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

кафедра прикладної екології та охорони праці

Кваліфікаційна робота
бакалавра

на тему Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

Виконав: студентка 5 курсу, групи ЦБ-17бз
Спеціальності 263 Цивільна безпека
освітньої програми Охорона праці
спеціалізації
Г. О. Колесник
Керівник доцент, к.т.н. Манідіна Є.А.
Рецензент професор, доц., д.т.н. Куріс Ю.В.

м. Запоріжжя
2022

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

Кафедра прикладної екології та охорони праці
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)
Спеціальність 263 Цивільна безпека
Освітня програма Охорона праці

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач
кафедри
«12» травня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ

Колесник Ганна Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

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

(затверджені наказом вищого навчального закладу від
«____»_____20___року №_____

2 Строк подання студентом роботи _____13.05.2022 р._____

3 Вихідні дані до роботи кількість однованних мартенівських печей 7 шт; кількість двованних мартенівських печей 2 шт; садка однованної печі – 250 т; садка двованної печі – 500 т; довжина цеху, L = 500 м; ширина приміщення цеху, B = 50 м; висота до підкранових балок, м, $H_б$ = 21; висота до аераційного ліхтаря, $H_л$ = 34 м; середня висота приміщення, H = 27 м; температура припливного повітря, tпр= 27°С; температура повітря робочої зони, °С, tр = 38; градієнт температури по висоті приміщення, К/м, k= 1.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз виробництва сталі в мартенівських печах з точки зору безпеки праці; Зниження теплового навантаження на робітників; Електробезпека та пожежобезпека в мартенівському виробництві

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): апаратурно-технологічна схема, план цеху, аераційний ліхтар, розріз цеха, кабіна кранового машиниста

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Манідіна Є.А., доц. каф. ПЕОП	04.04.2022	21.04.2022
2	Манідіна Є.А., доц. каф. ПЕОП	12.04.2022	25.04.2022
3	Манідіна Є.А., доц. каф. ПЕОП	25.04.2022	13.05.2022

7 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз виробництва сталі в мартенівських печах з точки зору безпеки праці	04.04.-21.04.2022	виконано
2	Зниження теплового навантаження на робітників	12.04.-25.04.2022	виконано
3	Електробезпека та пожежобезпека в мартенівському виробництві	25.04.-13.05.2022	виконано

Студент _____ (підпис) Г.О. Колесник

Керівник роботи _____ (підпис) Є.А. Манідіна

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ (підпис) К.В. Бєлоконь

АНОТАЦІЯ

Колесник Г.О. Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 263 Цивільна безпека освітньо-професійної програми Охорона праці, науковий керівник Є.А. Манідіна. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. М.Ю. Потебні, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2022.

Проаналізовано рівень травматизму на підприємствах України за період 2016-2021 р.р. Визначені основні причини виникнення нещасних випадків на робочих місцях. На прикладі мартенівського цеху проаналізовано виробництво сталі з точки зору виникнення шкідливих та небезпечних факторів. Запропоновані заходи та запроєктовані засоби з охорони праці, що покращують умови праці в мартенівському цеху.

Ключові слова: чорна металургія, рівень травматизму, мартенівське виробництво, умови праці, безпека виробництва, теплові надлишки, аерація, теплозахисний екран

ABSTRACT

Kolesnik G.O. Monitoring Of Working Conditions And Development Of Labor Protection Measures For Employees Of Ferrous Metallurgy Enterprises.

Qualification work for a bachelor's degree in the specialty 263 Civil Security of the educational-professional program Labor protection, supervisor Ye.A. Manidina. Zaporizhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after M.Yu. Potebny, Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2022.

The main causes of accidents at work have been identified. The production of steel is analyzed on the example of open-hearth shop from the point of view of occurrence of harmful and dangerous factors. Proposed measures and designed means of labor protection that improve working conditions in the open-hearth shop.

Keywords: ferrous metallurgy, level of injuries, open-hearth production, working conditions, production safety, thermal surplus, aeration, heat shield

ЗМІСТ

ВСТУП 3
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ В МАРТЕНІВСЬКИХ ПЕЧАХ З ТОЧКИ ЗОРУ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ 5
1.1 Рівень травматизму на підприємствах чорної металургії 5
1.2 Структура мартенівського цеху 12
1.3 Технологія плавлення сталі в мартенівській печі 15
1.4 Улаштування мартенівської печі 19
1.5 Безпека технології мартенівського виробництва та обладнання 23
1.6 Висновки до розділу 30
2 ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБІТНИКІВ 31
2.1 Визначення джерел надлишкових тепловиділень та інфрачервоної радіації в мартенівському виробництві 31
2.2 Характеристика мікроклімату приміщення мартенівського виробництва 32
2.3 Розрахунок аерації мартенівського цеху 34
2.4 Визначення небезпечних зон в приміщені мартенівського цеху 44
2.5 Проєктування теплозахисного екрану біля сталерозливного жолобу .. 47
2.6 Розрахунок теплоізоляції кабіни машиніста розливного крану 51
2.7 Розрахунок кондиціонування кабіни кранового машиніста 55
2.8 Висновки до розділу 59
3 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ТА ПОЖЕЖОБЕЗПЕКА В МАРТЕНІВСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ 61
3.1 Дослідження електробезпеки мартенівського виробництва 61
3.2 Дослідження пожежобезпеки мартенівського виробництва 62
3.3 Висновки до розділу 65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 68

ВСТУП

Сьогоднішній день характеризується широким впровадженням напівавтоматичного та автоматичного машинного виробництва з програмно керованими безпечними технологічними процесами. Це призводить до спрощення енергетичної функції організму в системах «людина-машина». Це полегшує роботу співробітників компанії та робить умови їх роботи більш комфортними. Таким чином, роль людини зводиться до управління та контролю машин і процесів. Завданням охорони праці та безпеки праці є усунення небезпек при роботі на обладнанні, а також створення нового обладнання та обладнання для підвищення безпеки праці. Завданням виробничої гігієни є створення і підтримка нешкідливих і безпечних умов праці на робочому місці, а також оптимальної гігієни у виробничому середовищі. Безпека виробничого обладнання в мартенівському цеху забезпечується правильним підбором принципу дії та кінематичної схеми, застосуванням засобів механізації та автоматизації; використання спеціальних засобів захисту; дотримання вимог ергономічної безпеки та технічної документації.

Основними металургійними цехами є: агломераційне, доменне, мартенівське, сталепрокатне виробництво. Сьогодні лише три країни все ще використовують мартенівське виробництво сталі: Україна, росія та Індія.

Загальновідомо використання мартенівського методу плавки сталі, де є можливість або необхідність переробки великої кількості металобрухту для отримання високоякісної сталі. Мартенівськи цехи є частиною виробничого циклу, і майже всі роботи, що виконуються там, є роботами з підвищеним ризиком. Тому слід приділяти пильну увагу питанням охорони праці при мартенівському виробництві сталі. Відсутність належної охорони праці призведе до різкого падіння виробництва, оскільки це стосується використання робочої сили.

Незадовільні умови праці, недотримання правил безпеки призводять до виникнення нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві, що в свою чергу призводить до погіршення техніко-економічних показників виробництва.

Об’єктом дослідження є виробництво сталі в мартенівських печах.

Предмет дослідження – шкідливі та небезпечні фактори виробництва сталі в мартенівських печах.

Метою кваліфікаційної роботи є встановлення основних причин виникнення нещасних випадків і професійних захворювань на підприємствах чорної металургії та розробка заходів з охорони праці.

Для реалізації поставленої мети необхідно розв’язати наступні завдання:

1. Оцінити рівень травматизму на підприємствах металургійної галузі промисловості;

2. Провести моніторинг умов праці в мартенівському виробництві;

3. Розробити заходи та засоби поліпшення умов праці;

4. Проаналізувати стан електробезпеки та пожежобезпеки в мартенівському виробництві.

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ В МАРТЕНІВСЬКИХ ПЕЧАХ З ТОЧКИ ЗОРУ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

1.1 Рівень травматизму на підприємствах чорної металургії

З огляду на динамічне зростання виробництва українських підприємств останнім часом зменшилася кількість аварій. За даними Українського фонду соціального страхування [1-5], зменшилася кількість смертоносних шахтарів в агропромислових комплексах, житлово-комунальному господарстві, соціально-культурних сферах, видобутку нафти і газу. У сферах транспорту, будівництва, машинобудування, енергетики, металургії тощо зростання смертельних травм неможливо зупинити [1,5]. За даними Міжнародної організації праці [1-5], щорічно у світі реєструється 270 мільйонів випадків виробничого травматизму та 160 мільйонів випадків професійних захворювань. Щорічно в результаті промислової діяльності близько 2 мільйонів людей отримують смертельні травми. За даними Фонду соціального страхування України за 2019 рік, на обліку з травматизму на виробництві перебуває 4394 особи. Це на 411 осіб менше, ніж у 2018 році. При цьому кількість загиблих і травмованих у 2019 році зросла на 60 з 2018 року до 410 (рис. 1.1). Встановлено, що 72,9% постраждалих працівників були чоловіками [1,3]. Серед причин нещасних випадків на виробництві у 2018 році переважали організаційні нещасні випадки, які становили майже 67% усіх зареєстрованих нещасних випадків. До організаційних причин нещасного випадку належать: недотримання правил охорони праці, невиконання службових обов’язків, порушення правил безпеки дорожнього руху та технологічних процесів. Близько 21% були психологічними причинами нещасних випадків і 12,3% – технічними. За даними Фонду соціального страхування, найбільшу кількість травм у 2018 році отримали працівники віком від 50 до 59 років (1262, або 26,3% від загальної кількості травм в Україні у 2018 році). У 2017 році агентством з питань праці Управління соціального страхування України зареєстровано 4965

постраждалих від роботи. З них 332 померли. У 2017 році зафіксовано зменшення кількості смертельно травмованих осіб порівняно з 2016 роком на 8,8% (32 випадки). Водночас, загальна кількість нещасних випадків на виробництві зросла на 4,2% (199 випадків).

У 2017 році агентством з питань праці Управління соціального страхування України зареєстровано 4965 постраждалих від роботи. З них 332 померли. У порівнянні з 2016 роком (32 випадки) кількість померлих у 2017 році зменшилася на 8,8%. При цьому загальна кількість нещасних випадків на виробництві зросла на 4,2% (199). У 2017 році рівень виробничого травматизму був розподілений нерівномірно: 74% постраждалих від виробничого травматизму становили чоловіки (3674), 26% – жінки (1291). За віковим розподілом найбільш уразливими у 2017 році були працівники віком від 50 до 59 років (25,6%). За статистикою, кількість травмованих у 2015 році становила 4260, що менше, ніж у 2016 році (рис. 1.2, табл. 1.2). Згідно з даними, наведеними на рис. 1.1-1.2, найбільш постраждалими секторами економіки є видобуток корисних копалин. Аварійність тут становить 18,9% (936 постраждалих, з них 31 загинув). Найбільше загиблих зафіксовано у транспортно-логістичному секторі: 65 постраждалих із 487.

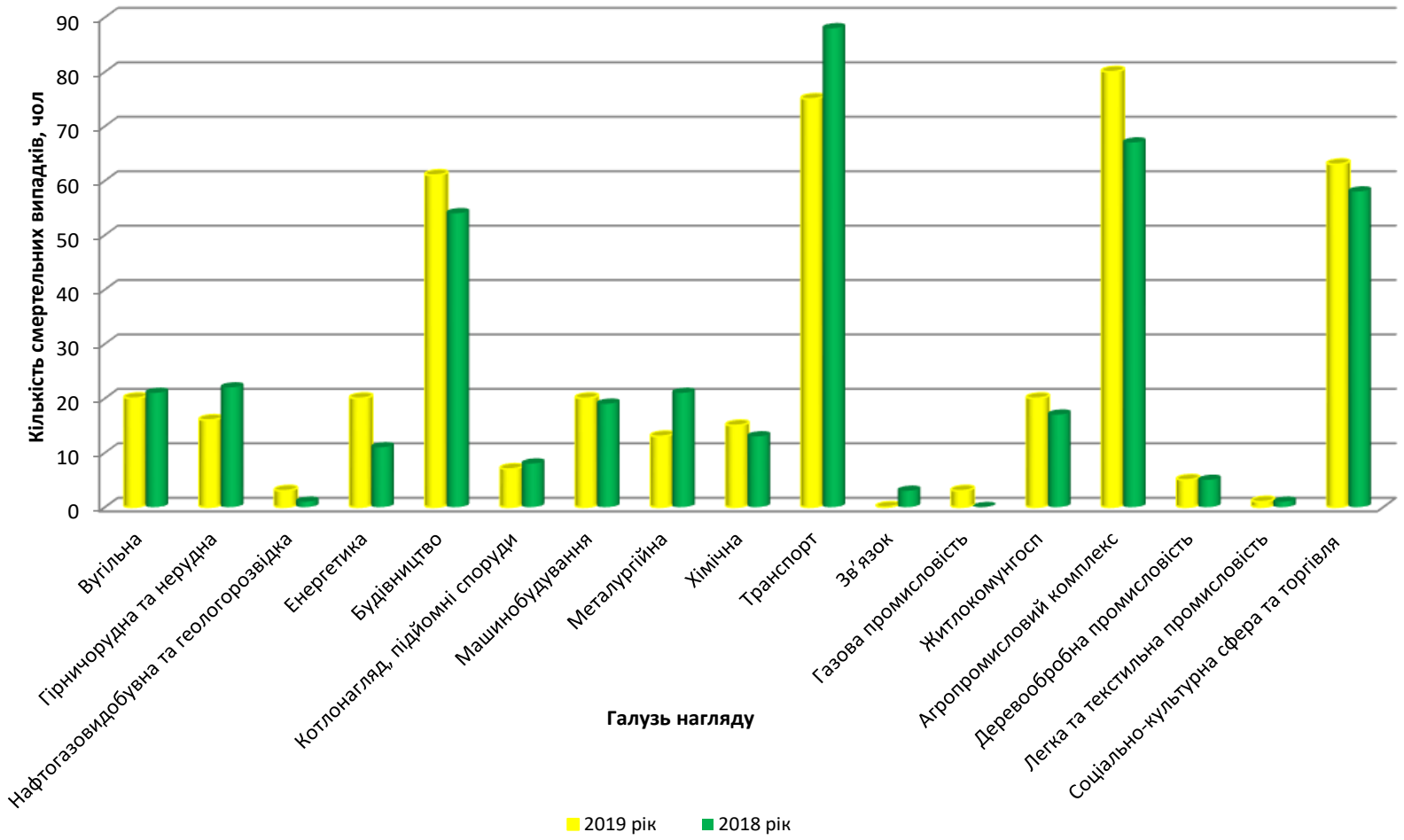


Рисунок 1.1 – Динаміка смертельних випадків травматизму за 2018-2019 роки

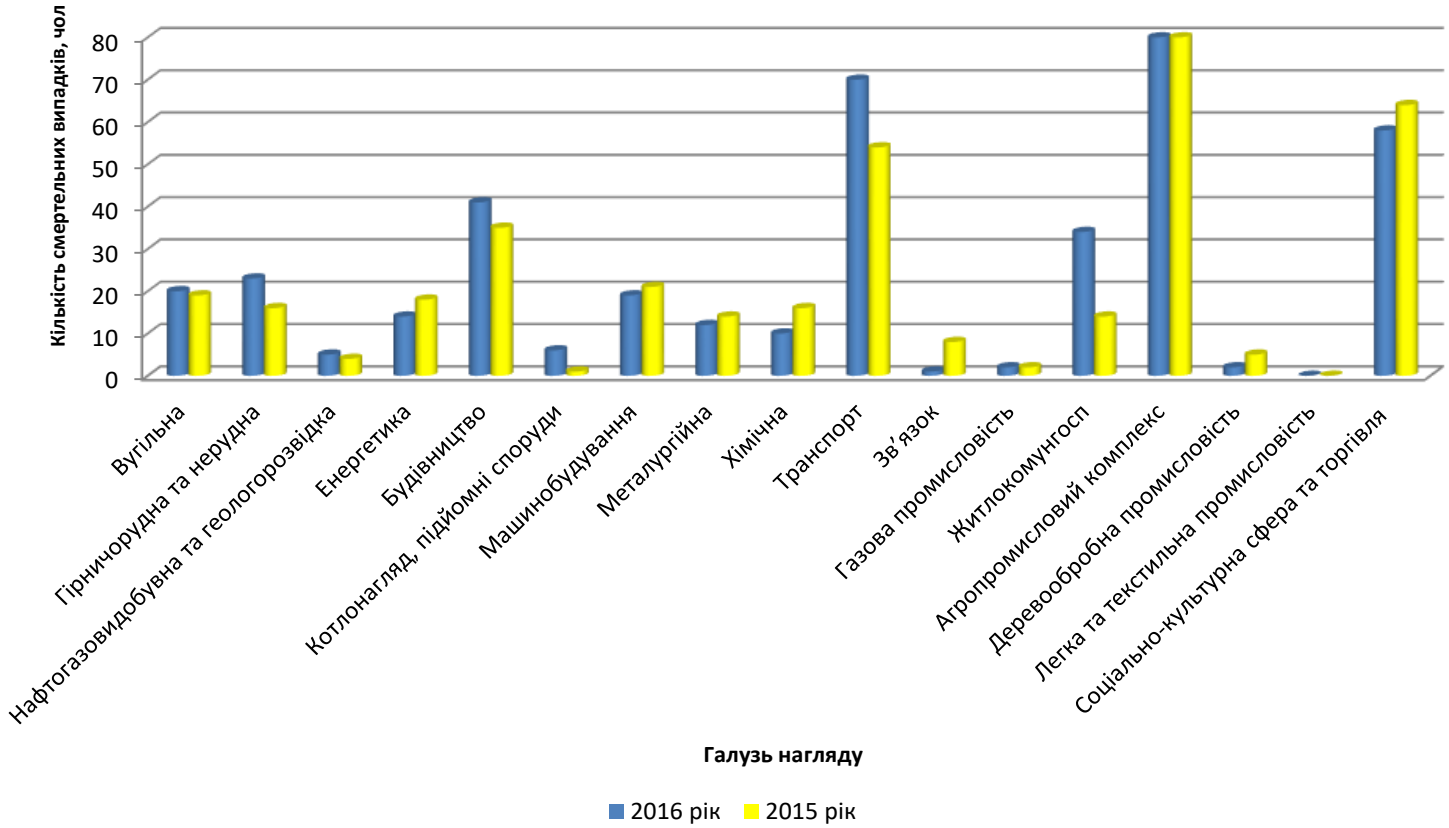


Рисунок 1.2 – Динаміка смертельних випадків травматизму за 2015-2016 роки

Підводячи підсумок, у 2017-2019 роках зменшилась кількість травматизму технічних процесів, але водночас зросла кількість смертельних травм. Відповідно до запровадження фонду соціального страхування, оскільки основна причина виробничого травматизму є організованою, слід приділити увагу розвитку системи управління безпекою промислових підприємств. Небезпека є невід'ємною частиною будь-якого явища, процесу, виробництва. Хоча в металургійній промисловості спостерігається зниження травматизму та аварій, її захворюваність залишається високою, про що свідчить статистика нещасних випадків та виробничого травматизму [1]. в таблиці. На рисунку 1.1 показано розподіл аварій за сферами регулювання у 2021 році. Як бачимо з рисунка 1.3 та табл. 1.1.

Зміни в розподілі постраждалих у сфері економічної діяльності.

У 2021 році найбільша кількість травматизму спостерігалась у галузі охорони здоров’я та гірничодобувної промисловості (2020 та 2019 роки – транспорт та агропромисловий комплекси). У 2021 році металургійна галузь буде займати 6 місце за кількістю травмованих (150) і 9 місце за кількістю загиблих (6). Відомо, що мають місце порушення дисципліни (трудової, виробничої), вимог охорони праці під час експлуатації обладнання та машин, доступ до роботи без навчання та перевірки знань з охорони праці, відсутність або недосконаліть систем управління охороною праці, недосконаліть організації виробництва, та керівництва підприємства та низький рівень відповідальності працівників за охорону праці.

Таблиця 1.1 – Кількість нещасних випадків (кількість потерпілих) за 9 місяців 2021 року

№ п/п	Галузь економіки підприємств, де стався нещасний випадок *	Кількість складених актів		У відсотках до загальної кількості	
		Всього	в т. ч. смертельно	Всього	в т. ч. смертельно
1	2	3	4	5	6
Всього по Україні		**9 861**	**424**	**100,0**	**4,3**
В тому числі:					
1	Охорона здоров'я	**7 270**	203	**73,7**	2,1
2	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	**493**	23	**5,0**	0,2
3	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	**305**	31	**3,1**	0,3
4	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	**190**	19	**1,9**	0,2
5	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	**181**	35	**1,8**	0,4
6	Металургійне виробництво, виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування	**150**	6	**1,5**	0,1
7	Будівництво	**149**	34	**1,5**	0,3
8	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	**132**	4	**1,3**	0,04
9	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	**127**	11	**1,3**	0,1
10	Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	**117**	7	**1,2**	0,1
11	Освіта	**74**	3	**0,8**	0,03
12	Виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність	**67**	7	**0,7**	0,1
13	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	**67**	7	**0,7**	0,1
14	Виробництво машин і устаткування	**64**	1	**0,6**	0,01
15	Виробництво гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції	**63**	7	**0,6**	0,1
16	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	**59**	7	**0,6**	0,1
17	Інші види переробної промисловості, ремонт і монтаж машин і устаткування	**51**	3	**0,5**	0,03
18	Виробництво транспортних засобів	**43**	2	**0,4**	0,02
19	Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	**36**	2	**0,4**	0,02

На рис. 1.2 наведені основні події виникнення нещасних випадків.

Згідно рис.1.2 найбільше відбувається травмування в наслідок падіння потерпілого – 930 чоловік, дії предметів та деталей, які рухоються – 533 чоловік, падіння потерпілого з висоти – 369 людини.

Рисунок 1.3 – Події, що призвели до нещасних випадків

На рис. 1.4 наведені причини нещасних випадків на виробництві:

- організаційні причини – 66,8 %;
- психофізіологічні причини – 18,4 %;
- технічні причини – 11,9 %;
- техногенні, природні, екологічні та соціальні причини– 0,7 %.

У 2021 році рік кількість нещасних випадків, до яких призвела експлуатація обладнання, устаткування, машин та механізмів складає 23,8 % від загальної кількості.

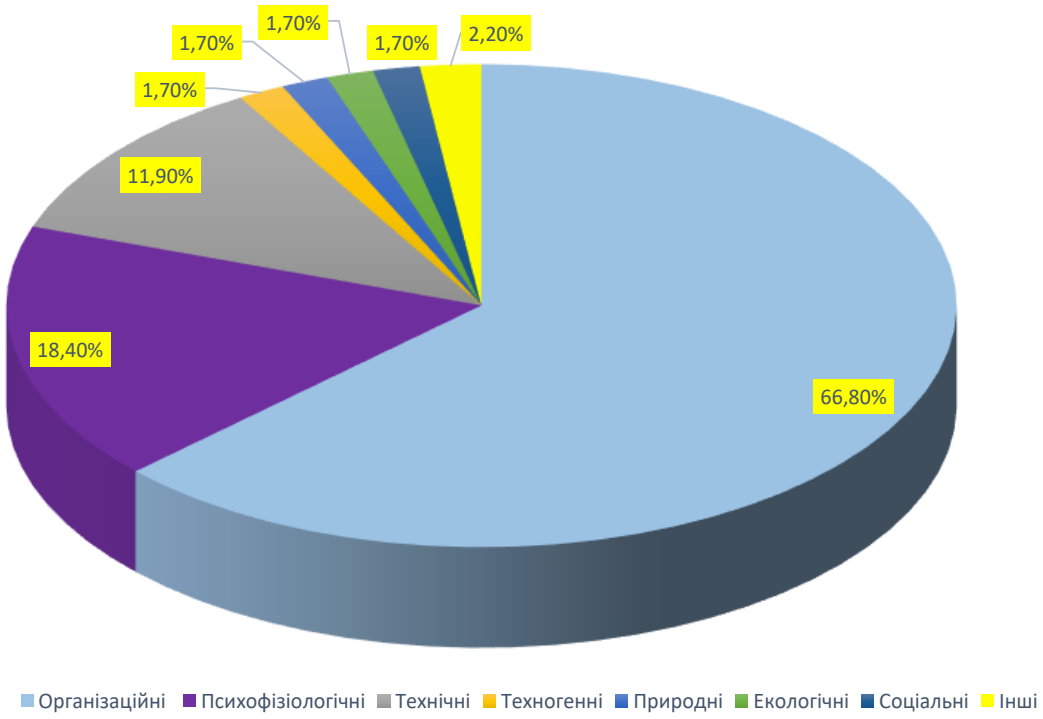


Рисунок 1.4 – Основні виникнення травмування на виробництві

На сьогодні в металургійному виробництві відбувається інтенсифікація виробництва, широке впровадження новітніх технологій, обладнання, машин, матеріалів, що відповідно веде до розширення переліку шкідливих чинників. Але ще досить значна кількість робітників у металургійній промисловості працює в незадовільних умовах праці – більше 52 %. Металургійні підприємства належать до галузей, де більшість робочих місць(до 80%) мають складні та шкідливі умови праці.

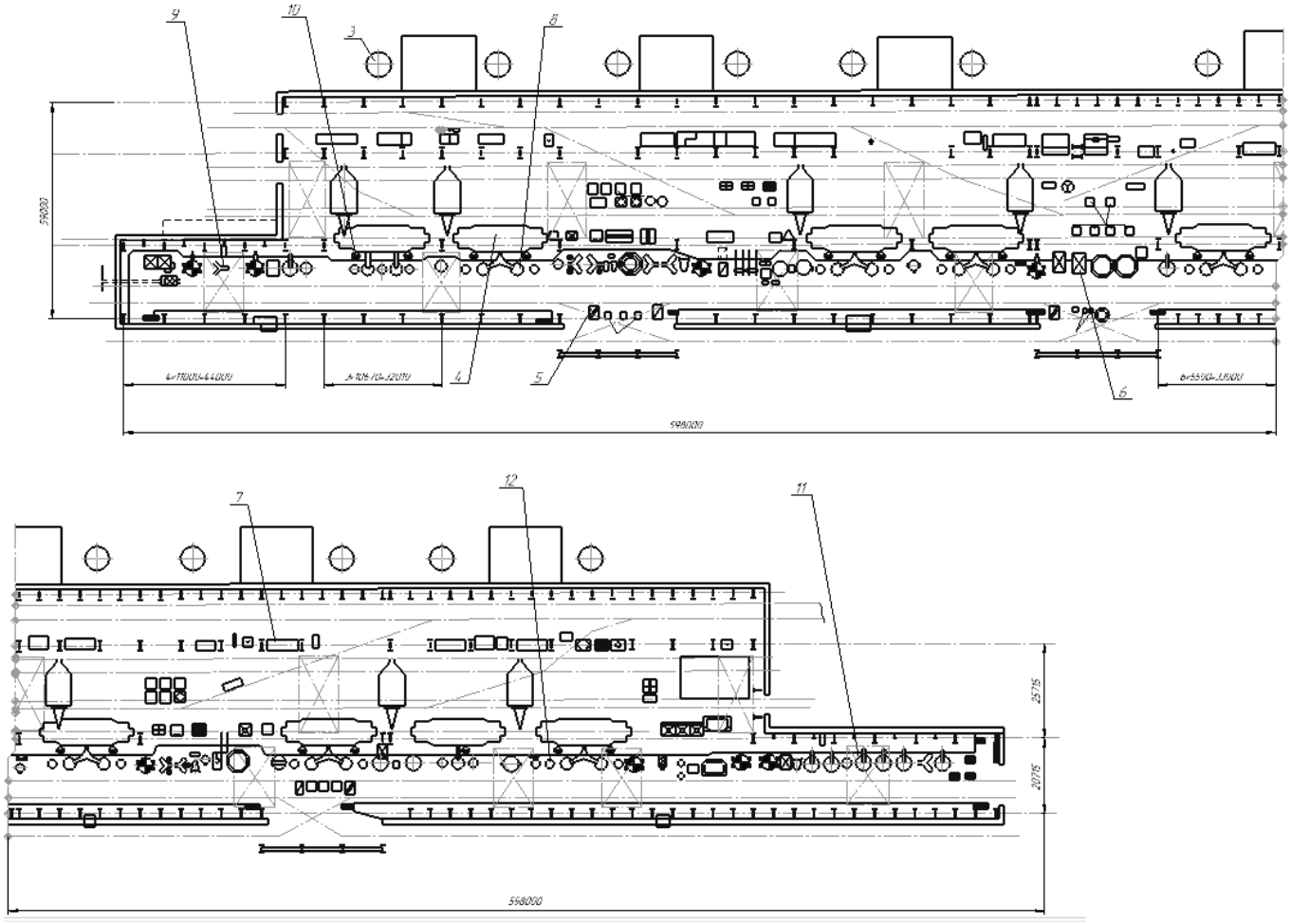
1.2 Структура мартенівського цеху

Планування, технічне оснащення мартенівського цеху залежить від продуктивності цеху, виробничого призначення цеху, виду завантаження, обраного процесу та прийнятного технологічного потоку. Технологічний процес визначається способом подачі, буває двох видів: а) рейковий корм; б) крановий корм. Сучасне планування мартенівських цехів у різних країнах здійснюється переважно за рахунок першої категорії, тобто на

основі залізничного постачання шихти. Схема сучасної мартенівської майстерні показана на малюнку. 1.5. Основний корпус сучасного мартенівського цеху складається з завантажувального, топкового та переливного прольоту. Тверді заряди збирають у корита на зарядному дворі і кладуть на візки. Щільна складальна композиція подається в зарядний проліт на рейках. Із завантажувального прольоту потяг із прорізом передається по коліях до прольоту печі на шляху перед топкою.

Завантажену форму виймають з візка стволом нижньої плити розливної машини, заносять у піч, заливають матеріалом, а порожню форму ставлять на місце на платформі. Розливна машина обслуговує дві або три печі. Він не тільки завантажує тверду шихту в марте, але й переміщує інгредієнти разом із шихтою та пустотами. Чавун із змішувача роздають у чавунні відра. Електровози транспортують їх до вогнища, по спеціальному шляху вздовж колон, зарядного прольоту. Для заливки чавуну в топку ковш вивантажують з рами мостовим краном поперек прольоту, піднімають на відповідну піч, а чавун заливають у піч через заливну щілину, встановлену в робочому вікні.

Проліт печі оснащений завантажувальним краном 125/35 т, а для нових цехів великої потужності понад 500 т, оскільки в цих цехах використовуються чавунні бочки 125-140 т, проектна вантажопідйомність крана-розливу становить 180 т.



1 – кімната відпочинку розливальників; 2 – розливальна площадка; 3 – димова труба; 4 – мартенівська піч; 5 – грейфер; 6 – консольний кран; 7 – пост керування; 8 – сталерозливний ківш; 9 – сталевипускний розливний жолоб; 10 - бункер-дозатор для розкислювачів; 11 – сушка ковшу; 12 – чаша для зливу шлаку з печі

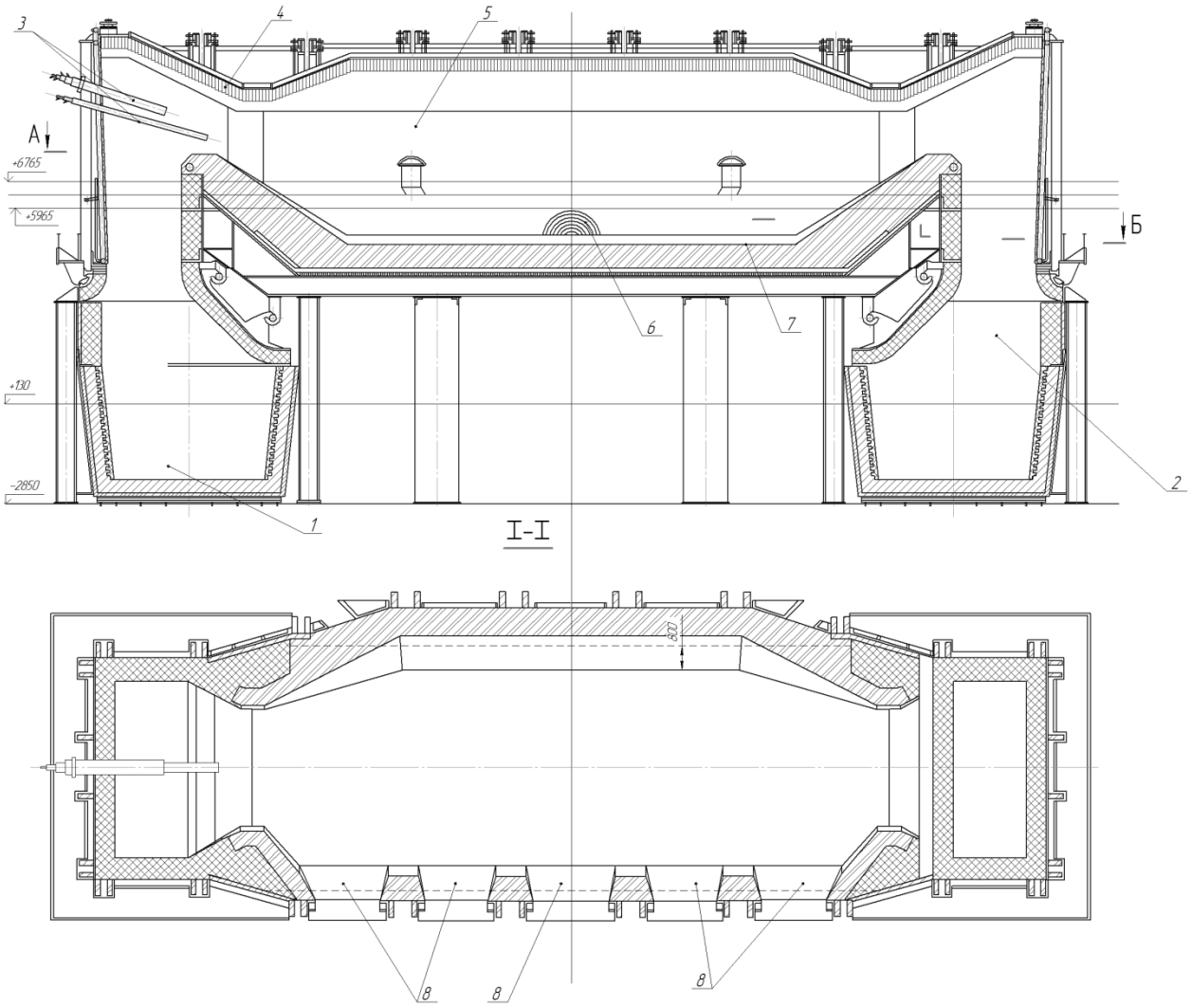
Рисунок 1.4 – План мартенівського цеху

Готова сталь випускається в одному або двох жолобах, у двох відрах, на спеціальних опорах. Після випуску сталеві барабани мостовими сталевими кранами передаються на сталеплавильний комбінат, де сталь розливається у форми, які встановлюються на візки. Переливний проміжок мартенівської майстерні великої потужності обладнано горизонтальним краном 350 тонн і допоміжною підйомною піччю 75/15 тонн. Композиція злитка в кристалізаторі передається в секцію обрізки зливків. Після виймання композицію з гарячим зливком направляють в нагрівальний колодязь прокатного стану. Утилізаційний котел з одного боку зарядного прольоту безпосередньо примикає до основної будівлі цеху.

В мартенівському цеху є двір виливниць, який призначено для постачання виливниць у розливний проліт цеху. Будівлі двору виливниць може бути однопрогінним або двопрогінним. У дворі розміщено крани вантажопідйомністю 15 - 25 т.

1.3 Технологія плавлення сталі в мартенівській печі

Виплавка сталі в мартенівському цеху відбувається у печі. На рис. 1.5 та рис. 1.6 наведено загальний вигляд мартенівської печ. У піч завантажують шихту (чавун, скрап, металевий лом), яка плавиться під впливом факелу палива, що спалюється поступово [23].



1 – шлаковики; 2 – вертикальні канали; 3 – пальники; 4 – склепіння; 5 – робочий простір; 6 – сталевипускний отвір; 7 – під; 8 – звалочні вікна

Рисунок 1.5 – Загальний виглід мартенівської печі

Після плавлення у ванну вводяться різні добавки для отримання металу потрібного складу. Потім готовий метал відпускають і скидають. Температура металу в печі не повинна бути нижче 1600°С. Усі печі використовують кисень для покращення виробництва сталі. Обігрів вогнища здійснюється природним газом. Виплавка сталі - низько- та середньовуглецевої, низьколегованої, структурної та звичайної якості. Сталь розливають у злитки масою до 20 тонн, з яких виготовляють прокат. Сталь виробляється шляхом переробки відходів руди на рідкому чавуні.

Рисунок 1.6 –Мартенівська піч

Суть процесу виплавлення сталі полягає у зниженні вмісту вуглецю, кремнію та марганцю в сплаві до певної величини. Мартенівську плавку можна розділити на кілька періодів: зміна печі; перезарядка; плавка шихти; кип’яча ванна, стимулятор; виробництво металу. Основні джерела неметалевих включень: шихта, механічна дія металу на вогнетривку кладку печі, взаємодія металу зі шлаком або розкислювачем, введеним у метал. При кипінні у ванні бульбашки CO піднімаються вгору, захоплюючи неметалічні включення, прискорюючи процес їх збільшення та підйому [23]. Після досягнення заданої концентрації вуглецю у ванну вводять розкислювач для зменшення розчиненого в металі оксиду заліза. Сталь випускається в ковш (рис. 1.7) і заливається в металеву форму (рис. 1.8).

Рисунок 1.7 – Розливний ківш

Рисунок 1.8 – Розливка сталі в виливниці

Сталеві злитки, що утворюються після затвердіння металу далі направляють у прокатне виробництво, де їх піддаються обробці тиском.

1.4 Улаштування мартенівської печі

Мартен (рис. 1.9) складається з двох основних частин: верхньої конструкції, що включає робочий простір і головку пальника, і нижньої конструкції, що включає шлак, відкидні крісла, обладнання для кондиціонування, регенератори та газопровод. подана коротко описана нижче (рис. 1.9) . З правого боку печі надходить паливо і повітря, а в ліву – продукти згоряння. Після проходження через попередньо нагріту форсунку і регенератор повітря нагрівається до 1000-1200 ℃ і в розігрітому стані надходить у піч через головку машини. При згорянні палива утворюється факел з температурою 1700-1900°С. Процес згоряння палива і виробництва сталі відбувається в робочому просторі мартенівської камери [6]. Основа робочого простору розташована під топкою, а верхній робочий простір обмежений основним склепінням, торцевою і поздовжньою сторонами - передньою і задньою стінками. Накопичення розплаву та шлаку відбувається у ванні, що утворена подом печі спільно з поперечними і поздовжніми укосами [23].

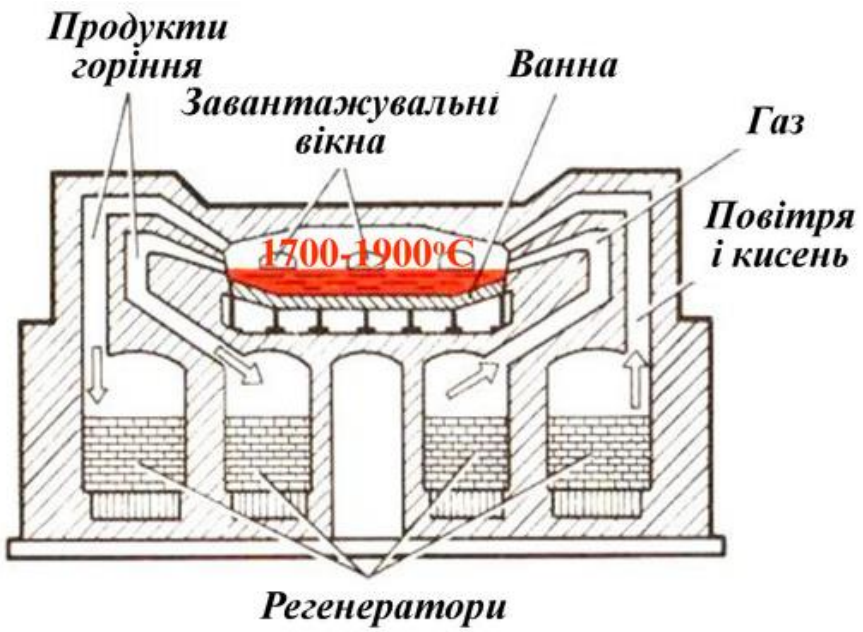


Рисунок 1.9 – Схема роботи мартенівської печі

Передня стінка печі звернена до робочого місця, де відбуваються всі операції, пов’язані з процесом виробництва сталі. Для завантаження печі та її обслуговування в передній стінці заливного вікна та в основі стінки передбачені отвори для спускання шлаку в процесі плавлення. Задня стінка топки має ухил для кращої стійкості до шлакової ерозії та кращого утримання заправного матеріалу. У нижній частині задньої стінки в нижньому дні навпроти середнього вікна є вихідний отвір [6,7].

Технологічний хід мартенівської плавки складається з кількох етапів: заправка печі, завантаження, завантаження чавуну, плавлення шихти, закінчення плавки, розкислення, легування та випуск.

Під час процесу плавки часто шлак негативно впливає на передню і задню стінки, що стикаються зі шлаком, і укоси печі, тому необхідний профілактичний ремонт.

За допомогою заправних машин на ці місця накидається заправний матеріал (доломіт або магнезит). Ця операція проводиться в обов'язковому порядку після кожної плавки. Операція заправлення печі залежно від стану подини, розмірів печі та умов проведення операції триває від 10 до 30 хв [6].

Завалювання шихти. Постачання металошихти та сипучих матеріалів здійснюється зі стандартних складів. Для печі ємністю 500 тонн заливка відбувається на трьох складах. При обдуванні ванни киснем шихту заповнюють у такому порядку: на дно насипають світлий лом, потім вапняк, мішки, обрізки і «козлики», нарізані плити та злитки. Рівномірно розлийте начинку по ванночці.

Завантаження всіх зарядів повинно здійснюватися при максимальному тепловому навантаженні якомога швидше без зниження температури в камері печі нижче 1500°C. Для забезпечення швидкого лиття чавуну з подальшим енергійним реакційним потоком і випаданням шлаку в розплавлену ванну необхідно примусово нагрівати шихту без сплутування і локального плавлення. Попередній підігрів вважається завершеним, невелике осідання шихти, легке оплавлення країв і зникнення плям на поверхні брухту.

Чавун. Відливання чавуну здійснюється «під факел» через два жолоби, встановлені в крайніх заливних вікнах. Вся необхідна для заливання кількість чавуну подається до печі одночасно.

Електричний заряд плавиться. Після повного вивантаження чавуну в топку ванну продувають киснем. На початку продування кисневу фурму обережно опускали, щоб уникнути пошкодження. Коли заряд тане, а рівень басейну падає, гармату опускають ще нижче. Під час продування вихідний патрубок головки фурми знаходиться на 50-100 мм нижче рівня шлакової металевої частини. Падіння починається через 10-15 хвилин після того, як весь чавун у шлаку відкачується. Своєчасне видалення шлаку є найважливішою умовою отримання шлаку необхідної основності при плавці, максимального видалення сірки і фосфору з металу і мінімізації втрат заліза зі шлаком, що узгоджується з трьома. Оптимальна тривалість спуску шлаку – 30-40 хвилин. Знижується поріг проходження шлаку через проміжне заливне вікно.

Після закінчення плавки (при «насиченні» ванни розплаву) за 20-30 хв до повного плавлення відбирають попередню пробу металу для визначення вмісту вуглецю та сірки. Якщо випробування показують, що вміст вуглецю в розплаві нижче встановленої межі для даної марки сталі, допускається додавання рідкого чавуну в кількості, яка не перевантажує піч і сталевий барабан (до 5% маси). клітки) [23].

Відмітними ознаками плавки розплавленої ванни є відсутність локального кипіння на її поверхні, наявність активного рідкого шлаку потрібної лужності та нагрівання металу до температур 1540-1570°С. Товщина шару шлаку, що залишається в печі перед плавленням, знаходиться в межах 60-100 мм. Після повного розплавлення ванни зразки металу і шлаку видаляють. Визначення вмісту вуглецю, марганцю, сірки, фосфору і, при необхідності, нікелю, хрому і міді в пробах металів; у пробах шлаку - оксидів заліза і лужності.

Доведення плавлення. Операцію енергійного кипіння ванної рідини за рахунок закладки залізної руди або очищення часто називають «поліруванням».

У міру вивантаження шлаку з басейну розплаву відбувається видалення фосфору, а за рахунок насадження вапна в процесі полірування поступово утворюється високолужний розплавлений шлак, і температура розплавленої ванни підвищується. Це створює сприятливі умови для десульфурації.

Крім того, для поліпшення умов видалення сірки і фосфору з металу при чистовій обробці кількість шлаку необхідно зменшити не менше ніж на 1/4 барабана.

Мета періоду чистого кипіння – нагріти метал до необхідної температури, щоб під час розкислення довести метал і шлак до необхідного складу. У печах, де ванна продувається киснем, настання періоду чистого кипіння залежить від утворення рідкого шлаку. Тривалість періоду чистого кип'ятіння повинна становити 30-60 хвилин.

Температура під час чистого кипіння безперервно підвищується, але не повинна перевищувати температуру металу перед випуском.

Розкислення та легування. При введенні розкислювача і легуючих добавок кипіння ванни припиняють.

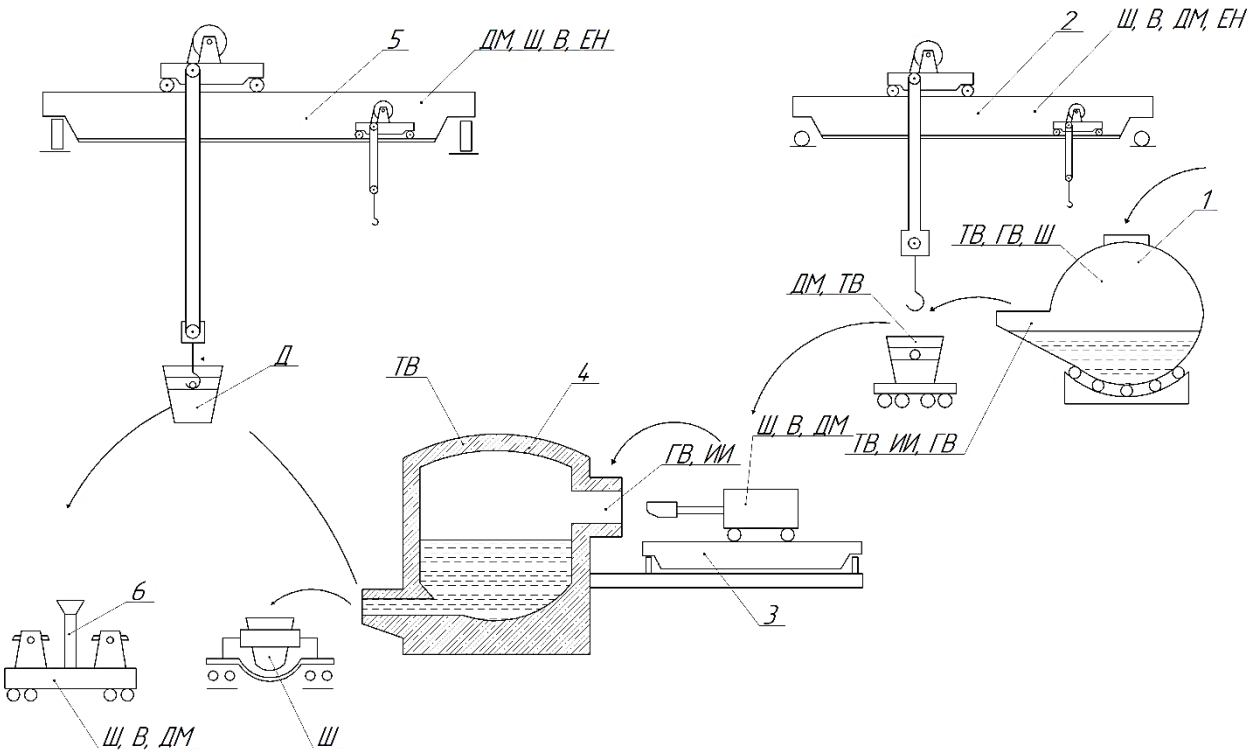
Порядок їх уведення й тривалість витримки металу в печі оговорюються спеціальною інструкцією. При розкисленні сталі всіх марок повністю в ковші до моменту випуску плавки припиняється подача кисню у факел. Порядок введення розкислювачів у ківш: феромарганець – силікомарганець - феросиліцій

Випуск сталі. Сталевипускний жолоб встановлюють на піч до заливання чавуну. Також за 30 хвилин до початку випуску під жолоб встановлюються ковші. Випускний отвір до моменту випуску плавки ретельно обробляють і очищають від заправних матеріалів. Тривалість випуску плавки 7-15 хвилин.

Низьколеговані, спокійні, напівспокійні марки, що не старіють і, сталі з метою усереднення хімічного складу й температури під час випуску продувають аргоном. Потім метал необхідно витримати в ковші протягом 15-20 хвилин до початку розливання.

1.5 Безпека технології мартенівського виробництва та обладнання

Аналіз технологічного процесу отримання сталі в мартенівських печах показав, що при виплавці сталі в печах виникають шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які впливають на умови праці робітників (рис.1.10)



ТВ – теплові виділення; ИИ – інфрачервоне випромінювання; ГВ – газовиділення; ПН – пожежна небезпека; ЕО- електронебезпека; ДМ – рухомі механізми; Ш – шум; В – вібрація
1 – міксер; 2 – завальний кран; 3 – завальна машина; 4 – мартенівська піч; 5 – розливний кран; 6 –виливниці

Рисунок 1.10 – Шкідливі та небезпечні фактори мартенівського виробництва

До таких факторів належать теплове і світлове випромінювання, викид пилу та газу у виробниче приміщення, шум і вібрація [23].

Інфрачервоне випромінювання впливає на функціональний стан людини, її центральну нервову систему, серцево-судинну систему. Різке збільшення частоти серцевих скорочень, підвищення максимального та мінімального артеріального тиску, почастішання дихання, підвищення температури тіла та підвищене потовиділення, захворюваність серцево-судинної системи та органів травлення. Оптичне випромінювання може викликати багато патологічних змін в очних станах.

При диханні в організм людини, через пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання. Мартеновий пил відноситься до пилу неорганічного походження. До його складу входять залізо, хром,

нікель, марганець, мідь. Ці речовини залежно від концентрації можуть впливати на організм працівників.

У повітря робочої зони потрапляють такі газоподібні речовини: CO, SO2, NO та ін. Оксиди Карбону(II) є продуктами неповного згоряння палива, або утворюються в результаті фізико-хімічних реакцій при плавленні. Окис вуглецю потрапляє в організм через дихальні шляхи. Через утворення карбоксигемоглобіну здатність крові доставляти кисень до тканин різко знижується, може виникнути гіпоксія. В основному це впливає на роботу центральної нервової системи. Діоксид сірки має збудливу дію. При контакті з біологічними органами може викликати запальну реакцію, вражаючи переважно органи дихання очей, шкіри та слизових оболонок.

Оксид азоту (II) потрапляє в організм через дихальні шляхи і утворює в крові метгемоглобін. Працівники можуть відчувати кашель, задишку та задишку. У важких випадках може виникнути набряк легенів. Розрізняють також головний біль і серцеву недостатність [23].

Шкідливий вплив шуму проявляється у пошкодженні слуху та неврологічних змінах, викликаних надмірним стресом. Робота в шумному оточенні може викликати головні болі, запаморочення, зниження уваги до навколишнього середовища і часто погіршення чіткості сприйняття сигналу. Особливе занепокоєння викликає поєднана дія шуму та вібрації, яка може призвести до серцево-судинних захворювань, варикозного розширення вен, захворювань плечей та інших станів.

На безпеку процесу впливає порядок завантаження шихти в піч і розташування шихти на дні печі.

Стандартизованим параметром мартенівської плавки є якість шихти. Перевищення параметрів плавлення маси сировини може призвести до різних відхилень.

Основні фізико-хімічні процеси плавлення відбуваються при високих температурах. Підвищення нормованого температурного

параметра суттєво знижує стійкість пічної вогнетривкої кладки, зниження температури збільшує тривалість плавлення та зменшує швидкість обмінного процесу.

Отже, відбувається зменшення безпеки процесу: в першому випадку може відбутися вибух, а в другому - значно збільшується час дії теплового випромінювання на робітників [23].

Звичайна мартенівська плавка пов'язана з дотриманням певних аеродинамічних параметрів. У робочому просторі печі над басейном високошвидкісного розплаву знаходиться велика кількість газу, тому параметри потоку газу необхідно кількісно визначити протягом певних періодів плавлення.

Для забезпечення безпеки процесу дуже важливо суворе дотримання геометричних параметрів мартенівського робочого простору. На ванну розплаву печі впливає високий гідростатичний тиск розплавленого металу: при порушенні цілісності розплаву можуть виникнути екстремальні відхилення, пов'язані з проривом вогнетривкої кладки і виходом сталі з печі. басейн.

Облицювання мартенівських вогнищ, укосів і стін має відповідати основним вимогам безпеки - забезпечення непроникності для розплавленого металу і шлаку.

Заповнювати топку (рис. 1.11) можна тільки з холостої головки печі, тому щоразу, коли клапан перевертається, лунатиме звуковий сигнал. Якщо персонал, який обслуговує піч, чує звукову сигналізацію, то він повинен відійти від робочих вікон, щоб не отримати опіки від полум'я, що може викинутися через них. У період перекидання клапанів і зміни напрямку газу і полум’я в робочому просторі печі робітники припиняють проведення операцій по завалці шихти.

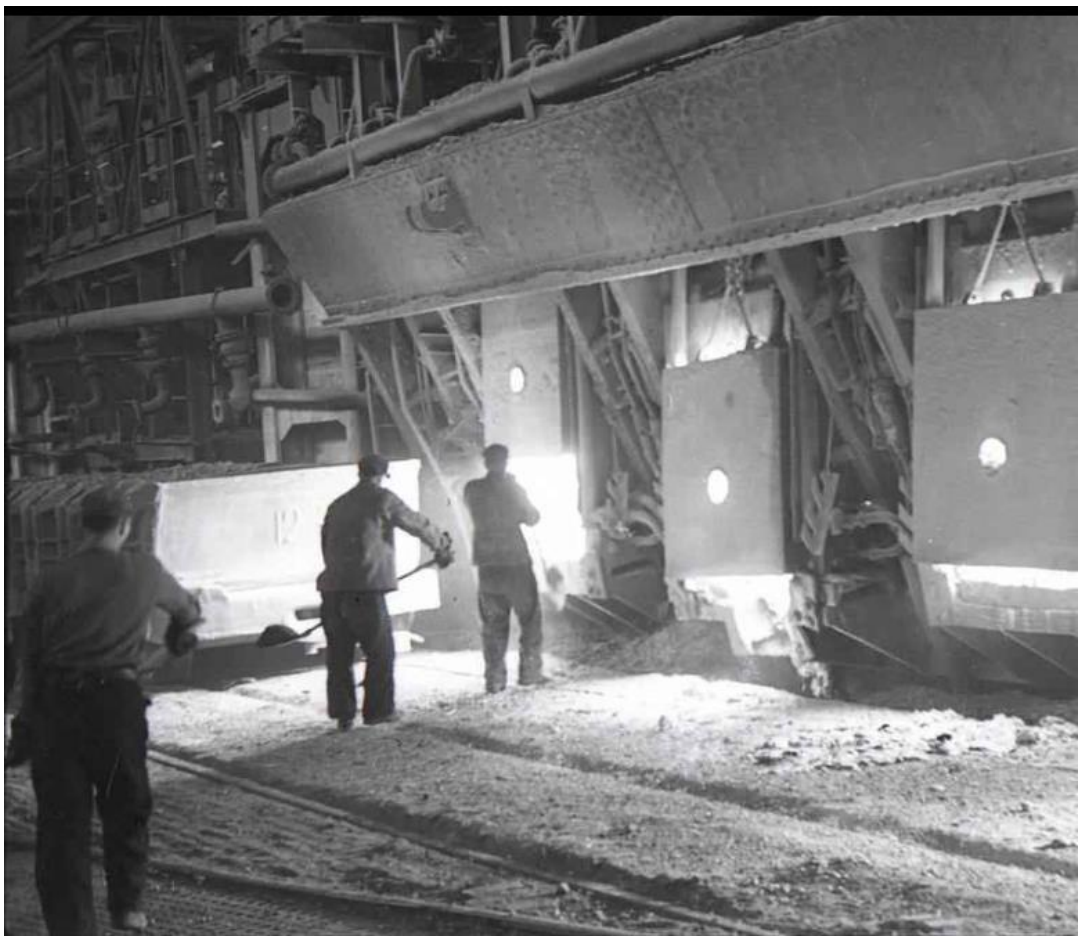


Рисунок 1.11 – Заправка мартенівської печі

Контролюйте вологість матеріалу під час заповнення. При необхідності шихту висушують, форму витримують в печі і повільно повертають, сушіння залізної руди і бокситів проводять у спеціальному сушильному обладнанні. Під час заливки чавуну підвісьте відро над жолобом, щоб мінімізувати висоту струменя, і його потужність не призведе до переливання чавуну в жолобі; плавно обертайте відро. Злив чавуну з бочки із загартованою зовнішньою оболонкою може стати причиною аварії. При розвантаженні чавуну обслуговуючий персонал відходить на безпечну відстань від ковшів і жолобів. Шлак під місцем виконання робіт спускається через отвір у підлозі робочої зони, який зазвичай закривається відкидною кришкою. У зв’язку з небезпекою вибуху ящики та відра систематично перевіряються на наявність вологи. Перед завантаженням руди в топку пролунає звуковий сигнал і обслуговуючий персонал залишить піч на безпечну відстань.

Для попередження прориву металу через випускний отвір приймають особливі заходи, що забезпечують його ретельне закладення. Оброблення цього отвору проводять, перебуваючи збоку від жолоба і захищаючи обличчя запобіжною сіткою або щитком.

Для підвищення безпеки операції випуску сталі з печі застосовують пристрій для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі (рис.1.12) [23].

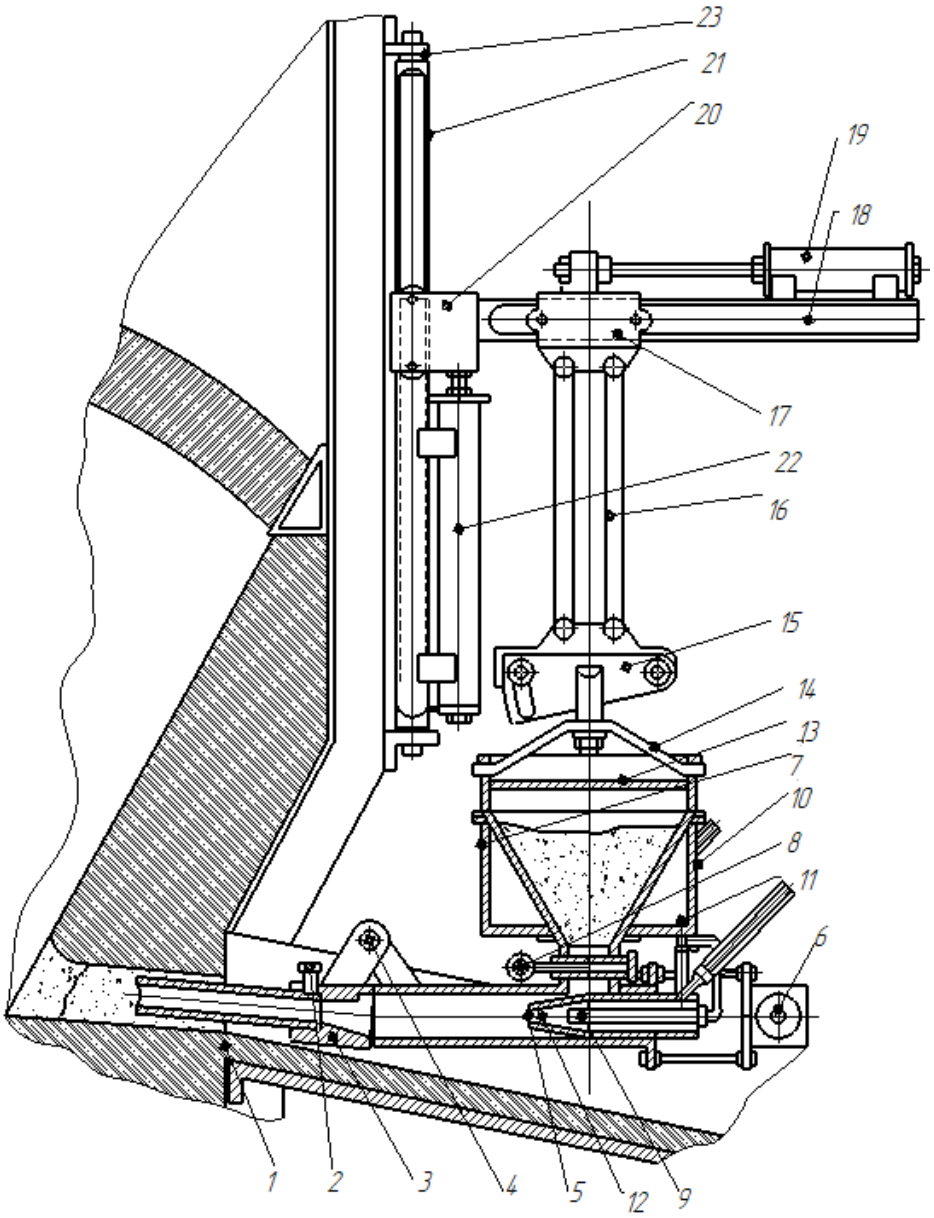
Для заправки вогнетривкої кладки мартенівської печі служать заправні машини: стрічкові, самохідні і стрічкові підвісні [6].

Сталь виробляють у розливних прольотних ковшах. Сталь з ковша розливається на форми заливним краном вантажопідйомністю 320 тонн.

Усередині магазину залізничний рух зосереджено на відносно невеликій території.

Тому основним технологічним обладнанням мартенівського цеху є навантажувач. Для забезпечення безпеки під час експлуатації підйомних машин, пристроїв та пристроїв безпеки: гальма, обмежувачі ходу та підйому, замки, звукові сигнали.

Усі частини підйомної техніки, що становлять небезпеку під час роботи (шестерні, ланцюги та черв’ячні редуктори; муфти з болтами або штифтами; канатні блоки для підвішування гаків; дроти візка та інші доступні та струмоведучі частини електрообладнання) оточені. При забезпечені міцного захоплення вантажу виключається його зісковзування і падіння, що в свою чергу підтримує безпечні умови праці на виробництві. Застосування гаків із запобіжними пристроями дозволяє забезпечити надійне кріплення вантажу, що переміщується на певну відстань.



1 – пробійник з зазубреним робочим кінцем; 2 – болт; 3 – втулка; 4 – важель шарніра; 5 – ежектор-зволожувач; 6 – пневмовібратор; 7 – воронкоподібний бункер; 8 – засувка; 9 – сітка; 10 – циліндричний бак; 11 – автоматичний мембранний клапан; 12 – повітряне сопло; 13 – сопло для води; 14 – дужка; 15 – секторний шарнір; 16 – паралельні важелі; 17 – каретка; 18 – горизонтальна консольна балка; 19 – пневмоциліндр; 20 – каретка; 21 – вертикальна балка; 22 – пневмоциліндр; 23 – підшипник

Рисунок 1.12 – Пристрій, що використовується для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі[23]

При виплавці сталі в мартенівських печах застосовується природний газ як паливо і кисень для продувки ванни. Гази є горючими, і тому велике значення має дотримання техніки безпеки при їх застосуванні.

1.6 Висновки до розділу

Теоретичний аналіз технології мартенівського виробництва показав, що при виплавці сталі в печах виникають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які чинять вплив на умови праці робітників: рухомі механізми, електронебезпека, пожежонебезпека; шум, вібрація, газові виділення, теплові виділення, інфрачервона радіація.

2 ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБІТНИКІВ

2.1 Визначення джерел надлишкових тепловиділень та інфрачервоної радіації в мартенівському виробництві

У зв'язку з особливостями процесу плавлення металів у мартені утворюється велика кількість відхідного тепла, тобто інфрачервоного випромінювання (табл. 2.1).

Основними джерелами теплового випромінювання в проміжку переливу є розплавлена сталь і шлак, нагріті поверхні печі, ковші, форми тощо.

Таблиця 2.1 – Оцінка факторів виробничого середовища й трудового процесу (робоче місце – пічний проліт, професія-сталевар)

№	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Нормативне значення (ГДК, ГДУ)	Фактич. значення	III клас Шкідливі і небезпечні умови и характер труда			Тривалість дії фактора за зміну, %
				1 ступінь	11 ступінь	111 ступінь	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3 1клас: Cr Ni Mn 3клас: CO SO_2 NO	 0.01 0.05 0.05 2.0 10.0 5.0	 0.059 0.015 0.27 7,4 28,5 35.5	 - - - 2,85 р	 5,4р 7.1р	 11.6р 13,7р 	 80 80 80 80 80 80
2	Пил фіброгенної дії, мг/м^3	4	180,3	-		45,1р	80
3	Шум, дБА	80	94			14	80
4	Мікроклімат в приміщенні (в теплий період) -температура повітря, °С	27	38	-	-	11	80

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	-швидкість рух у повітря, м/с -відносна вологість повітря, % інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2	0.6 70 140	0,47 40-50 5220	1.28 - 	- -	 5220	80 80 80
	Загальна кількість факторів			2	2	6	
5	Важкість і напруженість праці	Середньої важкості, дуже напружена (Ш).					

Конвективне нагрівання повітря підвищує температуру приміщення, оскільки тепло випромінюється від гарячої поверхні. Максимальна інтенсивність інфрачервоного випромінювання та найвища температура повітря спостерігалися для прольоту лиття під час випуску сталі (до 10 кВт/м^2 і ≥40 °C) [8]. Спектр випромінювання рідких продуктів плавки включає видиме та інфрачервоне світло. Максимальне випромінювання – це інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі близько 1,6 мкм, яке має середню проникаючу здатність у тканини організму.

Джерелами випромінювання також є факел полум'я, нагріта до високої температури вогнетривка футеровка внутрішнього простору печі і поверхня розплавленого металу і шлаку, вплив яких проявляється при відкритих вікнах печі.

2.2 Характеристика мікроклімату приміщення мартенівського виробництва

Внаслідок виділення великої кількості надлишкового тепла в мартенівському цеху спостерігається підвищена температура повітря робочої зони, тому необхідно організовувати значний повітрообмін, особливо в літню пору.

Значення нормованих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень наведено в табл. 2.2, ДСН 3.3.6.042-99.

Таблиця 2.2 – Значення нормованих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень мартенівського цеху

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		Верхня межа		Нижня межа			
		Постій.	Непостійн.	Постій.	Непостійн.		
Холодний	Важка	19	20	13	12	75	0,5
Теплий	Важка	26	28	15	13	65	0,2...0,6

Для забезпечення допустимих та оптимальних параметрів в приміщені мартенівського цеху діють системи опалення такі як:

- централізована система опалення з місцевими нагрівальними приладами повітронагрівачів, електроприміщень, гідроустановок і радіаторами РСГ -2 у кімнаті відпочинку.

- парова система опалення чергового з місцевими наргрівальними приладами – регістрами із гладких труб у приміщеннях гідравлічної станції керування механізмами та маслонасосами.

У мартенівському цеху застосовують механічну загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію теплонадлишків з подачею повітря в усі вбудовані приміщення цеху. У місцях постійного перебування робітників, що зазнають впливу теплової радіації інтенсивністю 140 Вт/м^2 і більш застосовується повітряне душування.

Для зволоження і охолоджування 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/м^3 [8,9].

2.3 Розрахунок аерації мартенівського цеху

Аерація – загальнообмінна природна керована вентиляція.

На рис. 2.1 наведено поперечний переріз будівлі цеху. Для організації аерації в приміщені цеху проєктують два- три ряди отворів. У теплий період року нижній ряд відкритий на висоті 0,3-1,8 м. У холодний період року та під час перехідного періоду відкрито верхній ряд отворів на висоті 3-4 м від поверхні землі. Отже, в приміщенні мартенівського цеху влаштовуємо 3 ряди отворів: перший ряд отворів – на рівні 1,2 м; від другий - на рівні 4 м і третій ряд на рівні – 23 м. Для організації вентиляції на верхній частині цеху встановлено аераційний ліхтар. Оскільки будівля мартенівського цеху мають значну довжину, вздовж цеху розміщують декілька аераційних ліхтарів. Типи аераційних ліхтарів наведено на рис. 2.2.

За рахунок різниці тиску повітря зовні та в середині приміщення відбувається природний повітрообмін. Відомо, що під час нагрівання повітря стає легшим (густина його зменшується) і тому воно підіймається у гору, а холодне повітря займає його місце в низу приміщення.

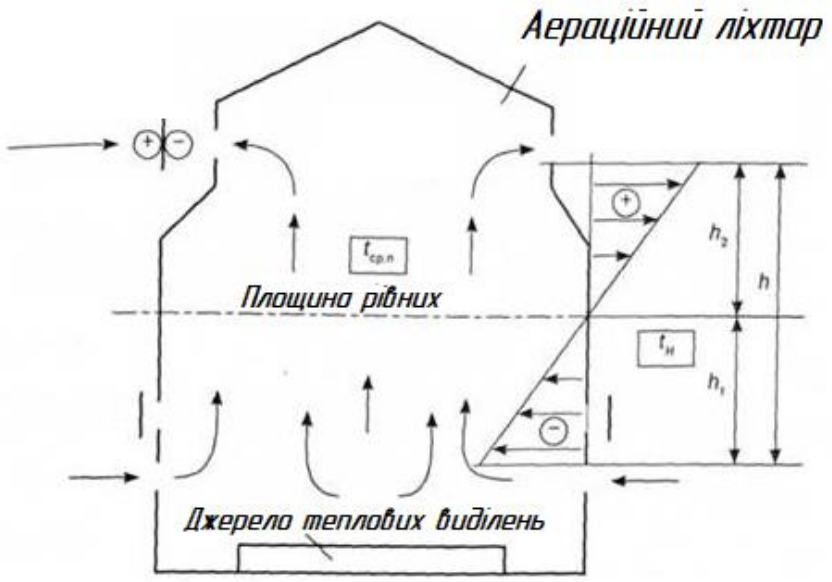
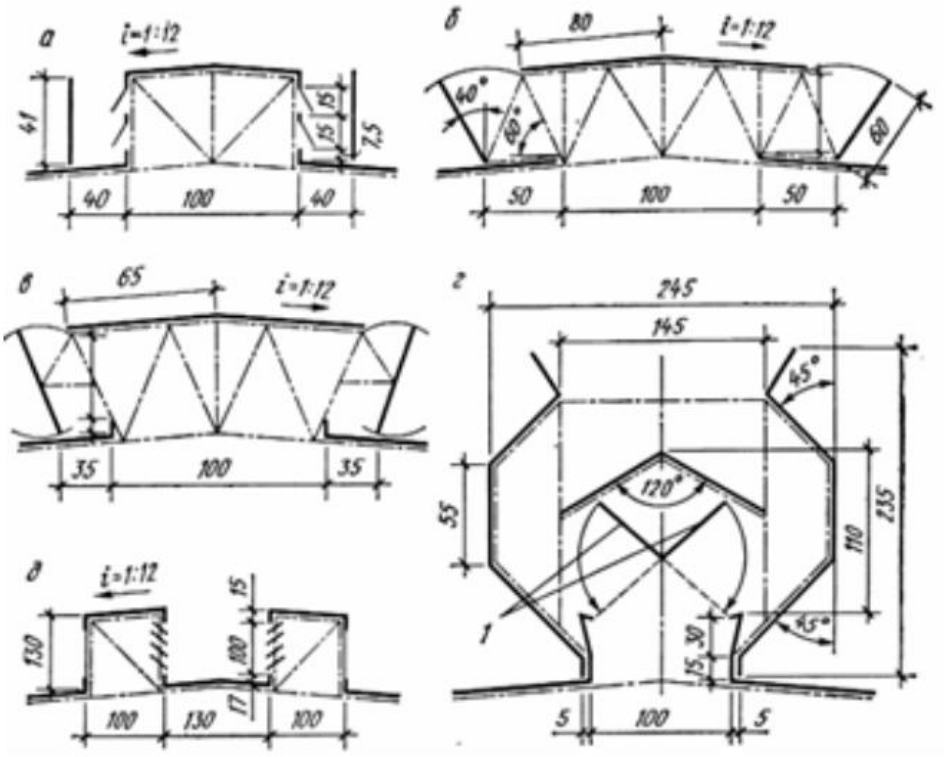


Рисунок 2.1 – Схема аерації однопрогінної будівлі в теплий період року



а – світловий ліхтар з вітрозахисними панелями; б – ліхтар КТИС; в – ліхтар ПСК-2; г – ліхтар Діпромеза; д – ліхтар Батурина

Рисунок 2.2 – Основні типи аераційних ліхтарів

Аерація буде більш ефективною під час дії вітру. Холодніше повітря надходить у приміщення крізь отвори у стінах, а тепліше видаляється крізь отвори ліхтаря. Отже у теплий період року повітря надходить у робочу зону крізь нижні отвори, а у холодний – крізь верхні. Холодне повітря в області робочої зони нагрівається за рахунок його змішування з теплим повітрям робочої зони.

Вихідні дані для розрахунку необхідного повітрообміну для аерації мартенівського цеху приймаємо відповідно до рис. 1.4:

Кількість однованних мартенівських печей 7 шт;

Кількість двованних мартенівських печей 2 шт;

Садка однованної печі – 250 т;

Садка двованної печі – 500 т;

Довжина цеху, L = 500 м;

Ширина приміщення цеху, B = 50 м;

Висота до підкранових балок, м, $H_б$ = 21

Висота до аераційного ліхтаря, $H_л$ = 34 м

Середня висота приміщення, H = 27 м.

Температура припливного повітря, tпр= 27°C

Температура повітря робочої зони, °C, tp = 38 (табл. 2.1)

Градієнт температури по висоті приміщення, К/м, [10] k= 1

1. Внутрішній об’єм приміщення цеху:

$$V_п = L \cdot B \cdot H$$

$$V_п = 500 \cdot 50 \cdot 27 = 675000 \text{ м}^3$$

2. Згідно умов завдання теплова потужність печі садкою 250 т Q_1= 52 МВт, а двованної печі Q_2= 65 МВт [11];

3. Кількість тепла, що потрапляє до приміщення цеху від печей при 5% від потужності загальної теплової потужності печей:

$$Q_п = 0{,}05 \cdot (7Q_1 + 2Q_2)$$

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

4. Надходження тепла від розплавленої сталі, чавуну, шлаку, льоток, сонячної радіаціації тощо, становить десять відсотків від кількості тепла, що потрапляє до приміщення цеху від печей:

$$Q_{\text{і}} = 0{,}1 \cdot Q\text{п}$$

$Q_{\text{і}} = 0{,}1 \cdot 24700 = 2470$ кВт

5. Визначаємо загальну кількість тепла, що надходить у цех:

$$Q_0 = Q\text{п} + Q\text{і}$$

$Q_0 = 24700+2470 = 27170$ кВт

6. Встановлюємо кількість тепла, яку необхідно видалити за рахунок організації аерації. Приймаємо втрати тепла через огородження, відкриті пройми тощо - 10%.

Отже:

$$Q = 0{,}9 \quad Q_0$$

$Q = 0{,}9 \cdot 27170 = 24450$ кВт

7. Температура повітря, що видаляється крізь аераційний ліхтар:

$$t'' = t\text{р} + k(H\text{л} - 2)$$

$t'' = 38 + 1(34 - 2) = 70$ C

8. За довідковими даними встановлюємо масову теплоємність повітря, кДж/кгК [12]: при 70 °С = 1,009.

9. Необхідний масовий повітрообмін:

$$G = 3600 \quad Q/(C(t'' - t'))$$

$G = 3600 \cdot 24450 /(1{,}009(70-27)) = 597\,802\,500/43{,}387 = 13778378{,}32$ кг/год

10. Густина повітря, що надходить при температурі 27 °С =1,175 (рис. 2.2)

11. Об’ємна витрата повітря, що надходить у приміщення цеху:

$$V' = G / \rho$$

V' = 13778378,32/1,175 = 11 726 279,42 м^3 /год

12. Визначаємо необхідну кратність повітрообміну, год$^{-1}$:

$$n = V' / V_{\text{п}}$$

n = 11 726 279,42 /675000 = 17,37

На даху встановлюємо витяжний ліхтар. Тоді розраховуємо далі аераційний ліхтар.

13. Площа нижніх прорізів при довжині поздовжніх прорізів Lпр = 450 м та висоті hпр = 3 м дорівнює:

$$F_1 = L\text{пр} \ \ h\text{пр}$$

F_1 = 450 · 3 = 1350 м^2

14. За умов, що через нижній ряд прорезів надходить близько половини повітря:

$$V_1 = 0{,}5V'$$

V_1 = 0,5 · 11 726 279,42 = 5 863 139,71 м^3 /год

15. За довідковими даними коефіцієнт витрати повітря для отворів становить μ = 0,6 [12].

16. Визначаємо швидкість руху повітря в нижніх отворах, м/с :

$$v_1 = V_1/(\mu F 13600)$$

$$v_1 = 5\ 863\ 139{,}71/(0{,}6 \cdot 1350 \cdot 3600) = 2{,}01 \text{ м/с}$$

17. Втрати тиску в отворах, що розташовані в нижній частині будівлі цеха, Па:

$$\Delta P_1 = \zeta\ \rho v_1^2/2,$$

де ζ – коефіцієнт місцевого опору, ζ = 1 [12];

Отже, $\Delta P_1 = 1{,}0 \cdot 1{,}175\ \ 2{,}01^2/2 = 2{,}37$ Па

18. Середня температура повітря всередині приміщення, °С:

$$tc = 0{,}5(tp + t'')$$

$tc = 0{,}5(38 + 70) = 55$ °С

19. Густина повітря в середині приміщення, кг/м^3 [22] : $\rho c = 1{,}058$ кг/м^3.

20. Визначаємо аераційну тягу, Па :

$$P_{аер} = 34\ (\rho - \rho c\ )$$

$Paep = 34(1{,}175 - 1{,}058) = 3{,}978$ Па

21. Встановлюємо аераційну тяга з урахуванням втрат тиску, втрати тиску в отворах, що розташовані в нижній частині будівлі цеха Па :

$$P_e = P_{аер} - \Delta P_1$$

$Pe = 3{,}978 - 2{,}37 = 1{,}608$ Па

22. Відомо, що витрати повітря, що надходить через середній і верхній ряд отворів однакові. Отже, витрата повітря через другий та третій

ряди становлять 25% від загальної витрати. Таким чином, їхня площа буде вдвічі меншою за площу нижніх отворів. Отже, і висота їх буде дорівнювати: hпр.с= hпр.в = 1,5 м.

23. Густина повітря, що виходить через аераційний ліхтар при температурі 70 °С за довідковими даними становить: $\rho_{пов}$ = 1,029 кг/м^3

24. Об'ємні витрати повітря, що видаляється, м^3 /год:

$$V_{пов} = G\ \rho_{пов}$$

$V_{пов}$ = 13778378,32 · 1,029 = 14 177 951,29 м^3 /год

25.Визначаємо швидкість повітря у ліхтарі, при коефіцієнті місцевого опору на ліхтарі ζ =1, м/с :

$$v_2 = \sqrt{}\ (2Pe\ /\zeta\rho_{пов})$$

v_2 = √(2·1,608/1,029) = 1,768 м/с

26.Площа прорізів аераційного ліхтаря, м^2 :

$$F_л = V_{пов}/(3600\mu v_{пов})$$

$F_л$ = 14 177 951,29 /(3600·0,6·1,768) = 3712,59

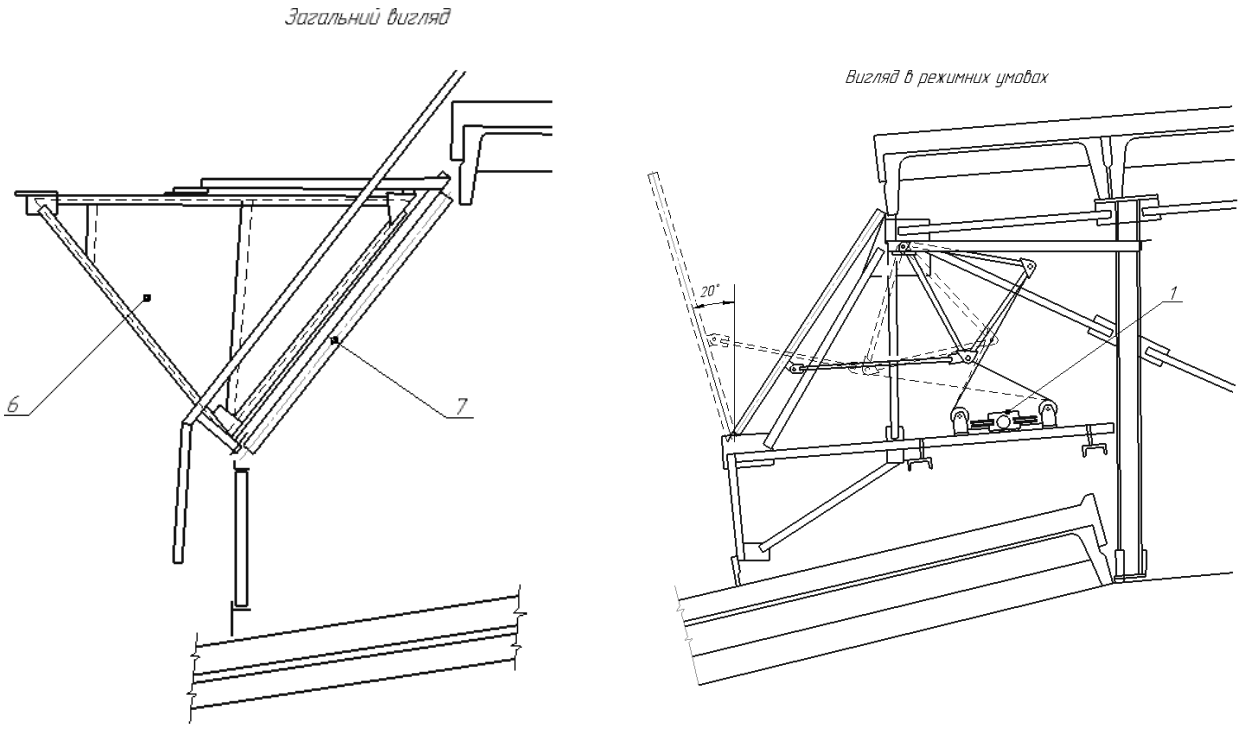
27. Визначаємо висоту прорізів аераційного ліхтаря, м :

$$h_л = F_л/L_{пр}$$

hл = 3712,59/ 10·450 = 0,825 м

На рис. 2.3 наведена конструкція аераційного ліхтаря, який встановлено на даху мартенівського цеху. Кількість ліхтарів вздовж цеху –

10 шт. На розрізі цеху рис. 2.4 наведено розташування аераційного ліхтаря та схема повітрообміну в будівлі цеху.

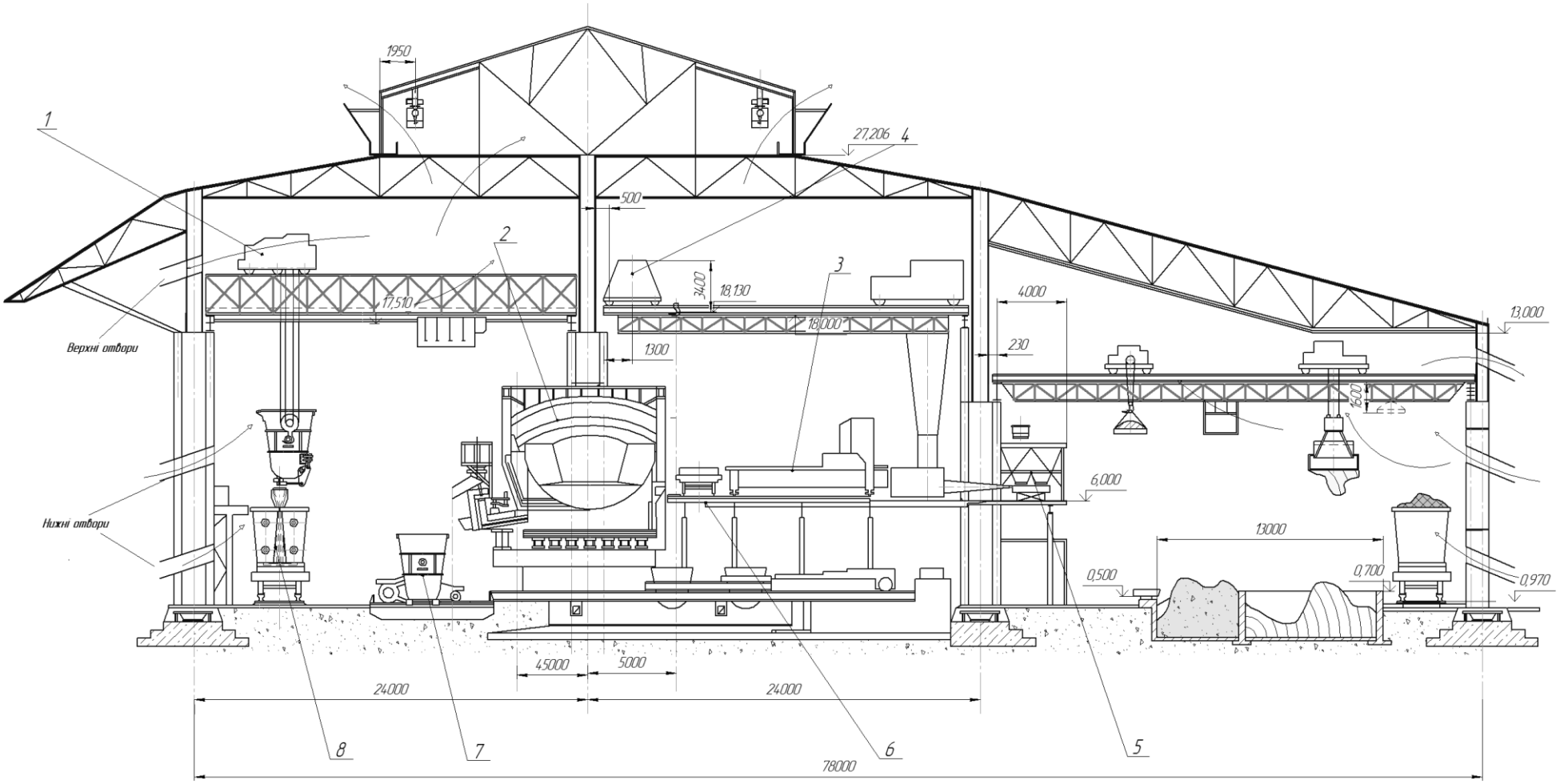


1 – пристрій механізму, який передає; 2 – пристрій механізму, який зважує; 3 – штанга механізму; 4 – підвісна панель; 5 – регулюючий лист; 6- торцевий щит; 7 – глуха панель

Рисунок 2.3 – Аераційний ліхтар

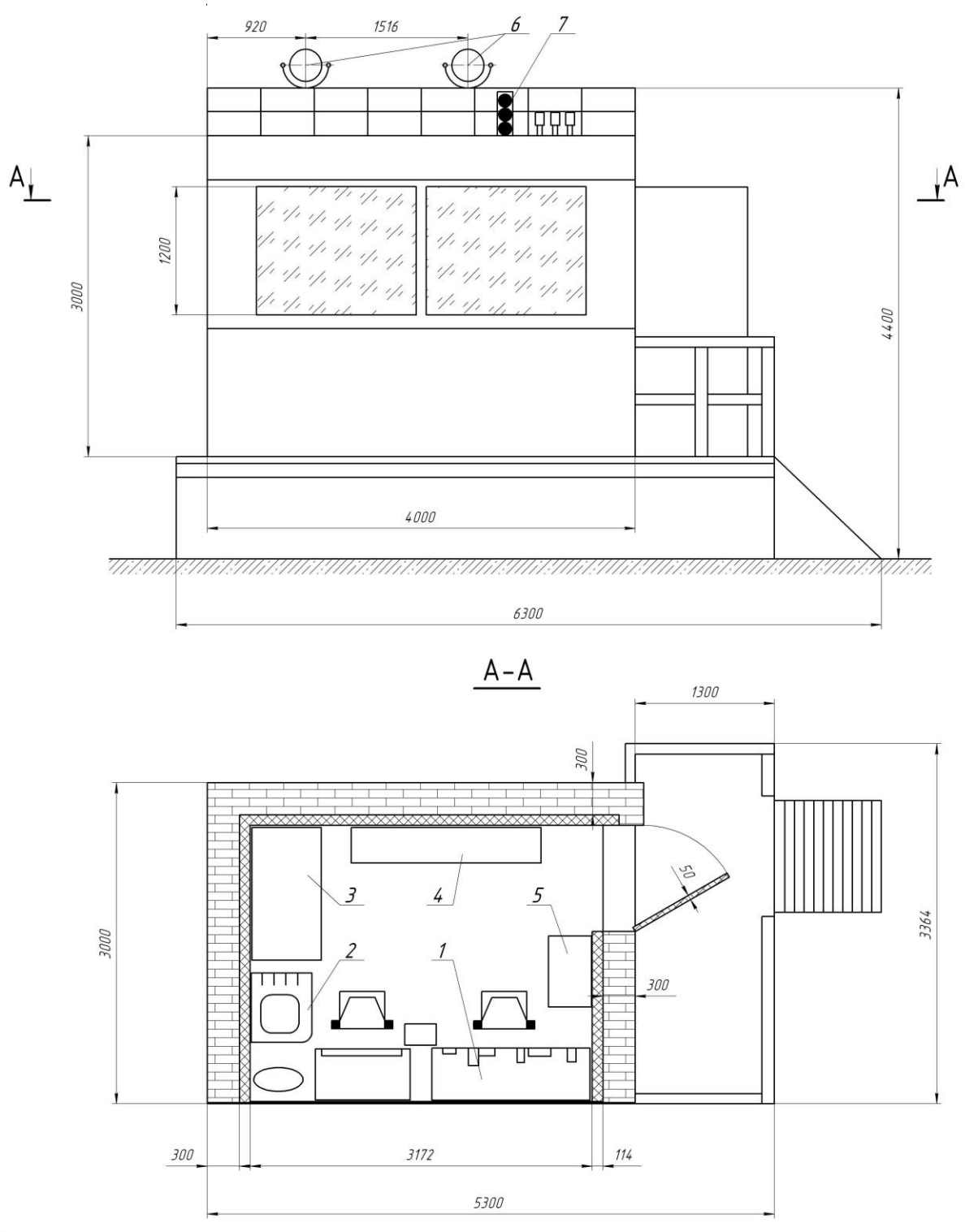
Для поліпшення умов праці (табл.2.1) додатково рекомендується облаштувати пост керування для сталевара мартенівської печі (рис. 2.6).

Пост керування повинен бути виготовлено з використанням жаростійкого скла, кондиціонування приміщення, теплоізоляції стін, мати рукомийник та місце прийому їжі.



1 - розливний кран; 2 – мартенівська піч; 3 – завальна машина; 4 – заливний кран; 5 – чавуновоз; 6 – робоча площадка 7 – шлаковоз; 8 – виливниці

Рисунок 2.4 – Схема аерації мартенівського цеху



1 – пульт керування процесом плавлення; 2 – рукомийник (з технічною водою); 3 – шафа електрика; 4 – кондиціонер; 5– стіл для прийому їжі; 6 – прожектор; 7 – сигналізація

Рисунок 2.5 – Пост керування для сталевара мартенівської печі

2.4 Визначення небезпечних зон в приміщені мартенівського цеху

Згідно оцінки умов праці (табл. 2.1) в мартенівському цеху одним з найбільш шкідливим факторів є інфрачервоне випромінювання. Ступінь дії фактору – 3. Найбільший внесок у кількість теплових надлишків в робочій зоні сталевару чинить сталерозливний жолоб. Отже визначаємо площу небезпечної зони біля нього. (рис.2.6).

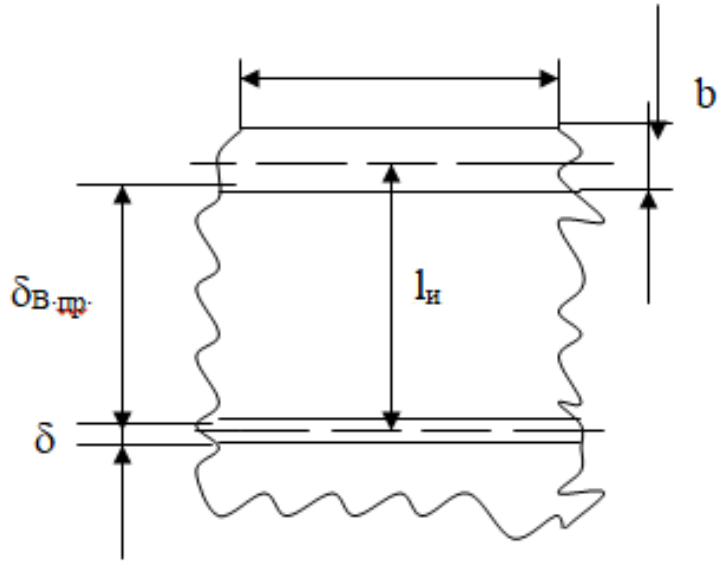


Рисунок 2.6 – Схема розташування небезпечної зони біля розливного жолоба

Загальна площа небезпечної зони біля сталерозливного жолобу буде становити (згідно рис. 2.6), м^2:

$$S_{оз} = S_и + S_В - S_э,$$

де $S_и$ – площа сталерозливного жолобу, м^2;

$S_В$ – площа дії інфрачервоного випромінювання факторів, м^2;

$S_э$ – площа екранування (небезпечної зони), м^2.

Тоді площа небезпечної зони жолоба на 1 м довжини сталерозливного жолоба, при ширині його 0.5 м:

$$q = 0{,}78\sqrt{F}\left[\left(\frac{T_и}{100}\right)^4 - 110\right]\frac{1}{l_и^2}, \frac{ккал}{м^2\,год},$$

Отже,

$$l_и = \left(\frac{0{,}78\sqrt{F}\left[\left(\frac{T_и}{100}\right)^4 - 110\right]}{q}\right)^{0.5};$$

де F – площа поверхні, яка випромінює, м^2:

$$F = a \cdot b,$$

де a и b – довжина і ширина сталерозливного жолобу відповідно, м;

$T_и$ – температура поверхні, що випромінює інфрачервону радіацію, $T_и = 750 + 273 = 1023\,К$;

q – допустиме значення випромінювання на робочому місці, $q = 140\,Вт/м^2$;

$l_и$ – відстань від центра випромінювання до поверхні ділянки на якій $q = 140\,Вт/м^2 = 120{,}29$ ккал/м^{2}год;

Тоді визначаємо площу поверхні випромінювання:

$F = 0.5 \cdot 1 = 0{,}5 м^2$;

Далі розраховуємо відстань від центра випромінювання до поверхні ділянки на якій рівень випромінювання відповідає допустимому значенню:

$$l_и = \left(\frac{0{,}78\sqrt{0{,}5}\left[\left(\frac{1023}{100}\right)^4 - 110\right]}{120{,}29}\right)^{0.5} = 7{,}05 м$$

Відповідно до розрахунку $l_и \rangle 2м$, тому необхідно встановити захисний екран. Визначаємо теплові надходження від сталерозливного жолоба.

Коефіцієнт променистого теплообміну :

$$\alpha_{луч.} = \frac{C_{пр.}}{t_{ист.} - t_В}\left[\left(\frac{T_{ист.}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_В}{100}\right)^4\right],$$

де $t_{ист}$ – температура сталі, $t_{ист}$ =750 °С;

tв – температура зовнішнього повітря, 27 °С;

$C_{пр.}$ – наведений коефіцієнт випромінювання, Дж/(м^2 с К):

,

$$C_{пр.} = \varepsilon r_0 \cdot C_0 = 0{,}8 \cdot 5{,}67 = 4{,}969$$

де εr_0 – ступінь чорноти сталі , $\varepsilon r_0 = 0{,}8$;

C_0 –коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, 5,67 Вт/м^2 К^4.

$$\alpha_{луч} = \frac{4.536}{750 - 27}\left[\left(\frac{273 + 750}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 + 27}{100}\right)^4\right] = 65{,}2\,Вт/м^2 \text{ град}$$

Втрати тепла випромінюванням, Вт/м^2:

$$q_{луч} = \alpha_{луч}\left(t_{ист} - t_В\right) = 65.2(750 - 27) = 47139{,}6\,Вт/м^2$$

Втрати тепла за рахунок конвекції, Вт/м^2:

$$q_{кон.} = \alpha \cdot \Delta t$$

За формулою Нуссельта визначаємо коефіцієнт:

$$\alpha_{конв} = 3{,}26\left(t_{ист} - t_В\right)^{1/4} = 3{,}26(750 - 27)^{1/4} = 16{,}9\,Вт/м^2 \cdot град$$

Тоді

$$q_{кон} = 16,9(750 - 27) = 12218,7\ Вт/м^2$$

Тоді, коефіцієнт теплообміну становить:

$$\alpha_л = \alpha_{кон} + \alpha_{луч} = 16,9 + 65,2 = 82,1 Вт/м^2 \quad град$$

Отже, загальний потік тепла:

$$q = \alpha_л \cdot \Delta t = 82,1(750 - 27) = 5935,9 Вт/м^2$$

$S_{ист}=a \cdot b=1 \cdot 0,5=0,5 м^2$;

$$S_{В.} = \left(l_и - \frac{b}{2}\right) \cdot a = \left(7,05 - \frac{0,5}{2}\right) \cdot 1 = 6,8\ м^2;$$

$$S_э = \delta \cdot a = 1 \cdot 1 = 1 м^2;$$

Отже, загальна площа небезпечної зони біля сталерозливного жолобу становить:

$$S_{оз} = S_и + S_В - S_э = 0,5 + 6,8 - 1 = 6,3 м^2.$$

Для запобігання виникнення небезпечних подій необхідно встановити біля сталерозливного жолоба теплозахисний екран.

2.5 Проєктування теплозахисного екрану біля сталерозливного жолобу

Відповідно до рис. 2.6 встановлюємо теплозахисний екран на відстані 1 м від сталерозливного жолобу. Обираємо матеріал екрану альфоль. Товщина екрану - $\delta = 0,02 м$. Визначаємо необхідну кількість шарів екрану, що виконано з альфолю 20 мм

Згідно умов завдання, температура сталі у жолобі становить 750 С, тобто 1023 К.

За умовами завдання температура поверхні теплозахисного екрана становить 523 К;

Приймаємо температуру зовнішнього повітря 300 К (27 °С).

Отже, ступінь екранування буде дорівнювати:

$$\mu = \frac{T_{ист}}{T_э} = \frac{1023}{523} = 1{,}96$$

Визначаємо наведені коефіцієнти чорноти між джерелом випромінювання та теплозахисним екраном з альфолю:

$$\varepsilon_{1,э} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_э} - 1} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}8} + \frac{1}{0{,}05} - 1} = 0{,}494,$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_э$? ступінь? чорноти сталі та альфолю відповідно , за довідковими даними $_1$=0,8; $_э$=0,05.

Визначаємо наведені коефіцієнти чорноти між жолобом та приймачем:

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}8} + \frac{1}{0{,}82} - 1} = 0{,}7,$$

де ε_2 - поглинальна здатність повітря, за довідковими даними ε_2 =0,82

Визначаємо необхідну кількість теплозахисних екранів:

$$n = \frac{1 - \left(\frac{T_В}{T_{ист}}\right)^4}{\frac{1}{\mu^4} - \left(\frac{T_В}{T_{ист}}\right)^4} \cdot \frac{\varepsilon_{1,э}}{\varepsilon_{1,2}} - 1 = \frac{1 - \left(\frac{300}{1023}\right)^4}{\frac{1}{1{,}96^4} - \left(\frac{300}{1023}\right)^4} \cdot \frac{0.0498}{0{,}7} - 1 = 0{,}996$$

Приймаємо кількість теплозахиснів екранів 1 шт.

Кількість тепла від джерела при сталому тепловому руху:

$$q_{ист} = \frac{\lambda_{экв}}{\delta_{В.пр.}}\left(t_{ист} - t_{э}\right)$$

де δ – товщина повітряного шару між джерелом та екраном, приймаємо δ = 1 м.

Отже

$$5935{,}9 = \frac{\lambda_{экВ}}{1}\left(750 - 250\right)$$

$$\lambda_{экВ} = \frac{1 \cdot 5935{,}9}{500} = 118{,}7$$

Тоді встановлюємо величину термічного опору повітряного прошарку між шарами екрану:

$$R_{В.пр.} = \frac{\delta_{В.пр.}}{\lambda_{экВ}} = \frac{1}{118{,}7} = 0{,}0084\,м^2 \quad град/Вт$$

Розраховуємо температуру поверхні теплозахисного екрану:

$$t_{э} = t_{ист} - q \cdot R_{В.пр.} = 750 - 5935{,}9 \cdot 0{,}0084 = 251°C$$

Розрахункова величина температури теплозахисного екрану співпадає з допустимою, тому отримане значення є дійсним.

Для того щоб виконати вимоги безпеки, необхідно щоб температура поверхні екрану становила 50 °С. Тоді за екраном передбачаємо розташування вогнетривкої цегли (червоної).

Отже теплові втрати теплозахисного екрану становить:

$$q_1 = \alpha_1(t_э - t_В) = 25{,}33(250 - 27) = 5648{,}6 \text{ Вт/м}^2$$

де α_1 - коефіцієнт тепловіддачі від поверхні теплозахисного екрану до зовнішнього повітря, Вт/м^2 °С

$$\alpha_1 = (8.4 + 0{,}06(t_э - t_В)) \cdot 1{,}163 = (8{,}4 + 0{,}06(250 - 27)) \cdot 1{,}163 = 25{,}33 \text{ Вт/м}^2 \text{ °С}$$

Визначаємо тепловтрати вогнетривкої червоної цегли при $t_к$=50 °С:

$$q_2 = \alpha_2(t_к - t_В) = 11{,}37(50 - 27) = 261{,}6 \text{ Вт/м}^2.$$

Коефіцієнт тепловіддачі червоної цегли повітрю:

$$\alpha_2 = (8{,}4 - 0{,}06(t_к - t_В)) \cdot 1{,}163 = (8.4 + 0{,}06(50 - 27)) \cdot 1{,}163 = 11{,}37$$

Вт/м^2·С.

Встановлюємо величину теплових втрат, що необхідно затримати:

$$q_0 = q_1 - q_2 = 5648{,}6 - 261{,}6 = 5387 \text{ Вт/м}^2$$

Термічний опір, що потрібно утворити за допомогою шару вогнетривкої цегли:

$$R = \frac{t_э - t_к}{q_0} = \frac{250 - 50}{5387} = 0.037 \text{ м}^2 \text{ град/Вт}$$

Необхідна товщина червоної цегли становить:

$$\delta = R \cdot \lambda = 0{,}037 \cdot 0{,}466 = 0{,}017 \text{ м} = 17 \text{мм}$$

де λ– теплопроводність червоної вогнетривкої цегли, Вт/м^2 С, за довідковими даними λ = 0,466 Вт/м^2 °С.

Отже, запроєктовано теплозахисний екран, що буде складатися з одного шару альфолю, за яким буде розташовано вогнетривку цеглу товщиною 17 мм. Стандартна червона цегла має розмір 120х250х65 мм. Тобто достатньо розташувати цеглу у один ряд.

2.6 Розрахунок теплоізоляції кабіни машиніста розливного крану

В результаті розливки сталі дії надлишкових теплових віпромінювань та інфрачервоної радіації схильний машиніст розливного крану (табл.2.2).

Кабіна машиніста розливного крану каркасного типу, пилонепроникна. Зовнішня обшивка виконана з нержавіючої сталі товщиною 3 мм. Внутрішня обшивка кабіни виконана з мінеральної плити і декоративного пластику, що кріпиться до дерев'яних брусків. На стелю кабіни покладений шар базальтової вати, який покривається фанерою і декоративним пластиком. Пол кабіни дерев'яний, встановлений на брусках, покладених на металевій підставі кабіни.

Робоче місце машиніста захищено екраном, який складається з двох листів заліза, між якими прокладений шар базальтової вати. Стінки кабіни екранують на висоту 85 см від підлоги. Між екранами і стінками кабіни залишають зазор не менше 150 ... 200 мм, що сприяє природній вентиляції простору між кабіною і екраном, і, таким чином, охолодження поверхні кабіни машиніста і екрану. Температура зовнішньої поверхні екрану повинна бути максимально близькою до температури навколишнього повітря.

Таблиця 2.2 – Оцінка факторів виробничого середовища та трудового процесу (робоче місце – пічний проліт, професія - крановий машиніст розливного крану)

№	Фактори виробничого	Норма-тивне значен-ня	Факти-чні значен	III клас – Шкідливі і небезпечні умови та характер праці	Три-ва-лість

	середовища		-ня	1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	дії , % за зміну
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3: 1 клас небезп						
	Ангідгид хромовий	0,01	0,07			7р	94.0
	3-4 класи небезпеки Азота оксиди	5,0	2,5				94.0
	Оксиди вуглецю	20,0	30	1,5р			94.0
	Сірчистий ангідрид	10,0	15,1	1,51р			94.0
2	Пил переважно фіброгенної дії, мг/м^3 Кремневмісний аерозоль конденсації	2,0	27			14р	94,0
3	Вібрація загальна, дБ	92	97		5		100
4	Шум, дБА	80	100			20	100
7	Мікроклімат приміщення: Теплий період року - температура вповітря, ºС	18-26	44			18	94,0
	- швидкість руху повітря, м/с	0,2–0,4	0,4				94,0
	- відносна вологість повітря, %	40-60	35				94,0
	- інфрачервоне випромінювання, Вт/м²	140	3500			3500	94,0
				2	1	5	
8	Важкість праці; Напруженість	Важка Напружена (III)					

Базальтова вата є теплопоглинальних екраном. Базальтова вата має найкращі показники серед мінеральних утеплювачів (рис.2.7). Можливість використовувати при виготовленні цього матеріалу різні пропорції сировини, в результаті дозволяють отримати базальтову вату з великим варіантом виконання: різна щільність, стійкість до навантажень, форма.

Сировиною для виготовлення базальтової вати є діабаз, базальт, габро з додаванням доломітових і вапнякових гірських порід. Низький коефіцієнт теплопровідності складає 0,035-0,039 Вт /(м·К). Такий показник виходить завдяки повітрю, укладеному в порах матеріалу. Допустимий температурний діапазон експлуатації базальтової вати становить від -190 °С до +1000 °С, вона не горить, а при дуже великій температурі волокна плавляться і спікаються між собою. Паропроникність, тобто здатність відводити вологу, знаходиться в межах 0,25-0,35 мг/м² год Па.

Крім теплопоглинального екрану, для більшого захисту від теплового випромінювання використовують жаропоглинальне скло.

Рисунок 2.7 – Вигляд базальтової мінеральної вати

Температура екрану:

$$t_э = t_в + a \cdot p/2 \cdot \quad , К,$$

де $t_в$ - температура повітря, К;

$$t_в = 44+273 = 317К;$$

де р – інтенсивність опромінення, Вт/м^2, приймаємо за табл.2.2 р = =3500 Вт/м^2;

а – коефіцієнт теплопоглинання екрану; приймаємо а=0,93.

- коефіцієнт тепловіддачі матеріалу екрану, Вт/(м ·К):

$$=1/R.$$

де R - термическое сопротивление экрана, м^2 ·К/Вт:

$$R=б/\ ;$$

де $б$ – товщина екрану, м; $б$=80мм=0,08м;

- коефіцієент теплопроводності ізоляції (матеріалу екрану), Вт/м·К, $_{вати}$= 0,035 Вт/м·К.

$$R=0,08/0,035=2,29\ м^2·К/Вт;$$

$$= 1/2,29 = 0,44\ Вт/м^2 ·К;$$

$t_э$ = 317+0,93·3500/2·0,44 = 317, 01 К.

Таким чином, використовуємо 1 шар ектрану. Температура одного шару екрану $Т_э$=317 К або 44 °С .

$$\mu=Т_и/Т_э,$$

де μ - відносне зниження температури;

$Т_и$- температура джерела екранування. К, $Т_и$= 346 К

$Т_э$— температура екрану, К; $Т_э$=317К;

$$\mu = 346/317=1,09$$

Визначаємо кількість необхідних екранів, *n* (число шарів екрану):

$$n =(1-(Т_в/Т_и)^4) / [1/м·(Т_в/Т_и)^4] ·А_{и,э}/А_{и,\ в} - 1,$$

де $Т_в$ — температура зовнішнього повітря, К; $Т_в$ =317 К;

$А_{и,э}$ – наведена ступінь чорноти екрану та джерела,

$$A_{и,\ э}=1/(1/A_и+1/A_э-1),$$

де $A_и$, $A_э$ - ступінь чорноти відповідно джерела випромінювання і екрану; $A_и=0,95$;

$$A_{и,\ э}=1/(1/0,95+1/0,96-1)=1/1,09=0,92.$$

де $A_{и,в}$ - наведена ступінь чорноти джерела і повітря,

$$A_{и,\ в}=1/(1/A_и+1/A_в-1);$$

де $A_в$ – ступінь чорноти повітря, $A_в=0,03$;

$$A_{и,в}=1/(1/0,95+1/0,03-1)=1/33,05=0,03$$

$$n=(1-(317/325)^4)/1/1,056\cdot(317/325)^4\cdot0,92/0,03-1=0,7=1$$

Таким чином, щоб зменшити нагрів кабіни машиніста розливного крана, необхідна теплоізоляція кабіни, а також 1 шар екрану, що складається з 2 листів заліза, між якими прокладений шар базальтової вати.

2.7 Розрахунок кондиціонування кабіни кранового машиніста

У зв'язку з надмірним теплом, якому піддається машиніст розливного крану і виділеннями шкідливих парів і газів (табл.2.2) передбачається кондиціонування повітря в кабіні. Це обумовлено тим, що в кабіні повинно підтримуватися нормальні метеорологічні умови. До метеорологічних чинників кабіни відносяться температура, вологість і швидкість руху повітря, теплове випромінювання.

Влітку для охолодження повітря використовують автономний кондиціонер. Автономний кондиціонер має джерело тепла і холоду, за допомогою яких готується повітря необхідних параметрів. Кондиціонер

обладнаний холодильними машинами з конденсаторами повітряного охолодження, який не потребує підводу води. Охолоджується повітря в повітроохолоджувачі, який по влаштуванню нагадує калорифер. Поверхня повітряохолоджувача призначена для зміни тепло- і вологовмісту повітря. Холодоносій - холодна вода. Як холодильний агент застосовують хладон-12 і хладон-22 (фреони). При використанні місцевих кондиціонерів подача повітря проводиться способом спадаючого потоку - повітряний струмінь великого діаметра подається на робоче місце зверху вниз з найменшої можливої відстані і з малою швидкістю для досягнення більшого ефекту.

Для визначення продуктивності кондиціонера, а також характеристик припливного повітря, яке подається в кабіну, знаходимо повітрообмін в приміщенні і будуємо I - d діаграму вологого повітря.

Визначаємо повітрообмін в кабіні машиніста з надлишками теплоти і вологи:

$$G=Q/(I_2 – I_1)=G_{в.п.}/d_2 – d_1 ,$$

де Q - кількість теплоти, що виділяється в приміщенні з урахуванням прихованої теплоти, що міститься в водяних парах, що виділяються в приміщенні, Вт;

$G_{в.п}$ – кількість надлишкової вологи, кг/год;

I_1, I_2 - повний тепловміст повітря, що видаляється і вводиться в приміщення, відповідно, кDж / кг сухого повітря;

d_2, d_1 – вологовміст повітря, що видаляється і вводиться в приміщення, відповідно, кг сухого повітря.

Значення I_2, I_1, d_1, d_2 беремо з I - d діаграми волого повітря (рис. 2.7).

При одночасному виділенні в приміщенні теплоти і вологи розрахунок повітрообміну рекомендується проводити за допомогою I-d діаграми вологого повітря. При користуванні I - d - діаграмою кількість повітря зручніше обраховувати в кілограмах на годину з подальшим переведенням (для вибору кондиціонерів) в об'ємні одиниці за формулою:

$$L=G/p,$$

де L – кількість повітря, $м^3$ /год;

G - кількість повітря, кг/год;

p – об’мна маса повітря, $кг/м^3$.

Кількість тепла і вологи, що виділяються машиністом при температурі повітря в кабіні 44 ° С визначаємо з таблиці [], Q=145 Вт; W=200г/год (вологовиділення);

Кількість тепла, що поступає від розплавленого металу:

$$Qрозк.=3500 Вт (заводські данні).$$

Теплові надходження до кабіни кранового машиніста Q = 3500 Вт = = 3,5 кВт.

Вологовиділення знаходимо за формулою:

$$W=n \quad g,$$

де n – кількість людей, 1 чоловік;

g – кількість вологи, що виділяється однією людиною, яке залежить від характеру роботи, що виконується; g=200 г/год;

$$W=1 \quad 200 = 200 г/год=0,2 кг/год;$$

Визначаємо показник напряму променя процесу в кабіні:

$$E_Л= Q /W= 3500/0,2 = 17500кДж/кг.$$

Наносимо на діаграму параметри зовнішнього та нутрішнього повітря: $t_н$=44°С, $I_н$=91 кДж/кг сухого повітря, $d_н$=18,5г/кг сухого повітря, =35%; $t_в$=22°С, $I_в$ =46 кДж/кг сухого повітря, $d_в$ = 10,5 г/кг сухого повітря, =50%;

Температура притпливного повітря: $t_{пр}=t_в-\Delta t=22-5=17$ °С.

Знаходимо на I-d-діаграмі положення крапки П, яка відповідає перетину променю процесу $E_л$= 17500 кДж/кг, проведеного через точку В та ізотерми $t_{пр}$=17 °С. Промінь процесу характеризує процес зміни стану повітря в кабіна за рахунок одночасного поглинання тепла та вологи. Крапка П характеризує параметри приточного повітря $t_{пр}$=17°С; $I_{пр}$=42 кДж/кг сухого повітря; $d_{пр}$=9,8 г/кг сухого повітря; =79%(рис. 2.8)

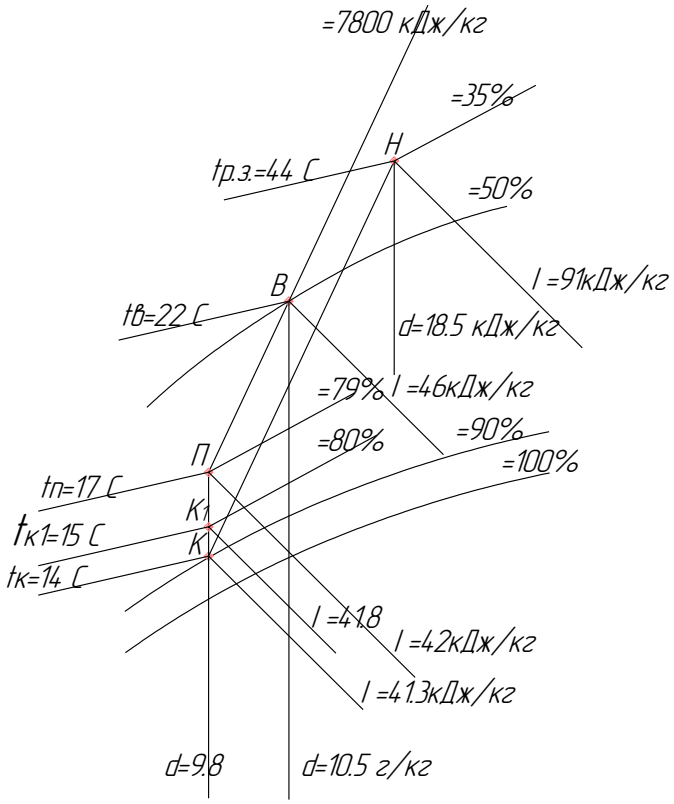


Рисунок 2.8 – I-d-діаграма волого повітря

Різниця вологовмісту внутрішнього і приточного повітря визначається графічно по I-d-діаграмі: i =$i_{вн}$-$i_{пр}$=46-42=4 кДж/кг.

Визначаємо повітрообмін для асиміляції теплоти і вологи:

$$G_л=Q/(I_{вн} - I_{пр})= 3500/(46-42)=14000 \text{ кг/год}$$

$$G_л= W/ (d_{вн}- d_п)=200/(10,5-9,8)=285,7 \text{ кг/год}$$

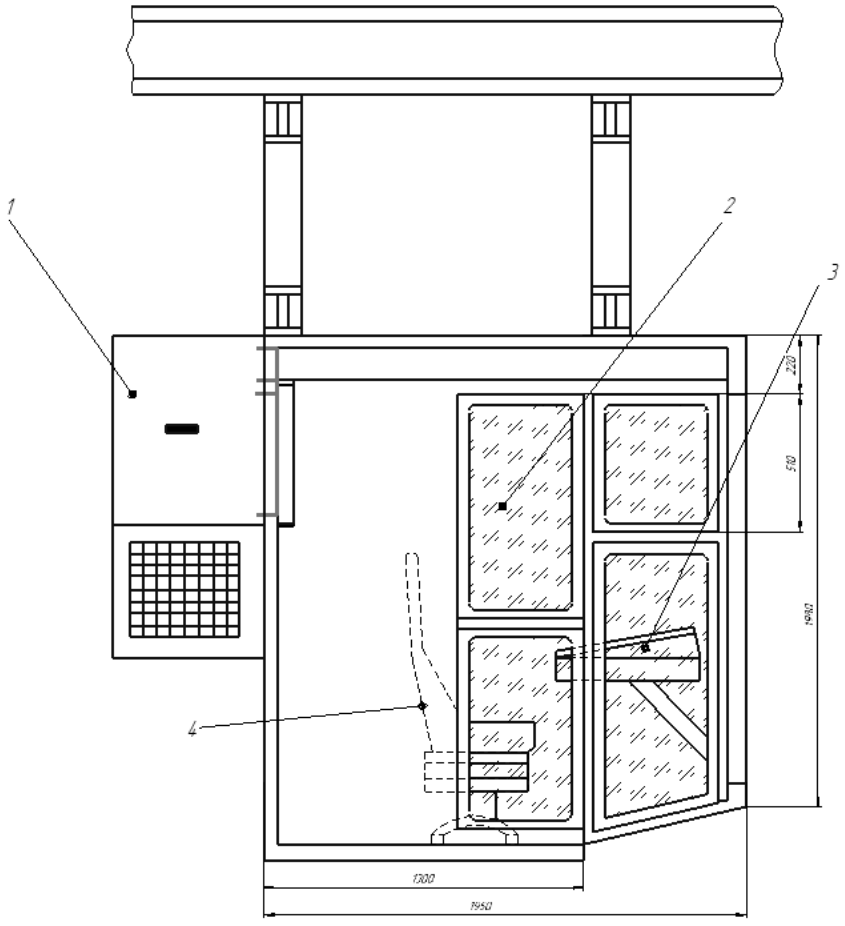
Находимо необхідний повітрообмін:

$$L=G/p=14000/l,197=11695,9\ м^3/год,$$

де p – густина повітря при $t_{пр}$=17 °С, кг/м^3.

Враховуємо необхідний повітрообмін L=11692 м^3/год, обираємо кондиціонер. Автономний кондиціонер КА-6А застосовується в кабінах і невеликих приміщеннях (об'ємом не більше 300 м^3) з метою підтримки в них заданої температури з точністю ± 1,5 ° С. У літню пору року він охолоджує і осушує повітря в приміщенні, а в перехідні періоди року підігріває його.

Схема встановлення кондиціонера в кабіні кранового машиніста розливного крану наведена на рис.2.9



1 – кондиціонер; 2 – жаростійке скло; 3 – пульт керування; 4 - крісло

Рисунок 2.9 – Схема встановлення кондиціонеру в кабіні кранового машиніста

2.8 Висновки до розділу

В результаті теоретичного аналізу шкідливих та небезпечних факторів, які діють на робітників мартенівського цеху встановлено, що найбільш значними є теплові надлишки та інфрачервона радіація. Для поліпшення умов праці робітників було запроектовано аерацію приміщенння мартенівського цеху, розраховано площу небезпечної зони від розливних жолобів, розраховано теплозахисний екран, який розміщується біля розливного жолобу, що дозволяє скоротити площу небезпечної зони, розраховано та запроектовано теплоїзоляцію та кондиціонування кабіни кранового машиніста.

3 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ТА ПОЖЕЖОБЕЗПЕКА В МАРТЕНІВСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

3.1 Дослідження електробезпеки мартенівського виробництва

Відповідно до Правилам улаштування електроустановок приміщення мартенівського цеху по небезпеці ураження струмом поділяють наступним чином:

- пічній та розливний прольоти - особливо небезпечні (висока температура повітря, струмопровідний пил, струмопровідна підлога);

- міксерне відділення - особливо небезпечне (висока температура повітря,, струмопровідна підлога);

- приміщення газоочистки - без підвищеної небезпеки.

Мартенівський цех оснащено великою кількістю електроприладів, електродвигунів. У цеху використовується різноманітне електрообладнання: заливальні і розливні крани, завалочні машини, щити управління технологічним процесом, допоміжне обладнання по ходу технологічного процесу та ін.

Максимальна напруга, яке використовується в цеху, 6000 В.

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-IIа 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-IIа 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.

3.2 Дослідження пожежобезпеки мартенівського виробництва

У мартенівському цеху є небезпека виникнення пожежі через наявність горючих газів, горючих рідин, рідкого металу і шлаку. Тому треба вживати заходів щодо попередження пожежонебезпечних ситуацій.

У роботі по попередженню пожеж головним напрямком є пожежна профілактика - система державних та громадських заходів, що проводяться з метою попередження пожеж, створення умов для евакуації людей з палаючих будівель і швидкого гасіння пожеж.

Пожежі, що відбуваються на території промислових підприємств, можуть охопити великі площі, швидко поширюватися під дією вітру, проникати всередину будівель. Тому дотримання необхідних вимог, що стосуються змісту території, є важливою складовою частиною загальної системи протипожежного захисту всього підприємства, і окремого цеху.

Шляхи, проїзди до будівель і споруд, під'їзди до джерел зовнішнього протипожежного водопостачання, доступ до первинних засобів

пожежогасіння (пожежним щитам, скриньках з піском) повинні бути завжди вільними, перебувати в справному стані.

Для полегшення і прискорення виявлення в нічний час пожежного обладнання, гідрантів, входів у будинки, територію цеху необхідно добре освітлювати.

На території всього підприємства заборонено влаштовувати звалища з горючих відходів.

У разі проведення ремонту на окремих ділянках доріг або проїздів необхідно негайно інформувати пожежну охорону.

Для проїзду пожежних автомобілів на залізничних коліях обладнуються суцільні настили на рівні верхніх країв рейок. Стоянка залізничних вагонів на переїздах без локомотива заборонена.

Для попередження вибухів в мартенівському цеху. Пов'язаних з рідкими продуктами плавки, необхідно у всіх випадках дає змогу уникнути взаємодії розплавленого металу і шлаку з вологою, та досягти найкращого просушування жолобів, сталевих і шлакових льотків, ковшів, підтримувати сухими робочі місця, майданчики, обладнання та інструмент. Не можна кидати в жолоби з розплавленим металом скрап, заправні матеріали, сміття і інші холодні і вологі предмети.

Засоби гасіння пожеж.

Засоби пожежогасіння призначені для ліквідації великих вогнищ пожеж, а також для гасіння пожеж в початковій стадії їх розвитку силами персоналу до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

У мартенівському виробництві застосовуються такі види первинних засобів пожежогасіння:

вогнегасники (пінні, вуглекислотні, брометілові і порошкові);

протипожежний інвентар: ящики з піском, покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу; пожежні відра; лопати для засипання піску;

пожежні інструменти: лом, сокири та ін.

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

Пожежні щити повинні забезпечувати затінення вогнегасників від прямих сонячних променів і доступність зняття пожежного інвентарю та інструменту. Ручний пожежний інструмент, наявний на щитах, необхідно очищати від пилу, бруду, слідів корозії, а також відновлювати кути заточування і фарбування після кожного гасіння.

Ящики для піску, що встановлюються окремо, повинні мати обсяг 0,5 м3, 1 $м^3$ або 3 $м^3$ і комплектуватися совковими лопатками і носилками. Пісок необхідно періодично перелопачувати.

Пожежний інвентар повинен фарбуватися в червоно-білі кольори і мати відповідні написи. Пожежний інструмент фарбується в чорний колір.

Основні засоби гасіння пожеж:

-охолоджуючі (вода, водні розчини, вуглекислота та ін.);

-розбавляють (вуглекислотний газ, водяна пара, інертні гази);

-ізолюючі (хімічна і повітряно-механічна піна, пісок, порошки);

-засоби хімічного гальмування горіння (брометил, хладон та ін).

У більшості випадків пожежа в мартенівському цеху гасять водою за допомогою гідрантів і пожежних кранів.

Пожежна сигналізація

Установки пожежної сигналізації повинні формувати імпульс на керування автоматичними установками пожежогасіння, димовидалення і оповіщення про пожежу при спрацьовуванні не менше двох автоматичних пожежних сповіщувачів, що встановлюються в одному контрольованому приміщенні.

Димові і теплові пожежні сповіщувачі слід встановлювати, як правило ан стелі. При неможливості установки на стелі допускається установка на стінах, балках, колонах. Димові і теплові сповіщувачі слід встановлювати в кожному відсіку стелі, обмеженому будівельними

конструкціями (балками, прогонами), які виступають від стелі на 0,4 м і більше.

Всередині будівлі сповіщувачі слід встановлювати на шляхах евакуації та при необхідності в окремих приміщеннях. Відстань між ними має бути не більше 50 м. Сповіщувачі встановлюються по одному на всіх сходових площадках кожного поверху.

Зовні будівель сповіщувачі належить встановлювати на відстані не більше 150 м один від іншого.

Станції пожежної сигналізації, концентратори, приймально-контрольні прилади слід встановлювати в приміщенні, де знаходиться персонал. Ведучий цілодобове чергування.

Звукові сигнали про пожежу повинні відрізнятися по тональності від звукових сигналів про несправність установок.

3.3 Висновки до розділу

В даному розділі проаналізовано приміщення мартенівського цеху з точки зору електробезпеки та пожежобезпеки. Запропоновані заходи по захисту персоналу мартенівського цеху від ураження електричним струмом, запропонованодії основні засоби гасіння пожеж.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи були зроблені наступні висновки:

1. Встановлено, що за останні 3 роки в чорній металургії спостерігається зменшення кількості травмованих під час ведення технологічного процесу, але водночас відбувається зростання кількості смертельно-травмованих;

2. Аналіз технологічного процесу отримання сталі в мартенівських печах показав, що при виплавці сталі в печах виникають шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які впливають на умови праці робітників: теплові і світлові випромінювання, виділення пилу і газу в виробниче приміщення, шум і вібрація;

3. Встановлено, що в результаті особливостей технологічного процесу плавки металу в мартенівських печах найбільш небезпечними та шкідливими факторами є виділення надлишкового тепла та інфрачервоної радіації;

4. Запроектовано аерацію приміщення мартенівського цеху. Для здійснення аерації приміщення мартенівського цеху влаштовуємо 3 ряди прорізів у поздовжніх стінах будівлі : на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 6 м та на рівні – 23 м. На даху встановлюємо витяжний ліхтар;

5. Встановлено, що небезпечна зона від сталерозливного жолоба мартенівського цеху становить 6,8 м^2.

6. Розраховано та запроектовано екран з альфолю товщиною , що встановлюється на відстані 1 м від розливного жолобу. За екраном буде знаходитися стіна з червоної цегли товщиною 17 мм.

7. Запроєктована теплоізоляція кабіни машиніста розливного крану. Зовнішня обшивка виконана з нержавіючої сталі товщиною 3 мм. Внутрішня обшивка кабіни виконана з мінеральної плити і декоративного пластику, що кріпиться до дерев'яних брусків. На стелю кабіни покладений шар базальтової вати, який покривається фанерою і декоративним пластиком.

Пол кабіни дерев'яний, встановлений на брусках, покладених на металевій підставі кабіни.

8. Робоче місце машиніста розливного крану захищено екраном, який складається з двох листів заліза, між якими прокладений шар базальтової вати. Стінки кабіни екранують на висоту 85 см від підлоги. Між екранами і стінками кабіни залишають зазор не менше 150 мм, що сприяє природній вентиляції простору між кабіною і екраном, і, таким чином, охолодження поверхні кабіни машиніста і екрану.

9. У зв'язку з надмірним теплом, якому піддається машиніст розливного крану і виділеннями шкідливих парів і газів передбачається кондиціонування повітря в кабіні за допомогою кондиціонера типу КА-6А.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Обеспечение промышленной безопасности металлургического производства. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/62506/33-Bolshakov7NEW.pdf?sequence=1 (дата звернення 05.04.2022).

2. Большаков В.И., Тубольцев Л.Г. Проблемы научно–технического обеспечения Программы развития черной металлургии Украины. *Теория и практика металлургии.* 1999. № 6. С. 3–6.

3. Долженков Ф.Е. Черная металлургия Украины: какой ей быть? *Сталь.* 1999. № 2. С. 80–84.

4. Большаков В.И., Кривченко Ю.С., Тубольцев Л.Г. Задачи и особенности реализации в черной металлургии перспективных технологических процессов. Металлургическая и горнорудная промышленность. 2001. № 3. С. 3–8.

5. Фонд соціального страхування. URL: http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/967423;jsessionid=F3A5B0EA5CD9CFFC7567B74767AAC5F6 (дата звернення 15.04.2022).

6. Воскобойников В.Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия: учебник для вузов. Москва : Академкнига, 2005. 767 с.

7. Авдеев В. А., Друян В. М., Кудрин Б. И. Основы проектирования металлургических заводов: справочник. Москва : Интермет Инжиниринг, 2002. 463 с. 7.

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. Расчёт аэрации. URL: https://www.promventholod.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/raschet-aeratsii.html (дата звернення 10.05.2022).

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

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

13. Охрана труда. Информационный ресурс. URL: http://ohranabgd.ru/metal/metal1_11.html (дата звернення 11.05.2022).

14. Обзор аварий на крановом оборудовании металлургических производств. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 10 (часть 1). С. 9-11

15. 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.

16. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-01-12] (Державні санітарні норми).

17. 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..

18. 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.

19. Травматизм на виробництві в Україні у 2017 році: статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики України, 2018. 132 с.

20. 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 (дата звернення 12.05.2022).

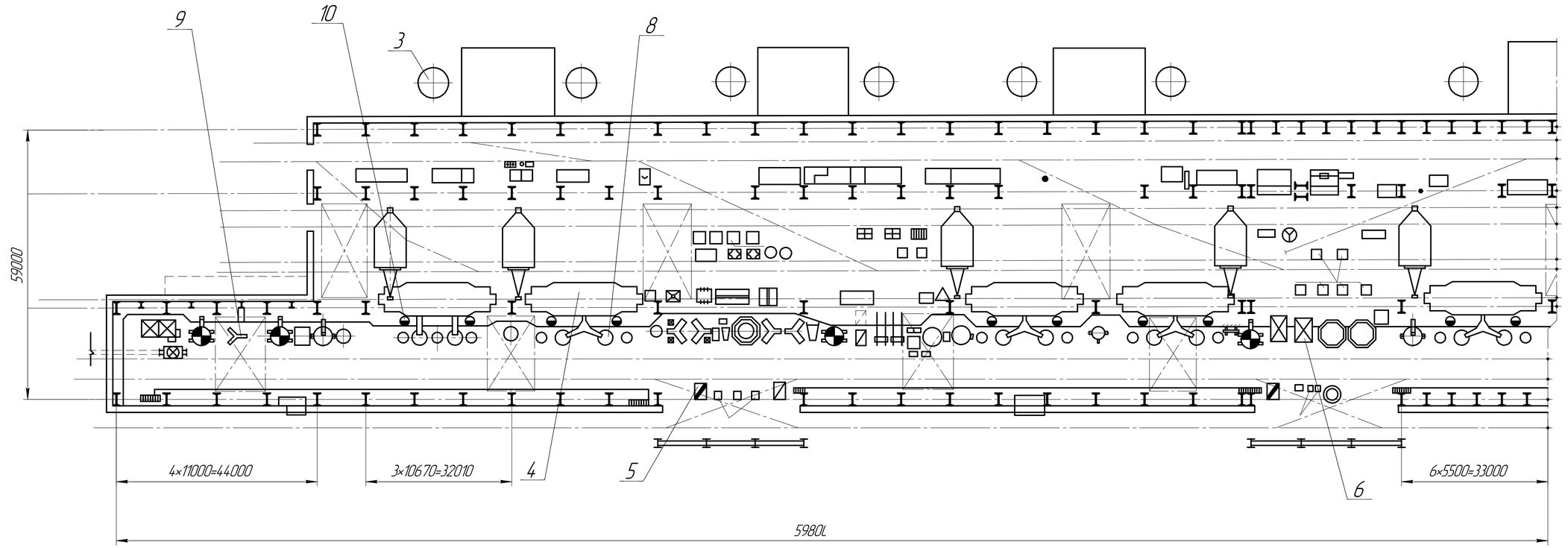
21. Причины производственного травматизма в металлургии. URL: https://metallplace.ru (дата звернення 12.05.2022).

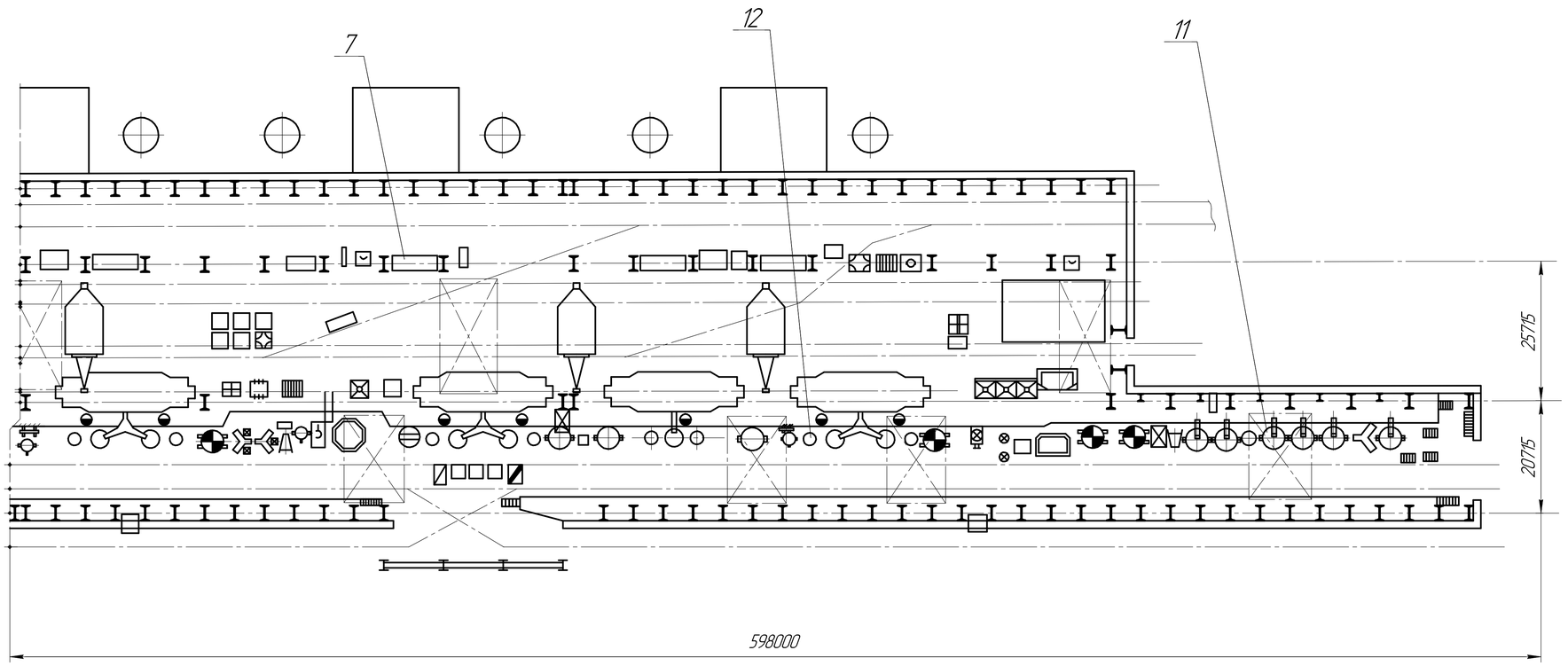
22. Кожемякін Г.Б., Бєлоконь К.В. Теоретичні основи та техніка захисту повітряного басейна : метод. вказівки до виконання курсового проекту та лабораторних робіт для студ. ЗДІА напряму 6.040106 "Екологія, охорона навкол. середовища та збалансоване природокористування". Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 115 с.

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

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

ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.001 ЗВ





Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.101	Кімната відпочинку розливальників	1	
2	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.102	Розливна площадка	1	
3	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.103	Димова труба	1	
4	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.104	Мартенівська піч	1	
5	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.105	Грейфер	1	
6	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.106	Консольний кран	1	
7	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.107	Пульт керування МП	1	
8	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.108	Сталерозливний ківш	1	
9	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.109	Сталевипускний жолоб	1	
10	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.110	Бункер-дозатор	1	
11	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.111	Сушка ковша	1	
12	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.112	Чаша для зливу шлаку з печі	1	

ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.001 ЗВ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Колесник Г.О.		
Керівник		Манійна Е.А.		
Консул.		Манійна Е.А.		
Н.контр.		Белоконь К.В.		
Затв.		Кожемякін Г.Б.		

Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

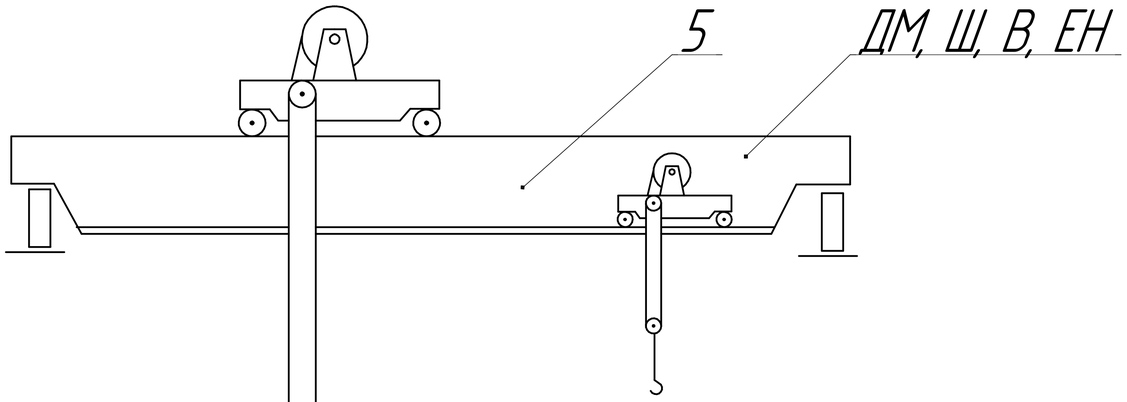
Літ.	Маса	Масштаб
Д	Н	1:500

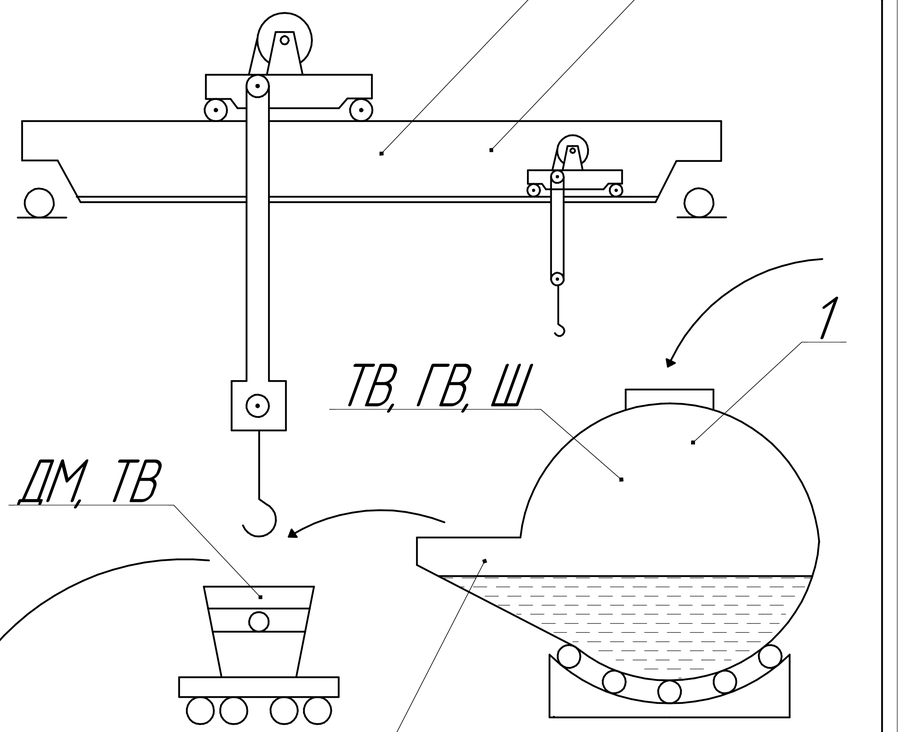
Лист 1	Листів 6

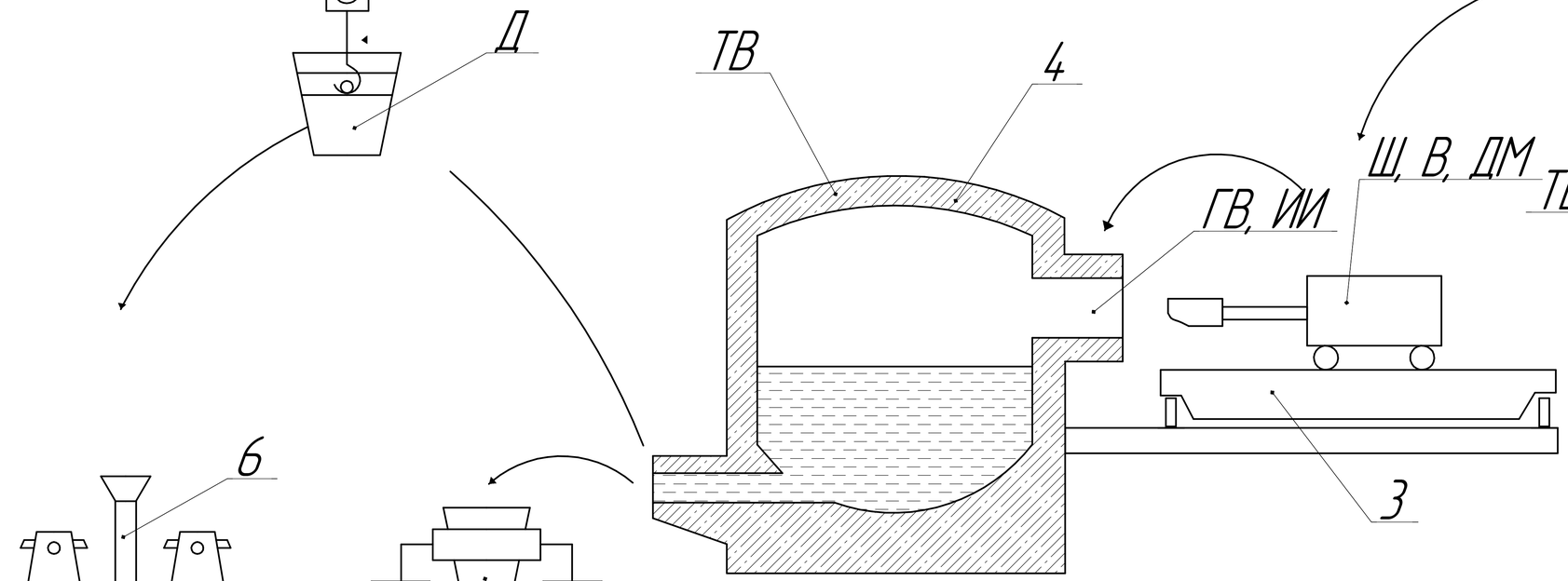
План мартенівського цеху

Міністерство освіти і науки України ІНН ім. М.Ю. Потебні ЗНУ каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1бз

ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.200 СХ





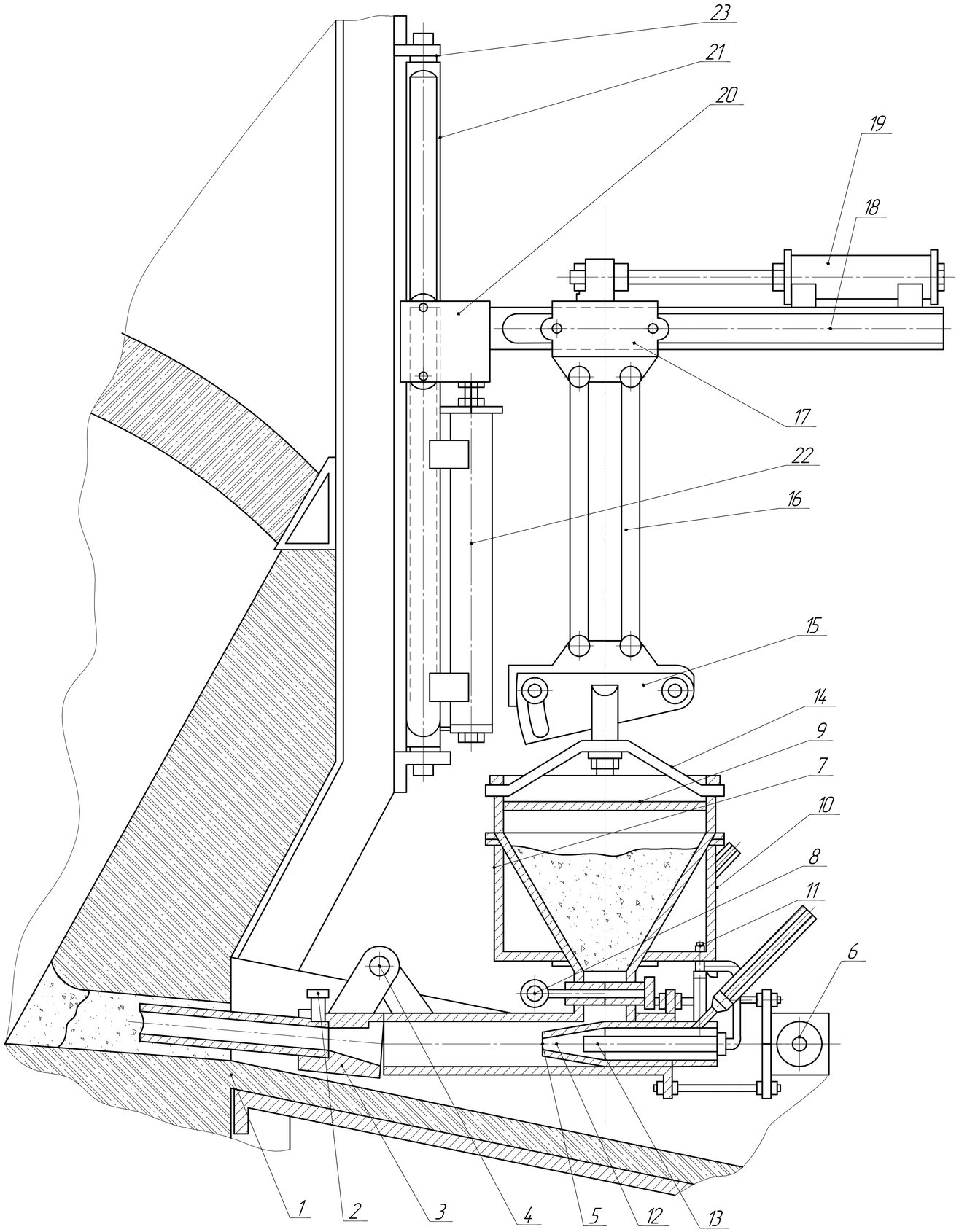


Найменування	Позначення
ДМ	Рухомі механізмми
ИИ	Випромінювання інфрачервоне
ТВ	Тепловиділення
ЕН	Електронебезпека
В	Вібрація
ГВ	Газовиділення
Ш	Шум

Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Міксер	2	
2	Заливальний кран	2	
3	Мульдозавальна машина	1	
4	Мартенівська пічь	9	
5	Розливальний кран	2	
6	Разлив в виливниці	1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.002 СХ			
Розроб.		Колесник Г.О.			Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії	Літ.	Маса	Масштаб
Керівник		Манійна Е.А.				д		
Консул.		Манійна Е.А.				Лист 2	Листів 6	
Н.контр.		Білокань К.В.			Апаратурно-технологічна схема	Міністерство освіти і науки України ІННІ ім. М.О. Потебні ЗНУ каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1бз		
Затв.		Кожемякін Г.Б.						

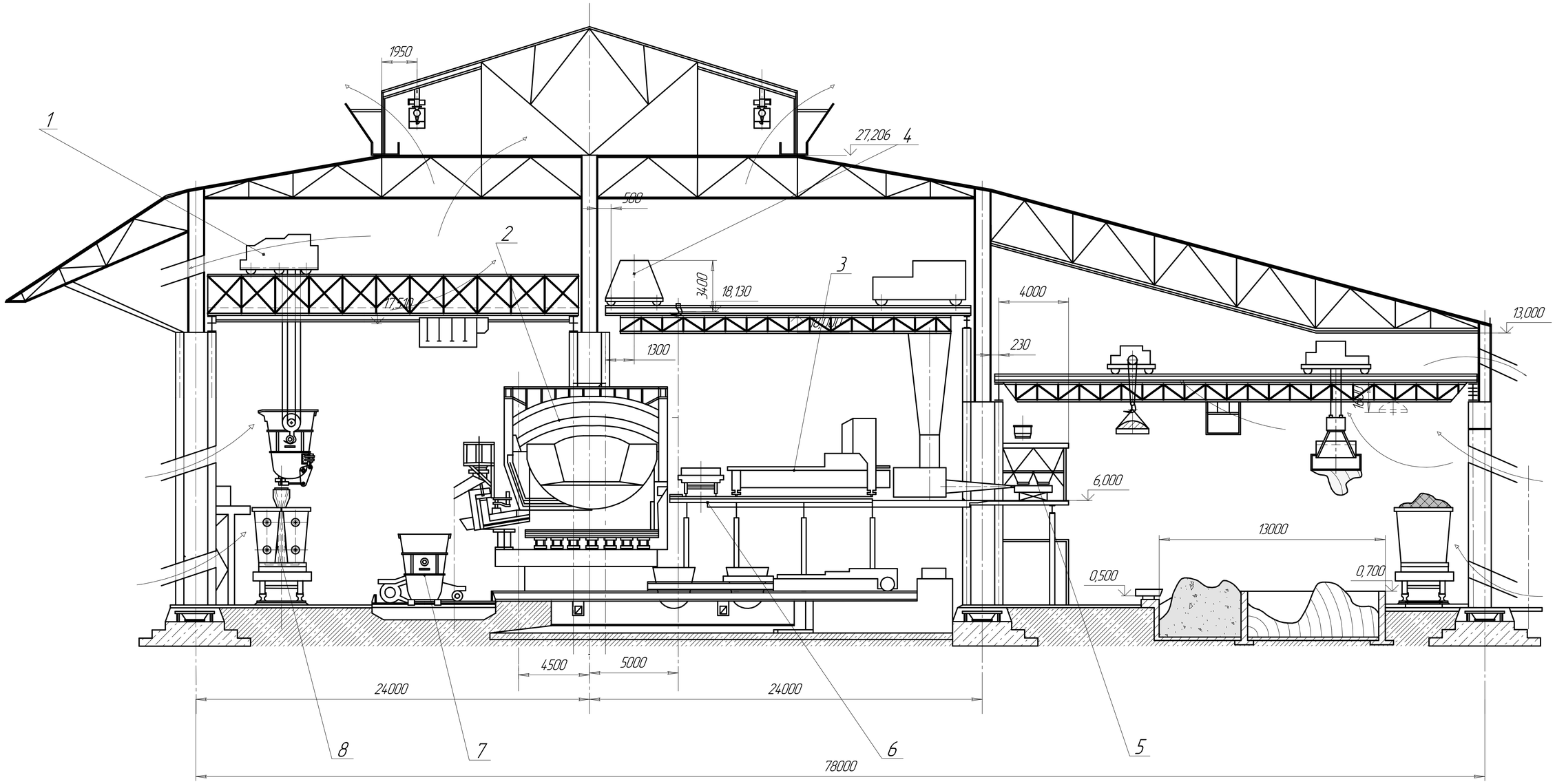
ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.300 СХ



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Пробійник	1	
2	Болт	1	
3	Втулка	1	
4	Шарнір	1	
5	Зволожувач	1	
6	Пневмовібратор	1	
7	Воронкоподібний 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	Пневмоциліндр	1	
20	Каретка	1	
21	Вертикальна балка	1	
22	Пневмоциліндр	1	
23	Підшипник	1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.003 СХ			
Розроб.		Колесник Г.О.			Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії	Літ.	Маса	Масштаб
Керівник		Манойна Е.А.				д	н	
Консул.		Манойна Е.А.				Лист 3	Листів 7	
Н.контр.		Белоконь К.В.			Пристрій для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі	Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. М.О. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1бз		
Затв.		Кожемякін Г.Б.						

ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.400 ЗВ



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.401	Розливний кран	1	
2	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.402	Мартенівська піч	1	
3	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.403	Напольна завальна машина	1	
4	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.404	Заливний кран	1	
5	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.405	Чавуновіз	1	
6	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.406	Робоча площадка	1	
7	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.407	Шлаковіз	1	
8	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.408	Состав з виливницями	1	

ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.004 ЗВ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Колесник Г.О.		
Керівник		Манійна Е.А.		
Консул.		Манійна Е.А.		
Н.контр.		Белоконь К.В.		
Затв.		Кожемякін Г.Б.		

Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

Літ.	Маса	Масштаб
Д Н		1:500

Лист 4 Листів 7

Загальний вигляд агрегату в мартенівському цеху

Міністерство освіти і науки України ІННІ ім. М.В. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1Бз

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

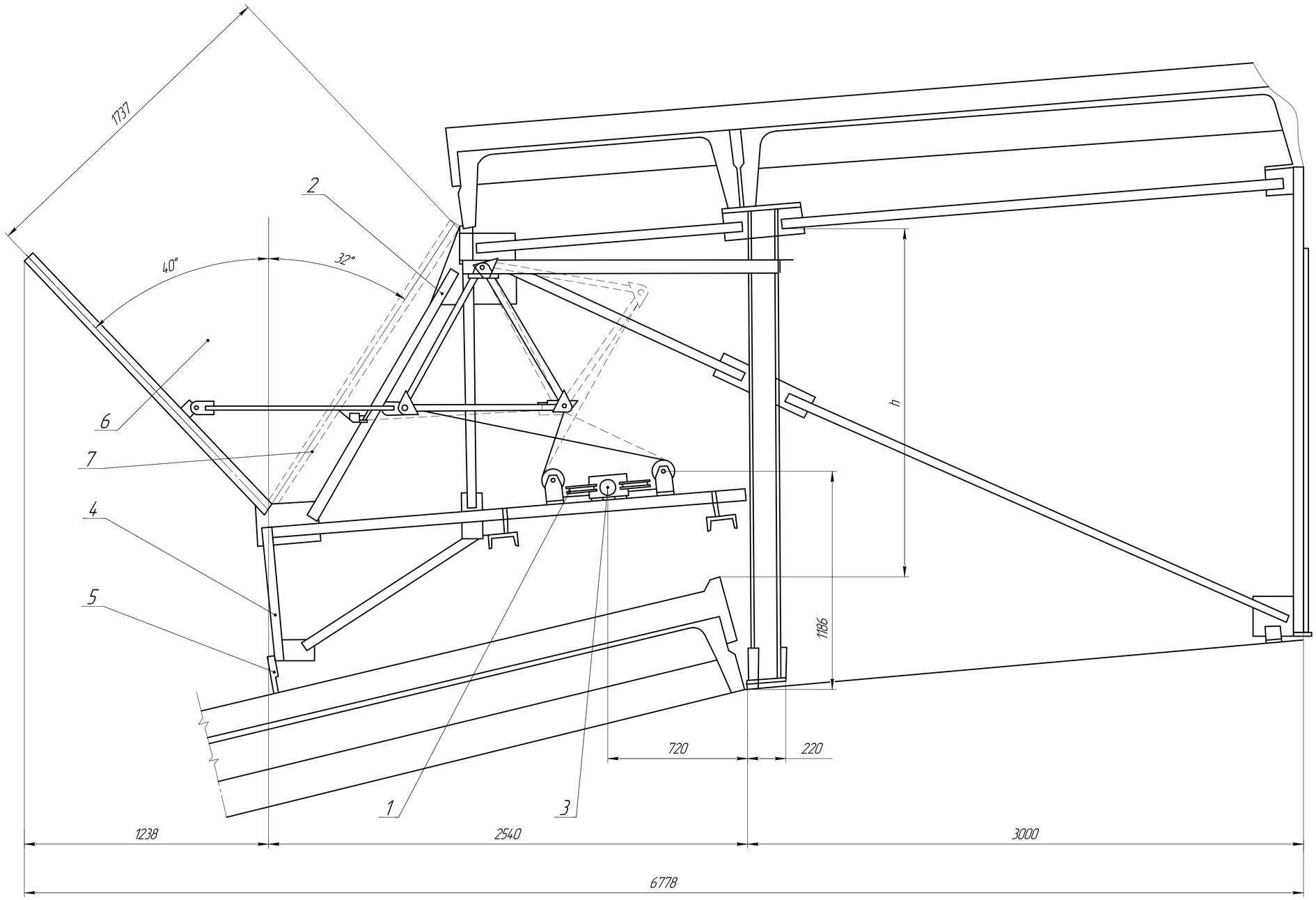
Инв. № подл.

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.500 ЗВ



Поз	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.501	Пристрій механізму, який передає	1	
2	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.502	Пристрій механізму, який зважує	1	
3	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.503	Штанга механізму	1	
4	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.504	Підвісна панель	1	
5	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.505	Регулюючий лист	1	
6	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.506	Торцевий щит	1	
7	ІНН! ЗНУ.Д2.24-19.507	Глуха панель	1	

ІНН! ЗНУ. Д2.24-19.005 ЗВ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Колесник Г.О.		
Керівник		Манійна Е.А.		
Консул.		Манійна Е.А.		
Н.контр.		Белоконь К.В.		
Затв.		Кожемякін Г.Б.		

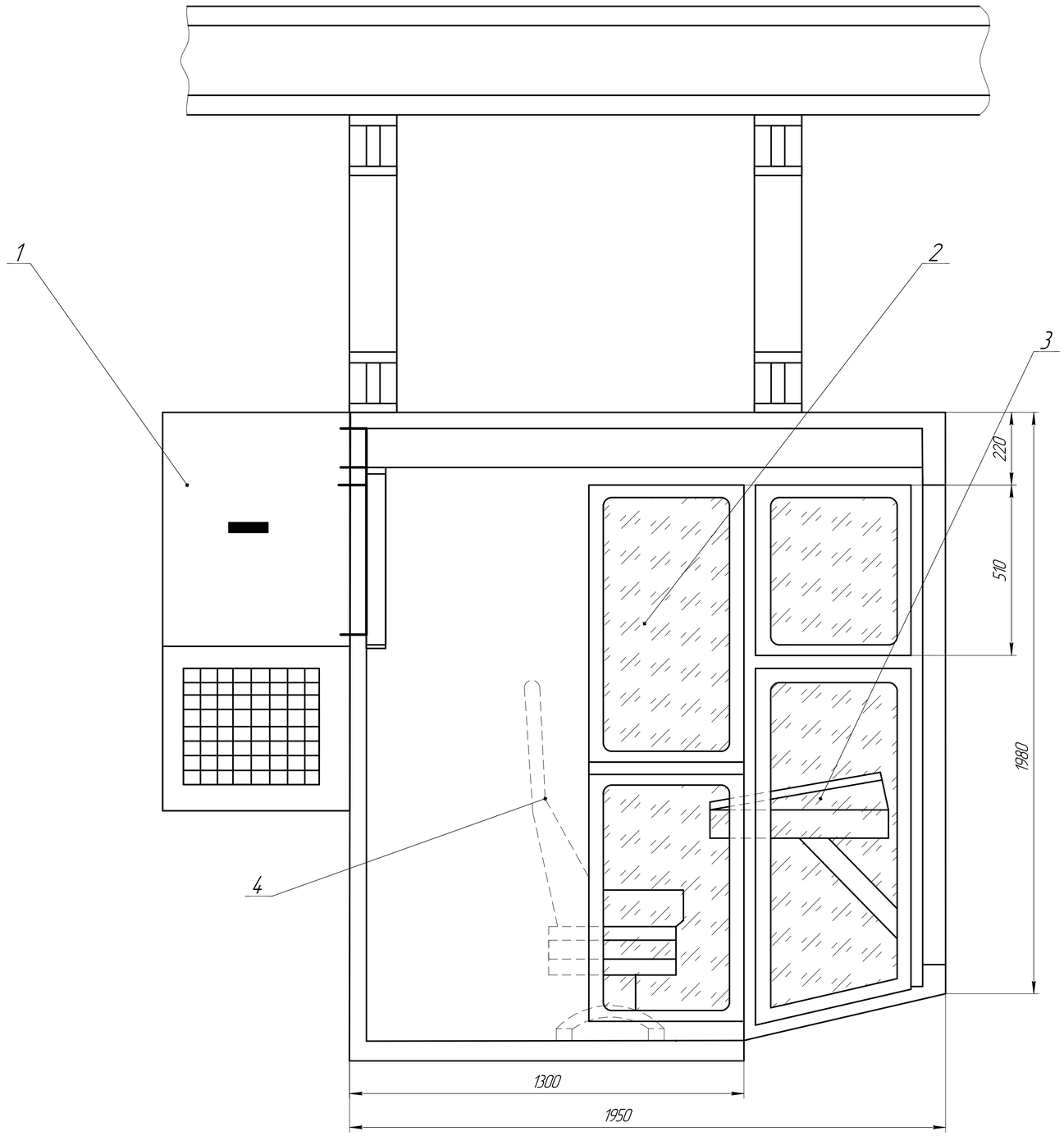
Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

Аераційний ліхтар

Літ.	Маса	Масштаб
Д Н		1:20

Лист 5 Листів 7

Міністерство освіти і науки України ІНН ім. М.Е. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1бз



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.601	Кондиціонер	1	
2	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.602	Скління	1	
3	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.603	Пульт керування	1	
4	ІННІ ЗНУ.Д2.24-19.604	Сидіння	1	

ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.006 ЗВ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Колесник Г.О.		
Керівник		Манійна Е.А.		
Консул.		Манійна Е.А.		
Нконтр.		Белоконь К.В.		
Затв.		Кожемякін Г.Б.		

Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

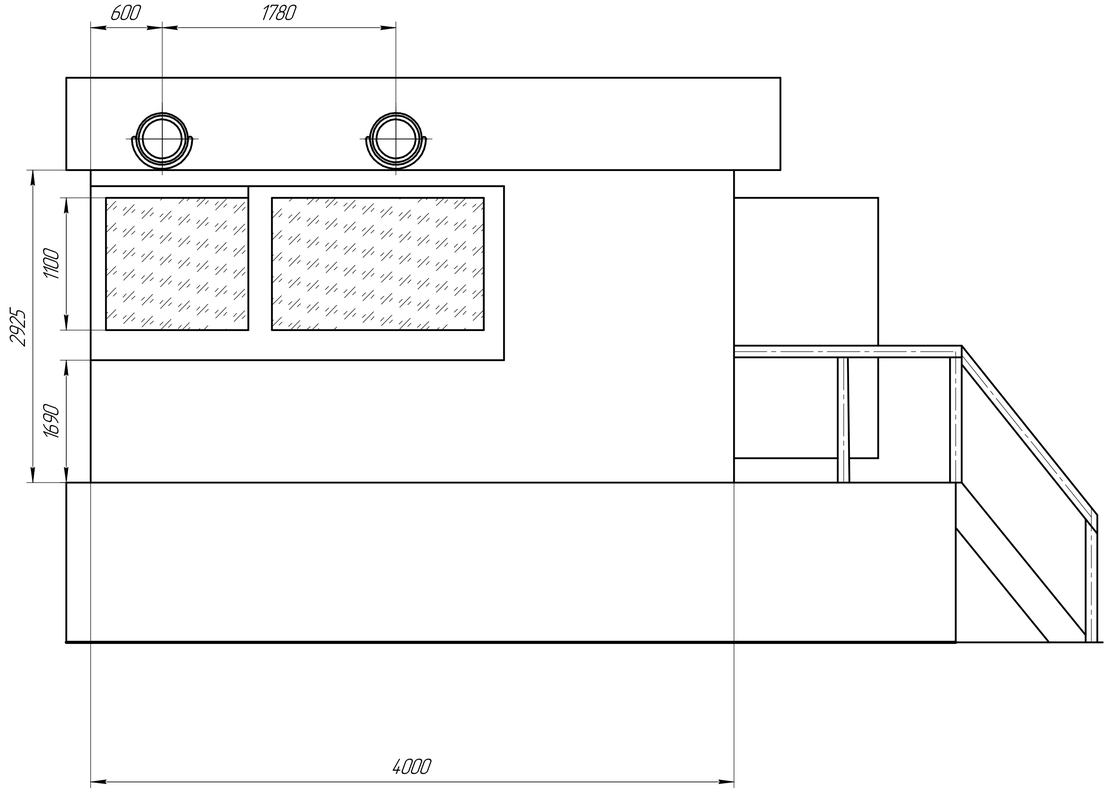
Літ.	Маса	Масштаб
Д Н		1:10

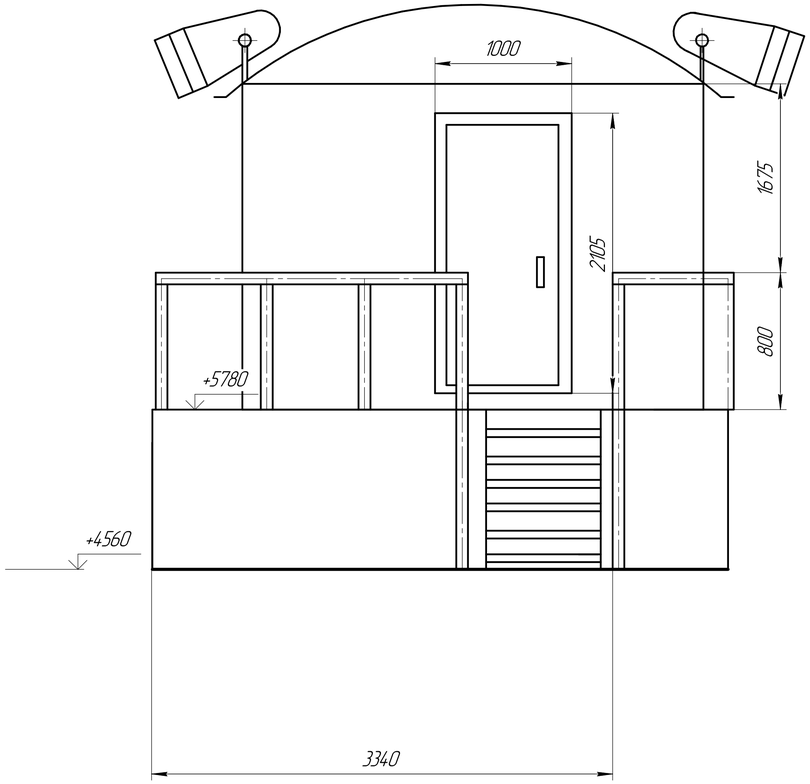
Лист 6 Листів 7

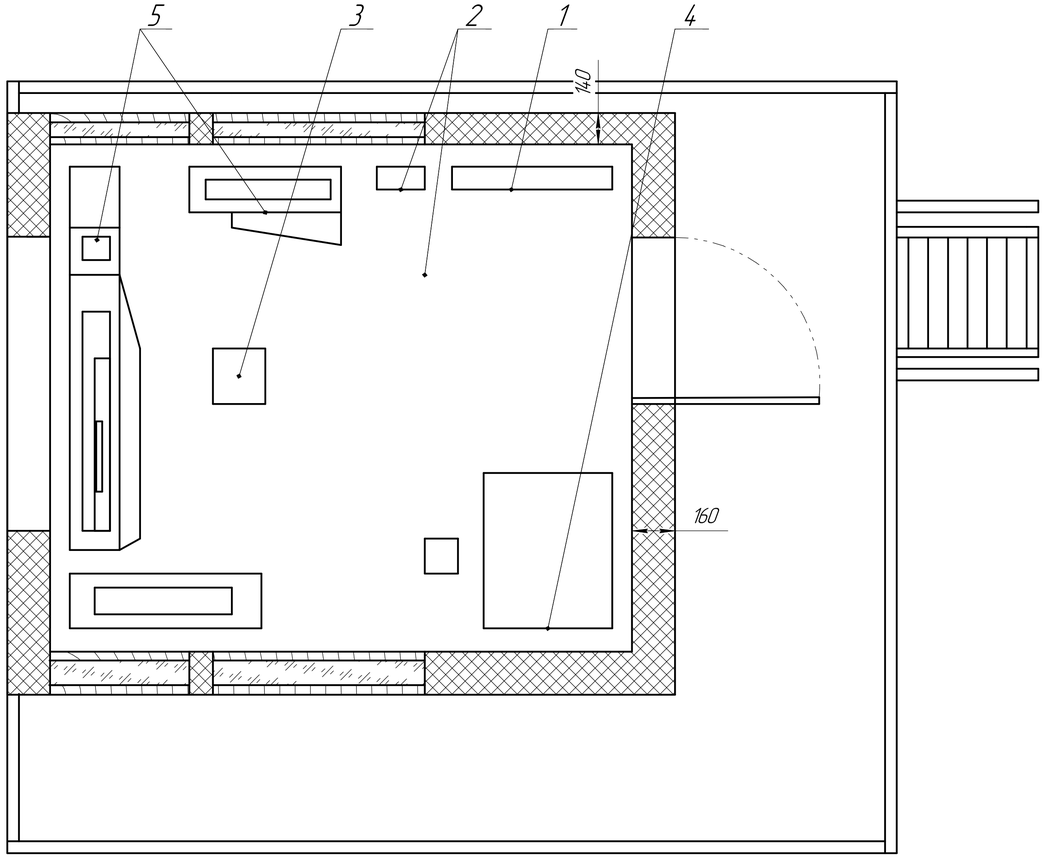
Кабіна кранового машиниста з теплоізоляцією та кондиціонером

Міністерство освіти і науки України ІННІ ім. М.О. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1бз

ІННІ ЗНУ Д2 24-19. 700 ЗВ







Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ ЗНУ Д2. 24-19. 701	Пульт керування	1	
2	ІННІ ЗНУ Д2. 24-19. 702	Рукомийник	1	
3	ІННІ ЗНУ Д2. 24-19. 703	Шафа електрика	1	
4	ІННІ ЗНУ Д2. 24-19. 704	Кондиціонер	1	
5	ІННІ ЗНУ Д2. 24-19. 705	Стіл для комп'ютери	1	

ІННІ ЗНУ. Д2.24-19.007 ЗВ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Колесник Г.О.		
Керівник		Манійна Е.А.		
Консул.		Манійна Е.А.		
Н.контр.		Белоконь К.В.		
Затв.		Кожемякін Г.Б.		

Моніторинг умов праці та розробка заходів з охорони праці для працівників підприємств чорної металургії

Літ.		Маса	Масштаб
д	н		1:20

Лист 7 Листів 7

Пост керування для сталевара мартенівської печі

Міністерство освіти і науки України ІНН ім. М.Ю. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. ЦБ-17-1оз

Копировал

Формат А2×2

Перед. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.