cdot 180 = 5400 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$V_3 = ДН_3 \cdot VH$$

$$V_3 = 1090 \cdot 180 = 196\,200 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$V = V_T + V_3$$

$$B = 5400 + 196\,200 = 201\,600 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$Y = UC + B + H_{TШ}$$

$$Y = 160\,200 + 201\,600 + 6 \cdot 10\,000 = 421\,800 \text{ грн.}$$

4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в розливному прольоті мартенівського цеху

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності :

- сучасні огороження, протиковзкі накладки;
- застосування сучасного пристрою для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі;
- теплоізоляція сталерозливного ковша;
- стаціонарний екран тепловідведення і пересувний екран відбиття;
- високодисперсне водорозпилення;
- для освітлення розливного прольоту пропонується світильники для високих стель High Bay UFO.

В результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно втричі, а зниження загальної захворюваності – на 15%.

Таким чином, замість 6 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 2.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть:

- заміна огорожень і проти ковзкі накладки (OB₁) - 30 тис. грн.;
- заміна пристрою для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі (OB₂) - 125 тис. грн.;
- теплоізоляція ковша (OB₃) - 100 тис. грн.;
- стаціонарний екран тепловідведення (OB₄) - 20 тис. грн.;
- пересувний екран відбиття (OB₅) – 5 тис. грн.,
- водорозпилення (OB₆) – 25 тис. грн.

– заміна освітлення на світлодіодне (OB_7) – 45 тис. грн. .

Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 10 000 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4 + OB_5 + OB_6 + OB_7$$

$$OB = 30000 + 125000 + 100000 + 20000 + 5000 + 25000 + 45000 = 350\,000 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 6 - 2 = 4$$

Зменшення днів непрацездатності :

$$\Delta ДН = \Delta H \cdot K_{\text{ТТ}} + 0,15 ДН_3$$

$$\Delta ДН = 4 \cdot 40,8 + 0,15 \cdot 1090 = 326,7 \text{ днів}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ$$

$$ГСВ = 230 \cdot 750 = 172\,500 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч$$

$$\Delta T = 326,7 / 1040 = 0,324$$

Приріст продуктивності праці:

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

$$\Pi_T = [(230 + 0,324) / 230 - 1] 100 = 0,141 \%$$

Зниження собівартості продукції:

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

$$E_c = 172\,500 \cdot 1040 \cdot 0,8 \cdot 0,00141 \cdot 0,2 = 40\,472,6 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:

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

$$E_{\text{л}} = (5 \cdot 4 + 326,7) \cdot 180 = 62\,406 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{\text{ш}} = Ш \cdot \Delta H$$

$$E_{\text{ш}} = 10000 \cdot 4 = 40\,000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

$$E_{\text{еф}} = E_c + E_{\text{л}} + E_{\text{ш}} - ТЗ - 0,15OB$$

$$E_{\text{эф}} = 40\,472,6 + 62\,406 + 40\,000 - 10\,000 - 0,15 \cdot 350\,000 = 80\,379 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{\text{ок}} = \text{ОВ} / (E_c + E_{\text{л}} + E_{\text{ш}} - \text{ТЗ})$$

$$C_{\text{ок}} = 350\,000 / (40\,472,6 + 62\,406 + 40\,000 - 10\,000) = 2,63 \text{ років}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = 1 / C_{\text{ок}}$$

$$E = 1 / 2,63 = 0,38 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 4.1

Таблиця 4.1 - Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху

| Найменування показника | Одиниця виміру | Величина |
|--|----------------|----------|
| Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці | грн. | 350 000 |
| Додаткові поточні витрати в рік | грн. | 10 000 |
| Зменшення кількості днів непрацездатності | дні | 326,7 |
| Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника | дн./роб. | 0,324 |
| Приріст продуктивності праці | % | 0,141 |
| Зниження собівартості продукції | грн. | 40 472,6 |
| Річний економічний ефект від пропонованих заходів | грн. | 80379 |
| Термін окупності одноразових витрат | років | 2,63 |
| Економічна ефективність одноразових витрат | грн./грн.рік. | 0,38 |

Таким чином, наведеними розрахунками доказана доцільність заходів з охорони праці у мартенівському цеху.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізована статистика травматизму у мартенівських цехах, на її основі визначені основні причини травматизму, його види і об'єкти, на стан яких слід приділити увагу.
2. Розглянута статистика професійних захворювань та визначена питома вага різних речовин у їх виникненні; професійну інтоксикацію викликають, насамперед, оксиди азоту і сірки, сірководень.
3. Проведена оцінка умов праці розливальника сталі; умови праці віднесені до класу 3.4 – шкідливий, з дуже великим ризиком розвитку профзахворювань.
4. Визначено, що для розливальника сталі до професійно зумовлених захворювань перш за все належать захворювання серцево-судинної системи (артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця).
5. Розроблені заходи захисту від падіння – огороження, проти ковзкі накладки.
6. Для підвищення безпеки операції випуску сталі з печі пропонується застосування сучасного пристрою для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі.
7. Розрахована теплоізоляція сталерозливного ковша; для досягнення необхідної температури поверхні корпусу потрібен шар теплоізоляції із хризоліт-азбесту товщиною 100 мм.
8. Запропоновані на робочому місці розливальника сталі стаціонарний екран тепловідведення і пересувний екран відбиття; розраховані параметри екранів.
9. Розрахована аерація мартенівського цеху; кратність повітрообміну становить $3,23 \text{ год}^{-1}$.

10. Для зволоження і охолодження повітря робочої зони запропоновано високодисперсне водо розпилення, визначена необхідна кількість води (3,77 м³/год.).

11. Для освітлення розливного прольоту пропонується світильники для високих стель High Bay UFO.

12. У проекті пропонується для напруги 220/380 В застосовувати п'ятипровідну мережу змінного току типу TN-CS, в якій нульові робочий і захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі, а далі розділені.

13. Розрахований блискавкозахист мартенівського цеху із застосуванням металевих труб як блискавковідводів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Studfiles. Файловый архив студентов. URL: <https://studfiles.net/preview/3067115/page:3/>
2. Зиньковский М.М. Безопасность производственных процессов в чёрной металлургии. Москва: Металлургия, 1989. 168с.
3. Слово і діло. Аналітичний портал. URL: <https://ru.slovoidilo.ua/2018/04/28/infografika/>
4. Metallurgy.zp.ua. Мартеновское производство. URL: <https://metallurgy.zp.ua/obshhaya-harakteristika-martenovskogo-tseha/>
5. В мире металлургии. Способы и виды разлики стали. URL: <https://steeltimes.ru/allmet/casting/all/castingtype/002.php>
6. Helpiks.org. Разливка стали в изложницы. URL: <https://helpiks.org/3-94046.html>
7. Общие требования, предъявляемые к устройству и эксплуатации печей. URL: <https://metallurgy.zp.ua/ustrojstvo-i-ekspluatatsiya-martenovskih-pechej/>

8. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. Москва: Металлургия, 1980. 462с.
9. Ефанов П.Д., Берг И.А. Охрана труда и техника безопасности в сталеплавильном производстве. Москва: Металлургия, 1987. 232с.
10. Охрана труда. Информационный ресурс. URL: http://ohrana-bgd.ru/metal/metal1_11.html
11. Обзор аварий на крановом оборудовании металлургических производств. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013. № 10 (часть 1). С. 9-11
12. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-01-12] (Державні санітарні норми). Київ: Міністерство охорони здоров'я, 1999. – 34с.
13. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-01-12] (Державні санітарні норми).
14. ДСН 3.3.6.042-99 Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Чинний від 1999-01-12] Київ: Міністерство охорони здоров'я України), 2000. 10с..
15. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2014. 37 с.
16. НПАОП 27.0-1.01-08 Правила охорони праці в металургійній промисловості
17. НПАОП 27.0-1.01-09 Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві
18. Засоби індивідуального захисту працівників на виробництві: класифікація та особливості застосування. URL: op.com.ua/article/130-zasobi-individualnogo-zahistu-pratsvnikv-na-virobnitstv-klasifikatsya-ta-osoblivost

19. Средства индивидуальной защиты /С.Л Каминский, К.М. Смирнов, В.И. Жуков и др. Ленинград: Химия, 1989. 400с.
20. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Редакція від 07.03.2019.
21. Правила улаштування електроустановок Київ: Мінпаливенерго України, 2010. 736 с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 01-01-2017]. Київ: Мінрегіон України. 2016. 31с.
23. Смирнов Н.В., Коган Л.М. Пожарная безопасность предприятий чёрной металлургии. Москва: Металлургия, 1989. 432с.
24. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Держбуд України. 2003. 42с
25. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. [Чинний від 23-03-2017].
26. Основы противопожарной безопасности / М.В. Алексеев, П.Г. Демидов, М.Я. Ройтман и др. Москва: Высшая школа. 1991. 248с.
27. Травматизм на виробництві в Україні у 2017 році: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 132 с.
28. Крюковська О.А., Гасило Ю.А. Аналіз виробничого травматизму в металургійній галузі. URL: http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Yak_2/20.pdf
29. Причини производственного травматизма в металлургии. URL: <https://metallplace.ru>
30. Рижков В.Г., Зарічна В.В. Аналіз статистики виробничого травматизму в металургійному комплексі України. *Металургія. Наукові праці ЗДІА*. 2009. Вип. 19. С. 139 – 144.
31. Стан виробничого травматизму в Україні. URL : <https://www.sop.com.ua/article/952-stan-virobnichogo-travmatizmu-u-2018-rots>

32. Профсоюз металлургів и горняків України. URL: <http://pmguinfo.dp.ua/npravleniya-deyatelnosti/okhrana-truda/20-okhrana-truda-informatsiya>
33. Безопасность и охрана труда в чёрной металлургии и сталелитейной промышленности. Женева: Международная организация труда, 2005. 179 с.
34. Фонд соціального страхування України. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 9 місяців 2019 року. URL : <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/951811>
35. Перелік професійних захворювань (із змінами внесеними згідно з Постановою КМ № 294 від 26.04.2017). [Чинний від 083-11-2000]
36. Гигиена труда : учебник / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 592 с.
37. Приходько Т. Ваше здоров'я. Професійні хвороби серця та судин. URL : <https://www.vz.kiev.ua/profesijni-xvorobi-sercyu-ta-sudin/>
38. Оценка риска формирования профессиональных заболеваний у работников металлургического комбината / Суржигов Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М., Корсакова Т.Г. Москва : Медицина труда и промышленная экология, 2018. 5 с.
39. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2014. 37 с.
40. Гігієнічна оцінка умов праці. URL : https://stud.com.ua/33704/bzhd/ogiyenichna_otsinka_umov_pratsi
41. ГОСТ 23120-78. Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия. [Чинний від 01.01.1979]. Госстандарт СССР.
42. Плоская противоскользящая накладка с двумя резиновыми вставками. URL : <https://star-prof.com.ua/p623323455-ploskaya-protivoskolzyaschaya-nakladka>.

43. Устройство для заправки и вскрытия сталевого выпускного отверстия мартеновской печи. Авторское свидетельство. 3 27 В 3/10. / Шахлин В.И. и др. Опубликовано 25.02.76, бюллетень № 7 (45).

44. Аксельрод Л.М., Сладков Е.М., Дзярский С.А. Комплексный подход к вопросу повышения стойкости футеровок сталеразливочных ковшей. *Современные огнеупоры и эффективность их применения при производстве и разливке стали* : научно-практическая конференция в области металлургии за 2012 год. Украинская ассоциация сталеплавильщиков. Донецк : ДНТУ, 2012. С. 40 – 44.

45. Теплотехника / .под ред. А.П. Баскакова. 2–е изд., перераб. Москва. : Энергоатомиздат, 1991. 224 с.

46. Защита от инфракрасного излучения. URL : https://bstudy.net/637536/estestvoznanie/zaschita_infrakrasnogo_izlucheniya

47. Теплотехнический справочник в 2 томах / Под ред. В.Н. Юренева, П.Д. Лебедева. Москва : Энергия, 1976. Т. 2. 896 с.

48. Расчет аэрации. URL : <https://www.promventholod.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/raschet-aeratsii.html>

49. Кривандин В.А. Теплотехника металлургического производства. Теоретические основы : учебное пособие для вузов. В 2 томах. Москва : МИСиС, 2002. Т 1. 608 с.

50. Кривандин В.А. Теплотехника металлургического производства. Теоретические основы : учебное пособие для вузов. В 2 томах. Москва : МИСиС, 2002. Т 2. 608 с.

51. Свойства материалов и веществ. Воздух и его основные компоненты / С.Л. Невенкин и др. Москва : Издательство стандартов, 1991. 128с.

52. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Москва : Энергия, 1980. 424 с.

53. ДБН В.2.5-28-2018 Природне та штучне освітлення [Чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137с.

54. Світильник для високих стель 100W 6500K High Bay UFO IP65 EUROLAMP LED. URL : <https://elektrovoz.com.ua/uk/svetilnik-dlya-vysokih-potolkov-100w-6500k-high-bay-ufo>

55. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. [Чинний від 2017-21-07] Київ: Мінпеноерговугілля України. 2017. 617 с.

56. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. в двух книгах /А.Н.Баратов и др. Москва : Химия, 1990. Кн.1. 384с.

57. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. в двух книгах /А. Н. Баратов и др. Москва : Химия, 1990. Кн. 2. 384с.

58. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 05-03-2015]. Київ : МВС України, 2015. 85 с.

59. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Чинний від 2009-01-01.

60. Щербина Я.Я., Щербина И.Я. Основы противопожарной защиты. Киев : Вища школа, 1985. 255с.

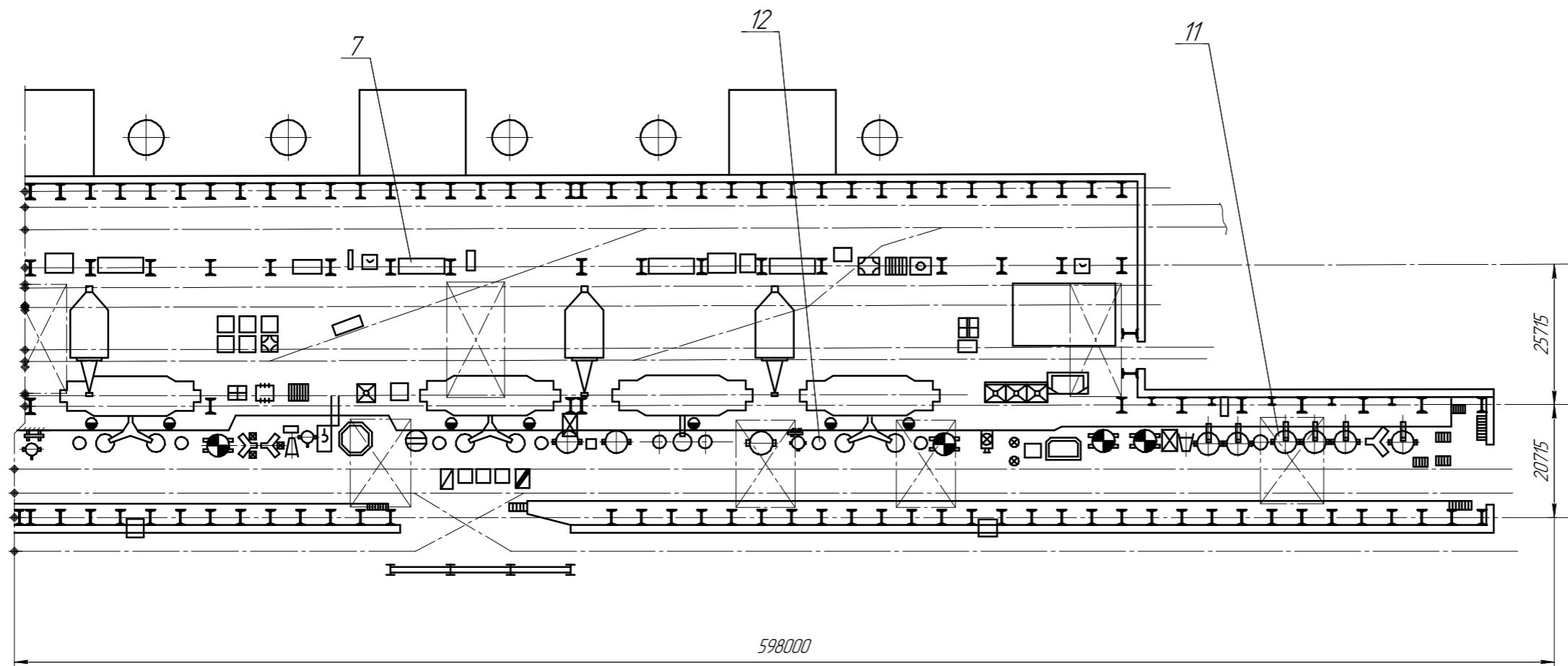
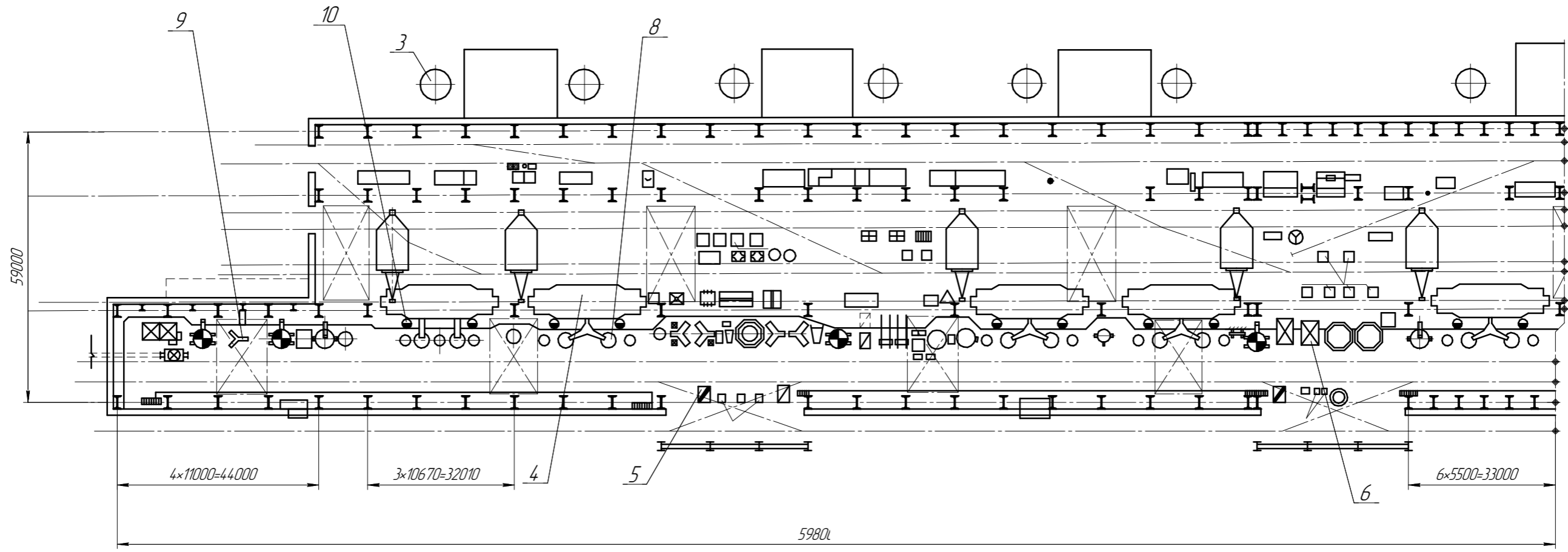
61. Порядок ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002. 18с.

62. Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002.

63. Таблица плотности веществ. URL : <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/tablitsa-plotnosti-veshhestv>

64. Обзор аварий и инцидентов в металлургической отрасли. URL : <https://markmet.ru/tehnika-bezopasnosti-v-metallurgii/obzor-krupneishikh-avarii-v-metallurgicheskoi-otrasli>

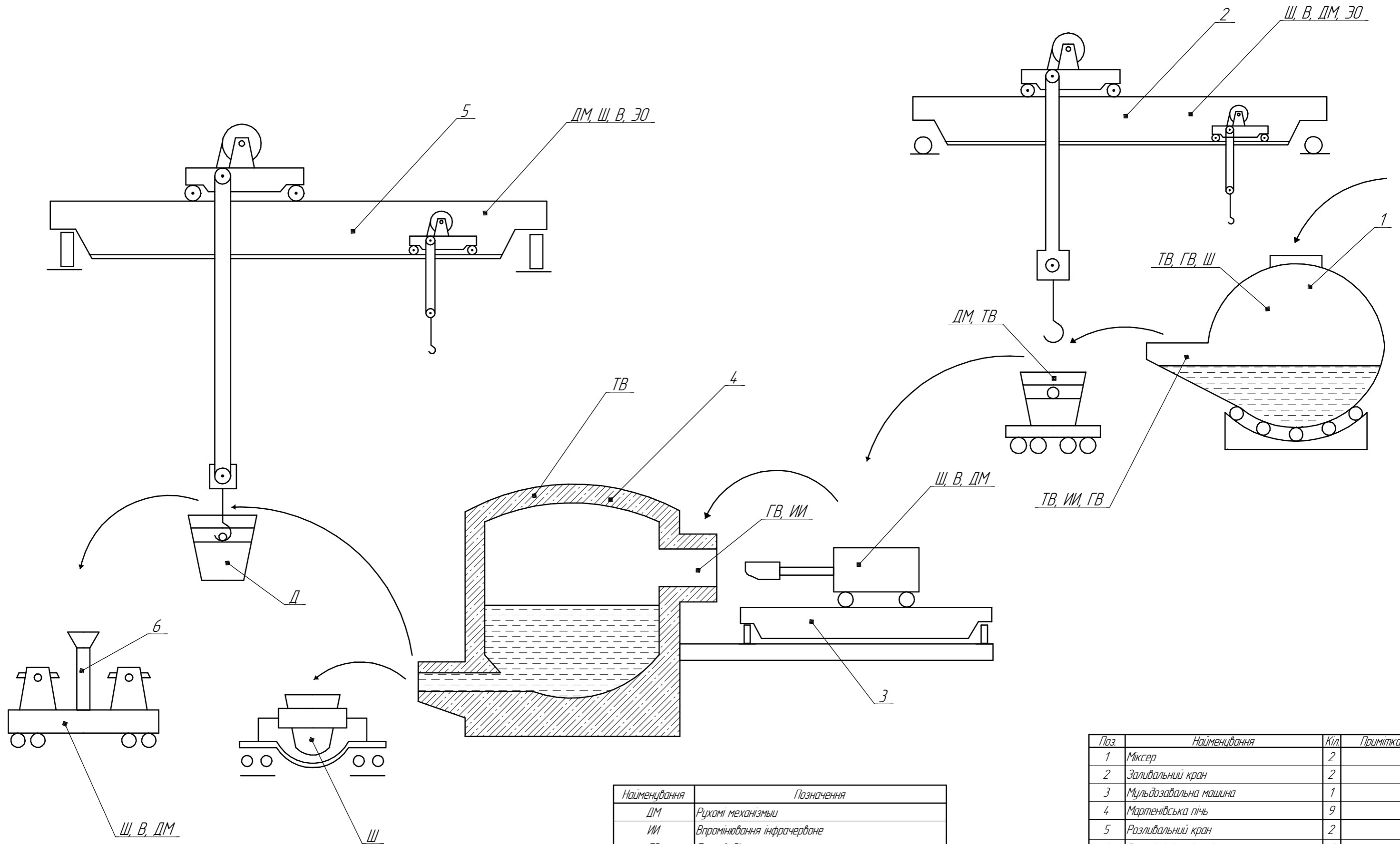
65. Закон України Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 46-47, ст.403 від 23.09.1999 № 1105.



| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-------------------|-----------------------------------|------|----------|
| 1 | ФБЦ.Д.18024.9.101 | Кімната відпочинку розливальників | 1 | |
| 2 | ФБЦ.Д.18024.9.102 | Розлидна площа | 1 | |
| 3 | ФБЦ.Д.18024.9.103 | Димова труба | 1 | |
| 4 | ФБЦ.Д.18024.9.104 | Мартенівська піч | 1 | |
| 5 | ФБЦ.Д.18024.9.105 | Грейфер | 1 | |
| 6 | ФБЦ.Д.18024.9.106 | Консольний кран | 1 | |
| 7 | ФБЦ.Д.18024.9.107 | Пульт керування МП | 1 | |
| 8 | ФБЦ.Д.18024.9.108 | Сталерозливний ківш | 1 | |
| 9 | ФБЦ.Д.18024.9.109 | Сталевипускний жолоб | 1 | |
| 10 | ФБЦ.Д.18024.9.110 | Бункер-дозатор | 1 | |
| 11 | ФБЦ.Д.18024.9.111 | Сушка коксу | 1 | |
| 12 | ФБЦ.Д.18024.9.112 | Чаша для зливу шлаку з печі | 1 | |

ФБЦ.Д.18024.9.100.ЗВ

| | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------|-------|--|---|----------|--------|
| Зм. Арк. | № док. | Підп. | Штаб. | Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху | Лист | Маса | Маштаб |
| Розроб. | Чудаченко О.І. | | | | д | н | 1500 |
| Керівник | Рижко В.Г. | | | | Лист 1 | Листів 9 | |
| Консульт. | Рижко В.Г. | | | | Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. ІІБ-18-1а | | |
| Начальник | Рижко В.Г. | | | Сходи у розливному прольоті | | | |
| Затв. | Коханевич Г.Б. | | | | | | |



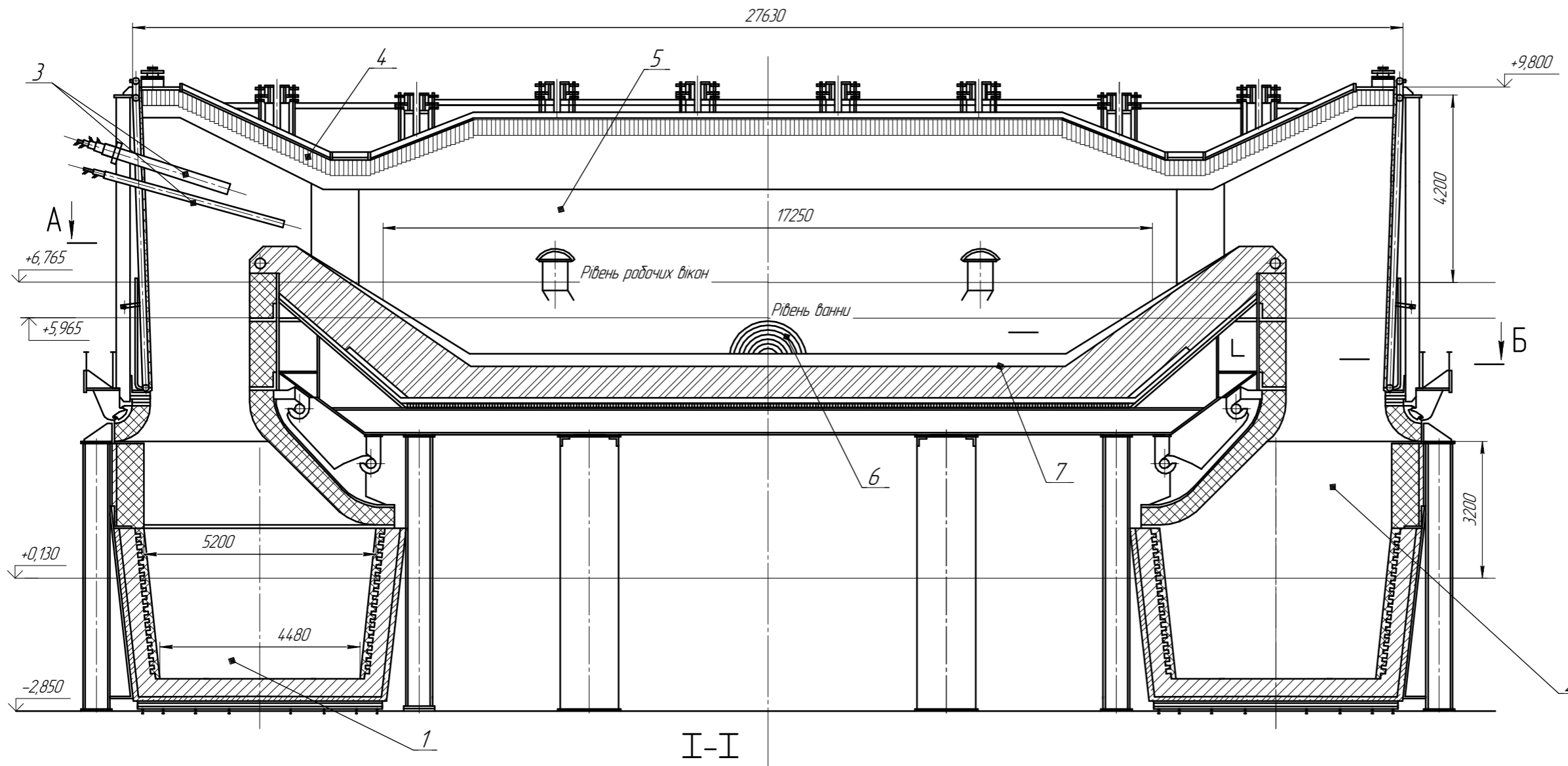
| Найменування | Позначення |
|--------------|----------------------------|
| ДМ | Рухомі механізми |
| ИИ | Впромінювання інфрачервоне |
| ТВ | Тепловиділення |
| ЭО | Електронезбезпека |
| В | Вібрація |
| ГВ | Газовиділення |
| Ш | Шум |

| Поз. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|------------------------|------|----------|
| 1 | Міксер | 2 | |
| 2 | Заливальний кран | 2 | |
| 3 | Мульдозабвальна машина | 1 | |
| 4 | Мартенівська піч | 9 | |
| 5 | Разливальний кран | 2 | |
| 6 | Разлив в виливниці | 1 | |

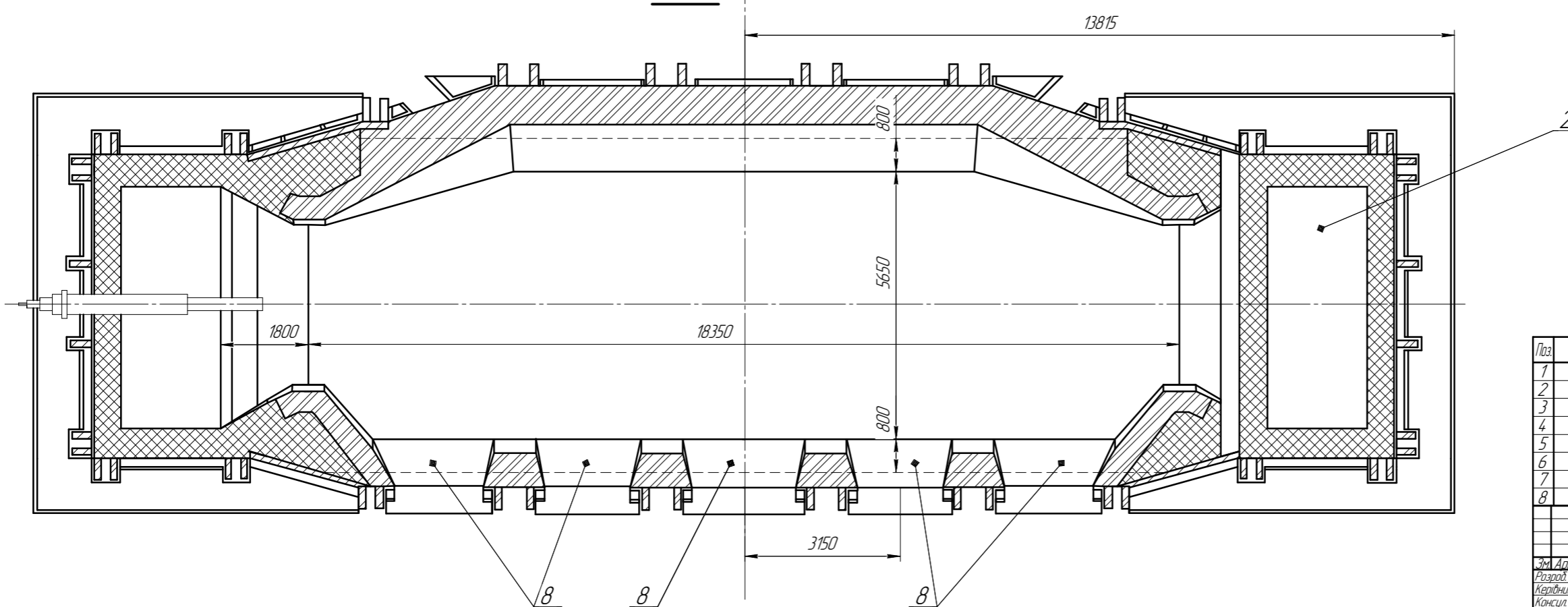
| ФБЦІ.Д.180249.200 СХ | | | | Лист | Маса | Маштаб |
|----------------------|----------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Зм. Арк. | № док. | Підп. | Штамп | Лист 2 | Маштаб | 9 |
| Розроб. | Чудаченко О.І. | | | Лист 2 | Маштаб | 9 |
| Керівник | Рижак В.Г. | | | Лист 2 | Маштаб | 9 |
| Консульт. | Рижак В.Г. | | | Лист 2 | Маштаб | 9 |
| Начальник | Рижак В.Г. | | | Лист 2 | Маштаб | 9 |
| Затв. | Коханяк Г.Б. | | | Лист 2 | Маштаб | 9 |

Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху

Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. ІІБ-18-17д



I-I

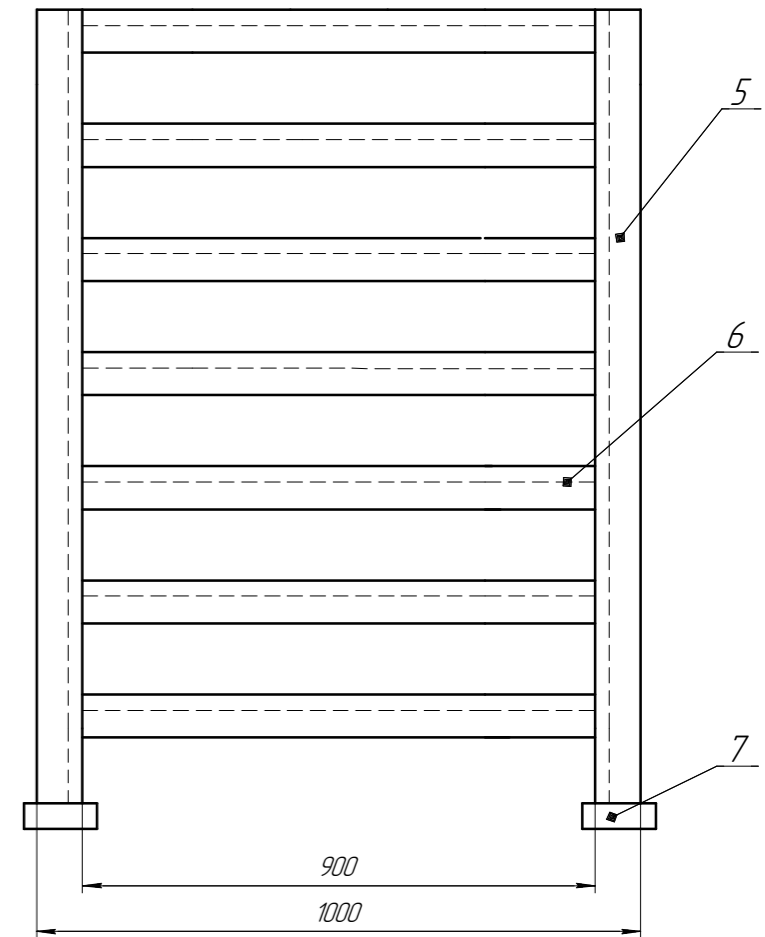
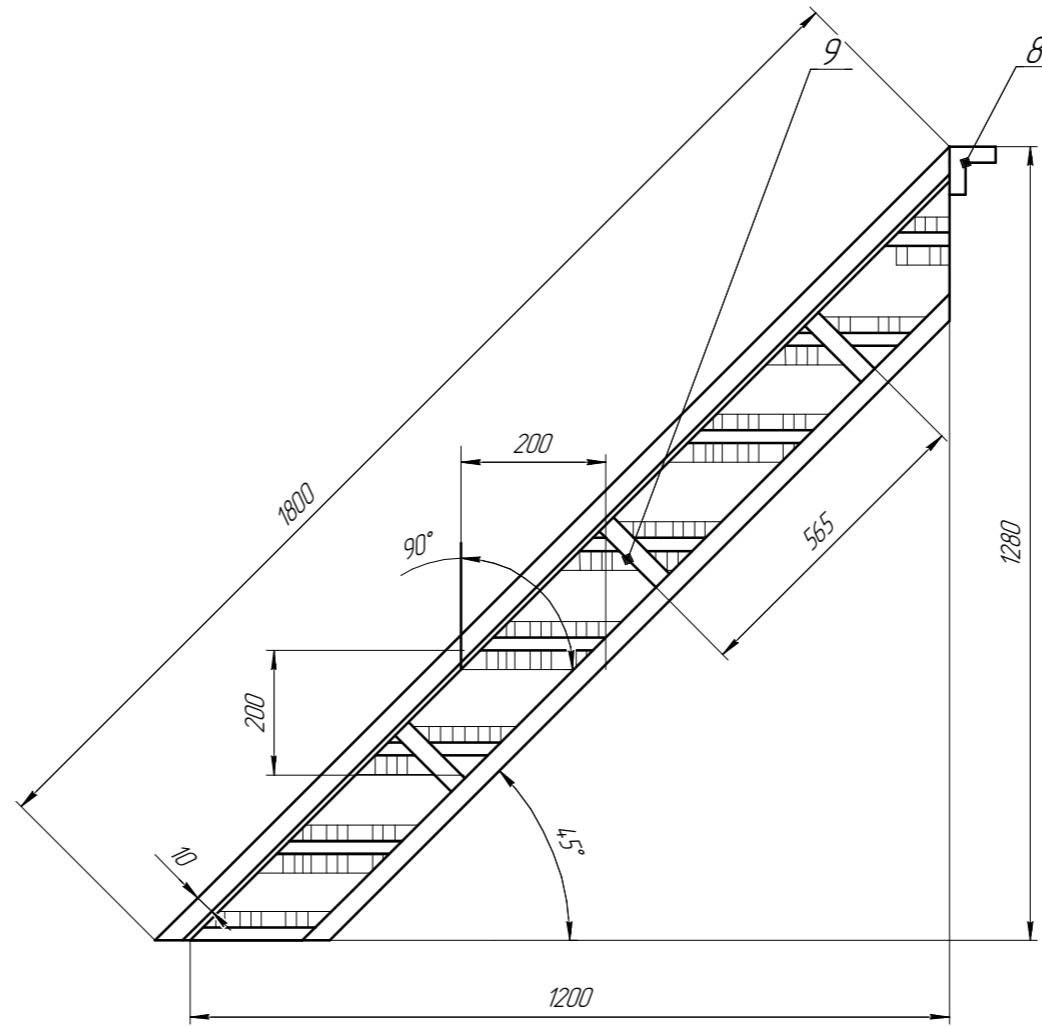
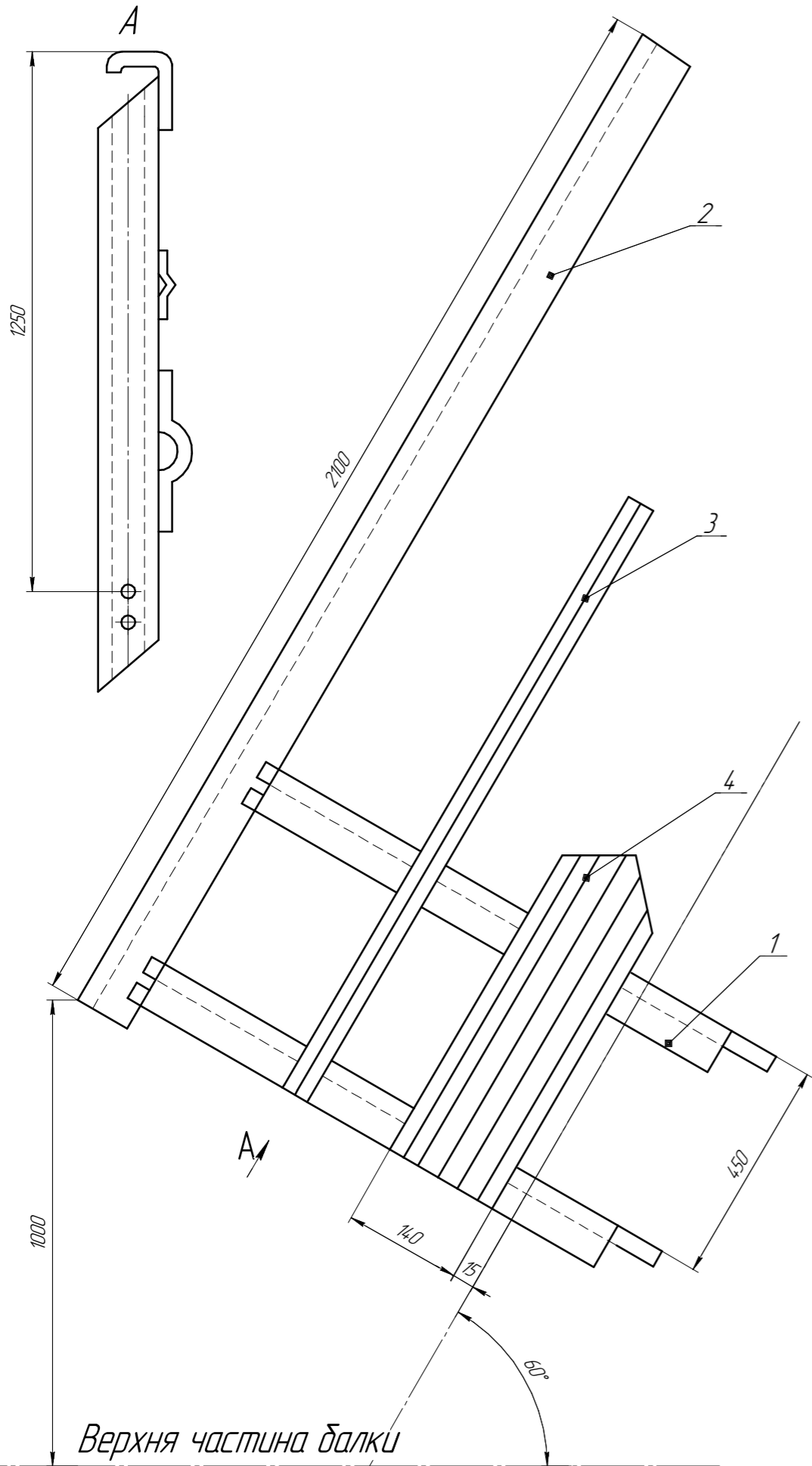


II-II

| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-------------------|----------------------|------|----------|
| 1 | ФБЦ.Д.18024.9.301 | Шлаковики | 2 | |
| 2 | ФБЦ.Д.18024.9.302 | Вертикальні канали | 2 | |
| 3 | ФБЦ.Д.18024.9.303 | Пальники | 4 | |
| 4 | ФБЦ.Д.18024.9.304 | Склепіння | 1 | |
| 5 | ФБЦ.Д.18024.9.305 | Робочий простір | 1 | |
| 6 | ФБЦ.Д.18024.9.306 | Сталевипускний отвір | 1 | |
| 7 | ФБЦ.Д.18024.9.307 | Під | 1 | |
| 8 | ФБЦ.Д.18024.9.308 | Завальні вікна | 5 | |

ФБЦ.Д.18024.9.300.ЗВ

| | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------|-------|--|------------------|--------|--------|
| Зм. Арх. | № док. | Підп. | Штаб. | Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху | Лист | Маса | Маштаб |
| Розроб. | Чаданенко О.І. | | | | д | н | 1:75 |
| Керівник | Рижков В.Г. | | | | Лист з | Листів | 9 |
| Консульт. | Рижков В.Г. | | | | Мартенівська піч | | |
| Начальник | Рижков В.Г. | | | Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ | | | |
| Затв. | Кожухович Г.Б. | | | каб. ПЕОП зр. 116-18-1м2 | | | |



| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-------------------|------------------------------|------|----------|
| 1 | ФБЦ.Д.18024.9.401 | Стійка | 1 | |
| 2 | ФБЦ.Д.18024.9.402 | Поручень | 1 | |
| 3 | ФБЦ.Д.18024.9.403 | Середній елемент огородження | 1 | |
| 4 | ФБЦ.Д.18024.9.404 | Бортовий елемент | 1 | |
| 5 | ФБЦ.Д.18024.9.405 | Косоур | 1 | |
| 6 | ФБЦ.Д.18024.9.406 | Сходишка | 1 | |
| 7 | ФБЦ.Д.18024.9.407 | Опорна планка | 1 | |
| 8 | ФБЦ.Д.18024.9.408 | Опирний кутяк | 1 | |
| 9 | ФБЦ.Д.18024.9.409 | Редра | 1 | |

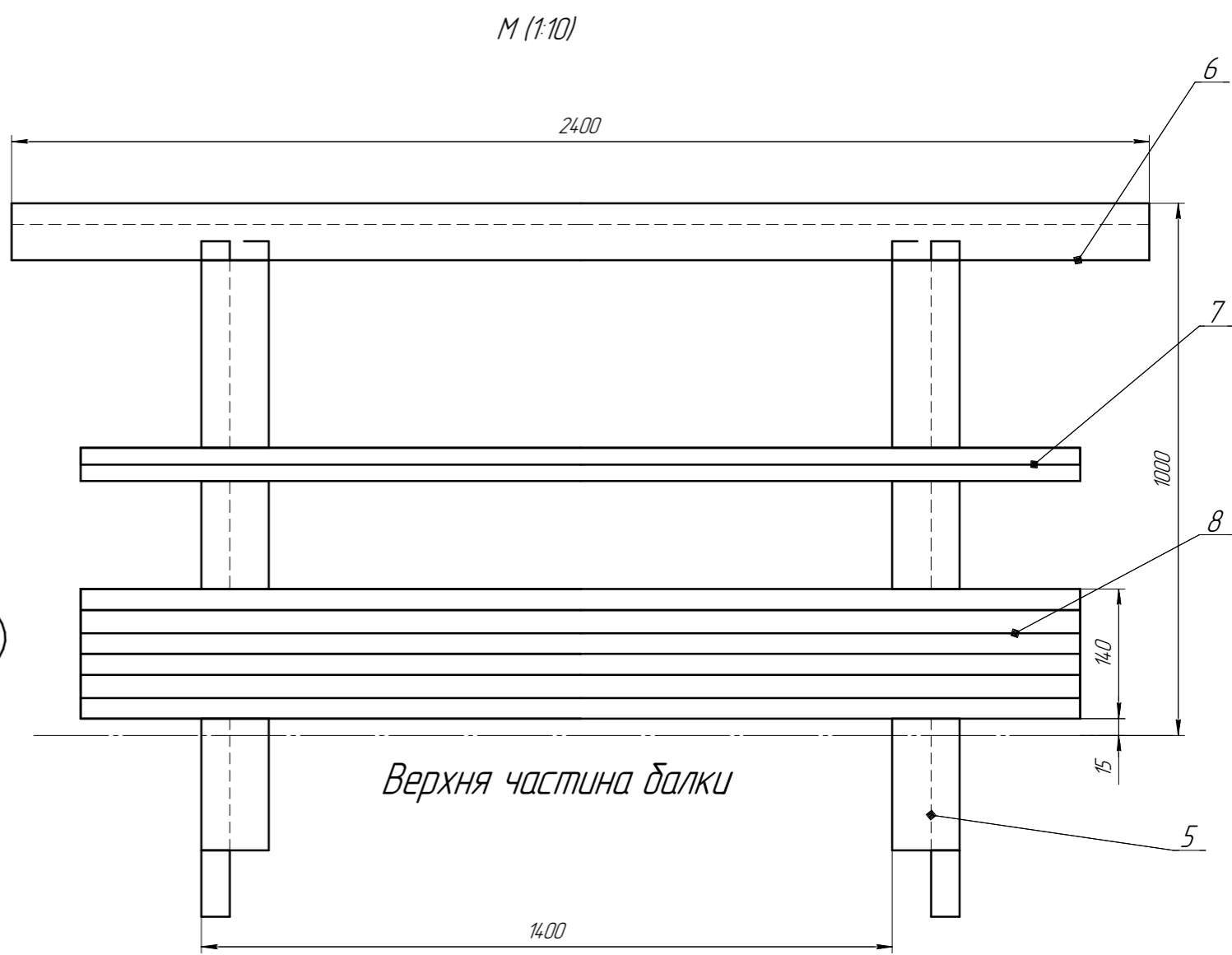
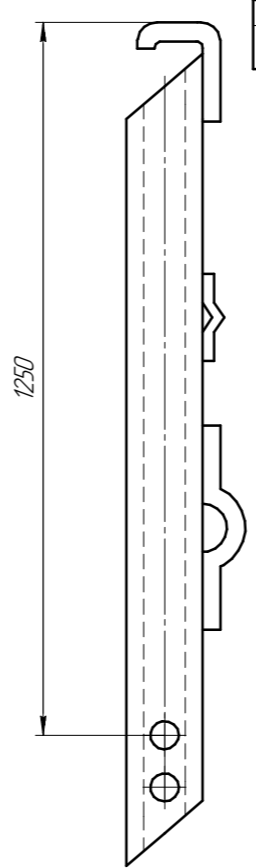
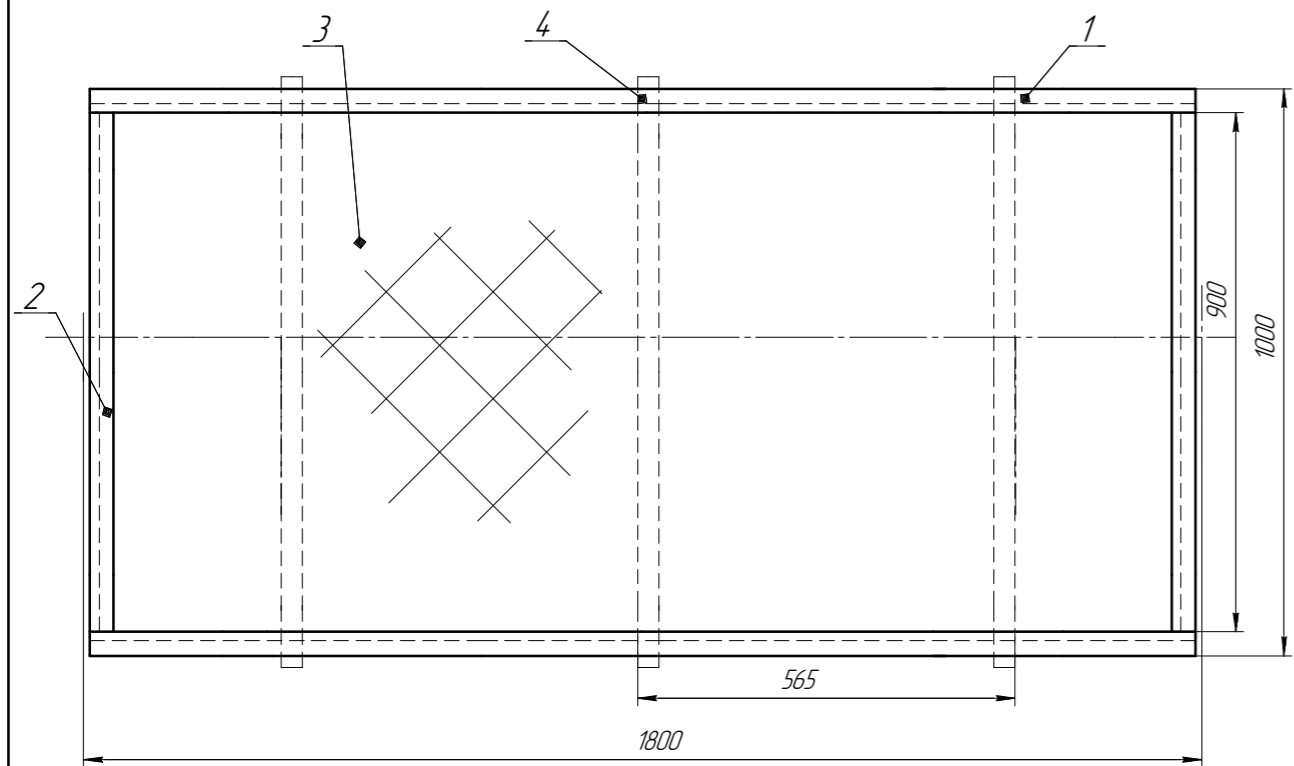
ФБЦ.Д.18024.9.400 ЗВ

| Зм. Арк. | № док. | Підп. | Дата | Лист | Масштаб |
|----------|----------------|-------|------|------|---------|
| Розроб. | Чудаченко О.І. | | | 4 | 1:40 |
| Керівник | Рижков В.Г. | | | 9 | |
| Консил. | Рижков В.Г. | | | | |
| Начальн. | Рижков В.Г. | | | | |
| Затв. | Кожухович Г.Б. | | | | |

Розробка заходів з охорони праці у розливному пральні мартенівського цеху

Сходи у розливному пральні

Верхня частина балки



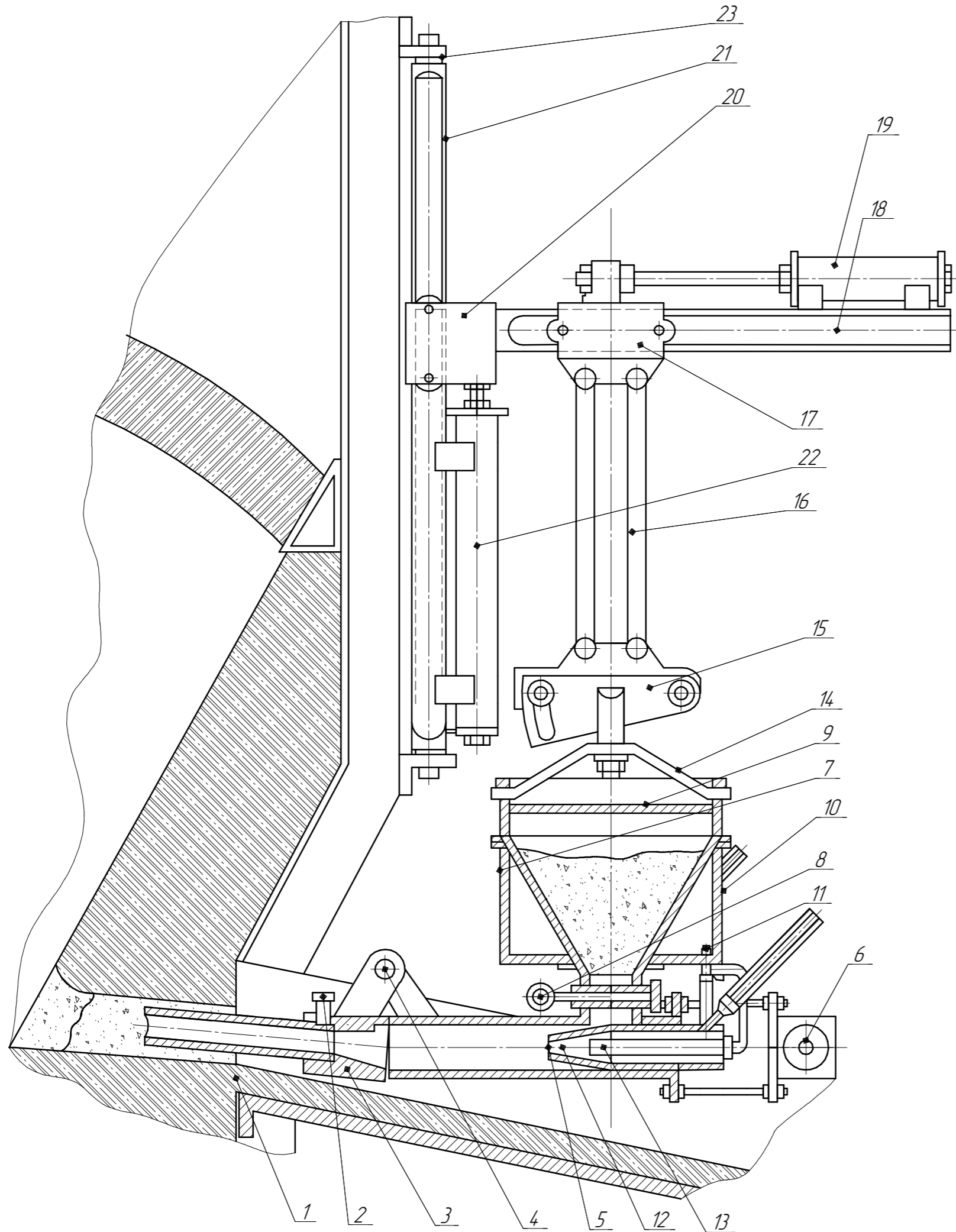
| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-------------------|-----------------------------|------|----------|
| 1 | ФБЦ.Д.18024.9.501 | Балка | 1 | |
| 2 | ФБЦ.Д.18024.9.502 | Окантовка | 1 | |
| 3 | ФБЦ.Д.18024.9.503 | Настил | 1 | |
| 4 | ФБЦ.Д.18024.9.504 | Редра | 1 | |
| 5 | ФБЦ.Д.18024.9.505 | Стійка | 1 | |
| 6 | ФБЦ.Д.18024.9.506 | Поручень | 1 | |
| 7 | ФБЦ.Д.18024.9.507 | Середній елемент огороження | 1 | |
| 8 | ФБЦ.Д.18024.9.508 | Бартовий елемент | 1 | |

| ФБЦ.Д.18024.9.500.ЗВ | | | | |
|----------------------|------|----------------|-------|------|
| Зм. | Арк. | № док. | Підп. | Дата |
| Розроб. | | Чудаченко О.І. | | |
| Керівник | | Рижков В.Г. | | |
| Консил. | | Рижков В.Г. | | |
| Начальн. | | Рижков В.Г. | | |
| Затв. | | Кожухович Г.Б. | | |

| Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху | | | Лист | Маса | Маштаб |
|--|--------|---|------|------|--------|
| Лист 5 | Листів | 9 | | | 15 |

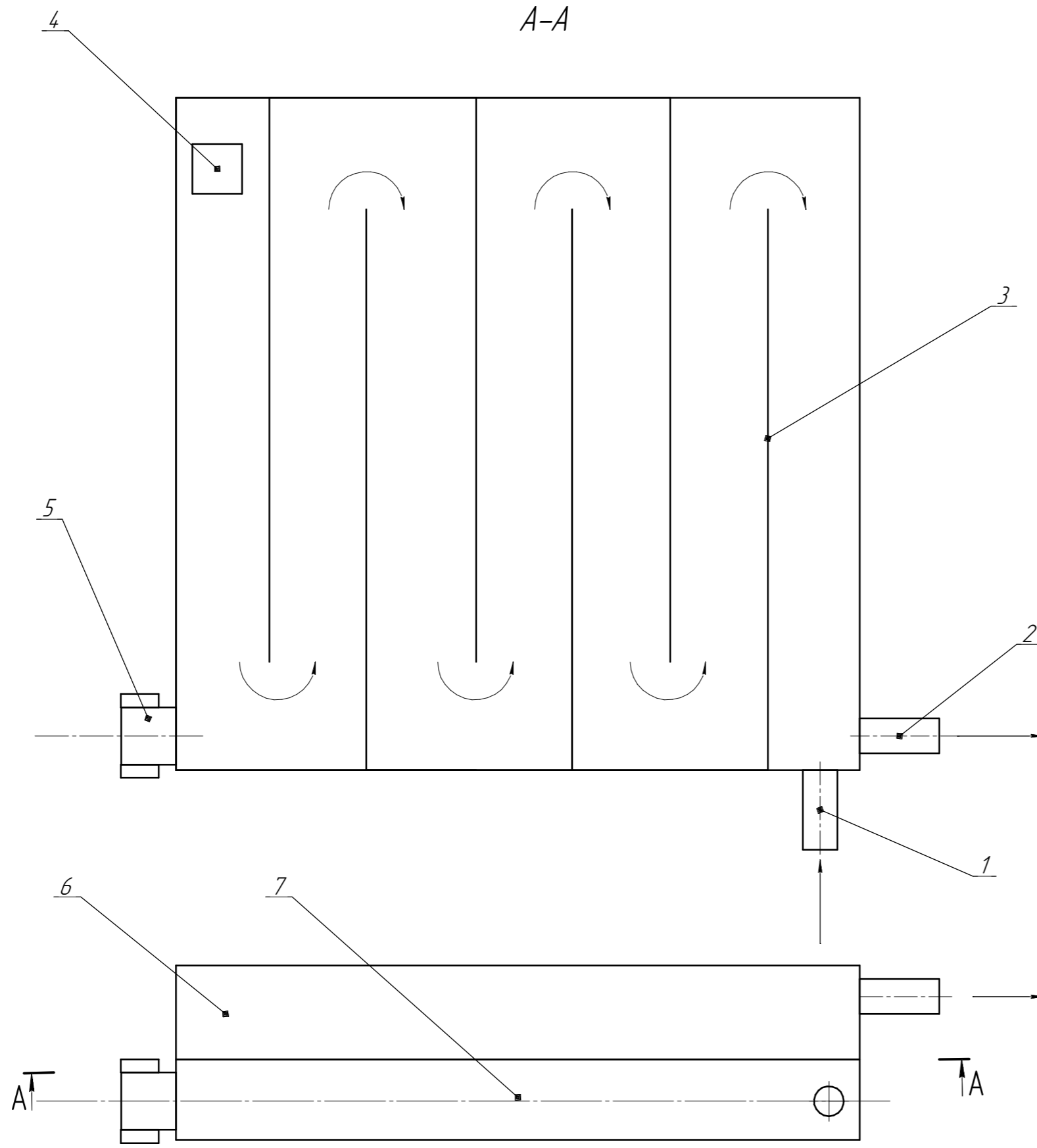
Схема робочого майданчика
Огороження робочого майданчика

Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. 116-18-117



| Поз. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|------------------------|------|----------|
| 1 | Пробійник | 1 | |
| 2 | Балт | 1 | |
| 3 | Втулка | 1 | |
| 4 | Шарнір | 1 | |
| 5 | Зволожувач | 1 | |
| 6 | Пневмовібратор | 1 | |
| 7 | Воранкоподібний бункер | 1 | |
| 8 | Засувка | 1 | |
| 9 | Сітка | 1 | |
| 10 | Циліндричний бак | 1 | |
| 11 | Мембранний клапан | 1 | |
| 12 | Повітряне сопло | 1 | |
| 13 | Сопло для води | 1 | |
| 14 | Дужка | 1 | |
| 15 | Шарнір | 1 | |
| 16 | Важель | 1 | |
| 17 | Каретка | 1 | |
| 18 | Консольна балка | 1 | |
| 19 | Пнеumoциліндр | 1 | |
| 20 | Каретка | 1 | |
| 21 | Вертикальна балка | 1 | |
| 22 | Пнеumoциліндр | 1 | |
| 23 | Підшипник | 1 | |

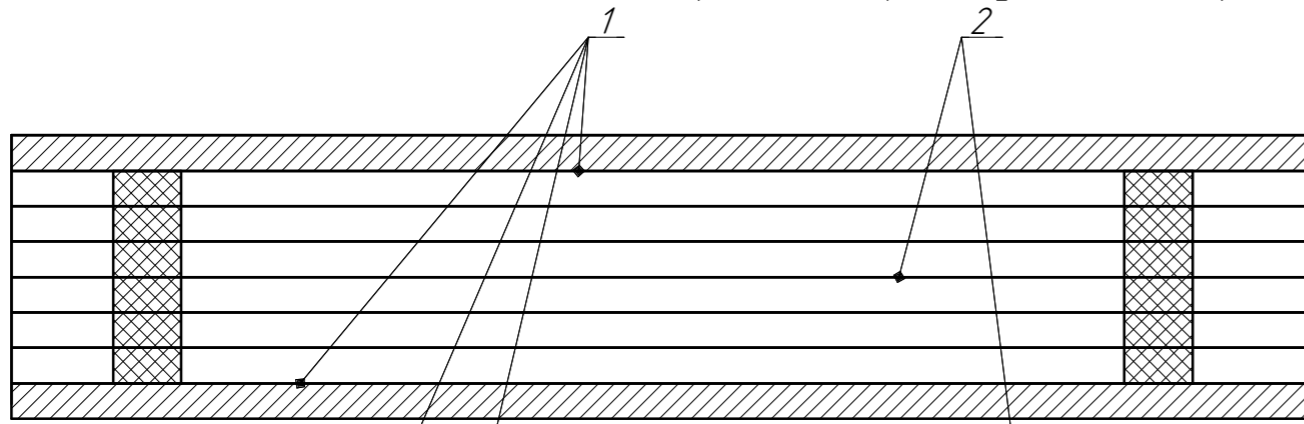
| | | | | ФБЦ.Д.18024.9.600 СХ | | |
|-----------|----------------|-------|-------|---|--------|----------|
| Зм. Арк. | № док. | Підп. | Штамп | Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху | Лист 6 | Листів 9 |
| Розроб. | Чудаченко О.І. | | | Пристрій для заправки і розкриття сталеливничного отвару мартенівської печі | Лист | Маса |
| Керівник | Рижков В.Г. | | д | | н | Маштаб |
| Консульт. | Рижков В.Г. | | | | | |
| Начальник | Рижков В.Г. | | | | | |
| Затв. | Кожухович Г.Б. | | | | | |



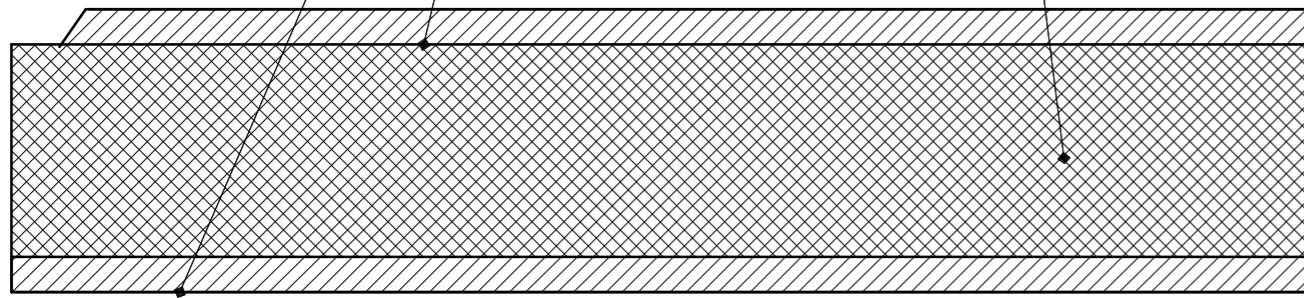
| Поз. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-------------------------------------|------|----------|
| 1 | Підведення води | 1 | |
| 2 | Стік води | 1 | |
| 3 | Перегородки | 1 | |
| 4 | Переливне вікно | 1 | |
| 5 | Труба з водою для промивання екрану | 1 | |
| 6 | Парожнина з перегородками | 1 | |
| 7 | Парожнина без перегородок | 1 | |

| ФБЦ.Д. 180249.700 СХ | | | | Лист | Маса | Маштаб |
|----------------------|----------------|-------|------|------------------------------|--------|----------|
| Зм. Арк. | № док. | Підп. | Дата | Розробка заходів з | д | н |
| Розроб. | Чудаченко О.І. | | | охорони праці у розливному | Лист 7 | Листів 9 |
| Керівник | Рижков В.Г. | | | прольоті мартенівського цеху | | |
| Консульт. | Рижков В.Г. | | | | | |
| Начальн. | Рижков В.Г. | | | Міністерство освіти і | | |
| Затв. | Коханяк Г.Б. | | | науки України, ІІ ЗНУ, | | |
| | | | | каф. ПЕОТ, гр. 116-18-1м2 | | |

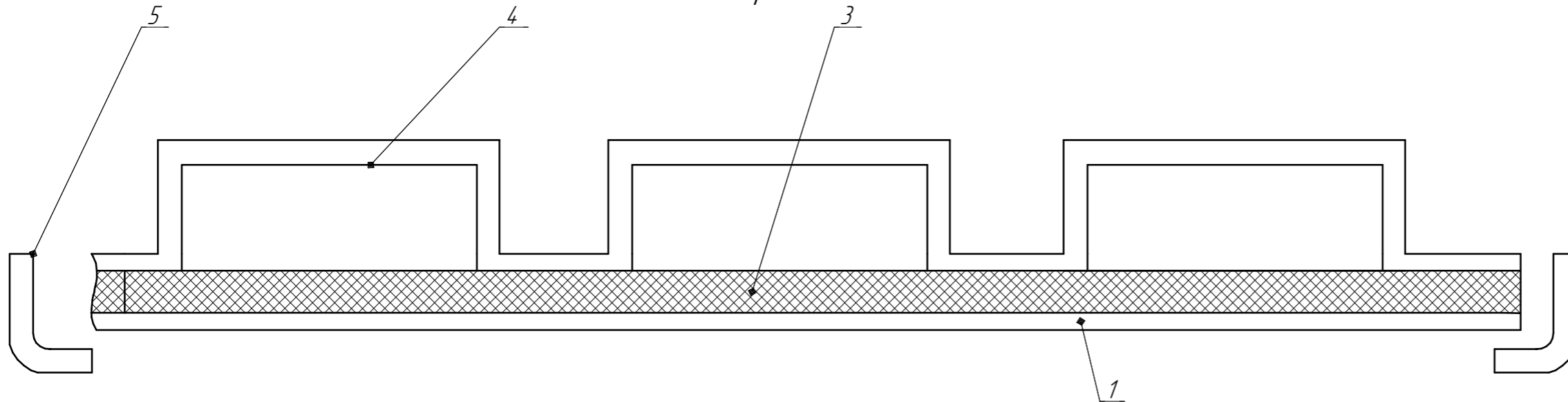
Екран з альфолю, укладеного рядами в повітряних прошарках



Екран зі зім'ятого альфолю в повітряних прошарках



Комбінований екран



| Поз. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|------|-----------------------------------|------|----------|
| 1 | Металевий лист | 1 | |
| 2 | Шар альфолю | 1 | |
| 3 | Шар з теплоізоляційного матеріалу | 1 | |
| 4 | Профільований алюмінієвий лист | 1 | |
| 5 | Рамка | 1 | |

| ФБЦ.Д.180249.800 СХ | | | | Лист | Маса | Маштаб | |
|---------------------|----------------|-------|-------|--|--|--------|-----|
| Зм. Арк. | № док. | Підп. | Штук. | Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху | д | н | 140 |
| Розроб. | Чудаченко О.Г. | | | | Лист в | Листів | 9 |
| Керівник | Рижко В.Г. | | | | Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. ІІБ-18-147 | | |
| Консил. | Рижко В.Г. | | | | | | |
| Начальн. | Рижко В.Г. | | | | | | |
| Затв. | Кожухови Г.Б. | | | | | | |

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ТА ЗАСОБІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ У РОЗЛИВНОМУ ПРОЛЬОТІ МАРТЕНІВСЬКОГО ЦЕХУ

| НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА | ОДИНИЦЯ ВИМІРУ | ВЕЛИЧИНА |
|--|-------------------|----------|
| ОДНОРАЗОВІ ВИТРАТИ НА ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ | ГРН. | 350 000 |
| ДОДАТКОВІ ПОТОЧНІ ВИТРАТИ В РІК | ГРН. | 10 000 |
| ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ | ДНІ | 326,7 |
| ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ОДНОГО ПРАЦІВНИКА | ДН./РОБ. | 0,324 |
| ПРИРІСТ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ | % | 0,141 |
| ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ | ГРН. | 40 472,6 |
| РІЧНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ | ГРН. | 80379 |
| ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ | РОКІВ | 2,63 |
| ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ | ГРН./ГРН.РІК. | 0,38 |

| | | | | | | | | |
|----------|----------------|-------|------|--|--|----------|--------|--|
| | | | | ФБЦ/Д.18024.9.900 ТБ | | | | |
| Зм. Акт | № док.м. | Підп. | Дата | Розробка заходів з охорони праці у розливному прольоті мартенівського цеху | Лист | Маса | Маштаб | |
| Розроб. | Чабаненко О.І. | | | | д | н | | |
| Керівник | Рижков В.Г. | | | | Лист 9 | Листів 9 | | |
| Консил. | Рижков В.Г. | | | | Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 116-18-192 | | | |
| Начальн. | Рижков В.Г. | | | Основні техніко-економічні показники | | | | |
| Затв. | Корчак Г.Б. | | | | | | | |