

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

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота/проект**

рівень вищої освіти другий (магістерський)

на тему «Розробка заходів щодо поліпшення умов праці в цехах холодної прокатки»

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи 8.2630-з

Спеціальності 263 «Цивільна безпека»

(назва)

Освітньої програми «Охорона праці»

(назва)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

Рибалка В.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Манідіна Є.А.

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

Рецензент доцент, к.т.н. Цимбал В.А.

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

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 другий (магістерський)

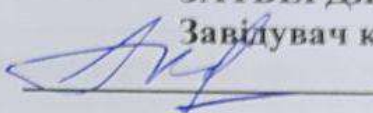
Спеціальність 263 «Цивільна безпека»  
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Освітня програма «Охорона праці»  
(номер)

Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Г.Б. Кожемякін

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Рибалка Вікторія Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Розробка заходів щодо поліпшення умов праці в цехах холодної прокатки».

керівник роботи Манідіна Євгенія Анатоліївна, доцент, канд.техн. наук

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “30” 06 2021 року № 975-с

2. Строк подання студентом \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи карта умов праці на робочому місці у цеху холодної прокатки

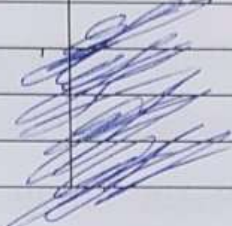
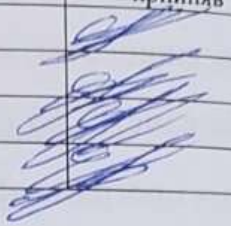
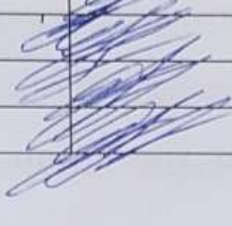
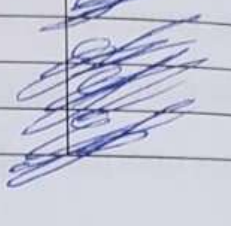
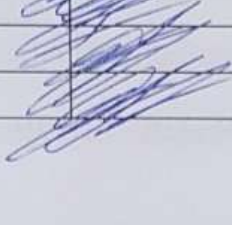
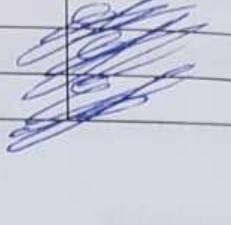
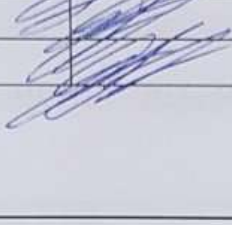
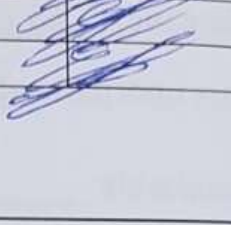
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, теоретичний розділ, дослідницький розділ, проектний розділ, економічна ефективність проекту, висновки, список джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 10 креслень: план розташування технологічних ділянок та обладнання цеху холодної прокатки, травильна установка, апаратурно-технологічна схема процесу прокатки в ЦХП із зазначенням шкідливих та небезпечних факторів, система припливної вентиляції у прокатному відділенні, розрахункова схема для аеродинамічного розрахунку витяжної вентиляції, організована система місцевої витяжної вентиляції від ванн травлення, звукоізоляційний пост управління, схема заземлення, схема



автоматичної пожежної сигналізації та аерозольного пожежогасіння машинного за агрегату загартування, економічна оцінка запропонованих заходів

### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Манідіна Є.А.		
2	доцент Манідіна Є.А.		
3	доцент Манідіна Є.А.		
4	доцент Манідіна Є.А.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	01.09-30.09.2021	
2	Аналіз зібраного матеріалу	01.10-15.10.2021	
3	Виконання 1 розділу	15.10-01.11.2021	
4	Виконання 2 розділу	01.11-10.11.2021	
5	Виконання 3 розділу	11.11-01.12.2021	
6	Виконання 4 розділу		
7	Розробка креслень	01.11-01.12.2021	
8	Перевірка роботи консультантами	01.11-01.12.2021	
9	Попередній захист роботи	29.11.2021	
9	Захист роботи у ЕК	09.12.2021	

Студент

  
(підпис)

Рибалка В.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)

  
(підпис)

Манідіна Є.А.

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

  
(підпис)

Белоконь К.В.

(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

На кваліфікаційний проєкт на тему «Розробка заходів щодо поліпшення умов праці в цехах холодної прокатки», який включає 133 сторінок тексту, 17 рисунків, 4 таблиці, 24 використаних джерел посилання.

**ПРОКАТКА, ТРАВЛЕННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, РІВЕНЬ БЕЗПЕКИ, ГІГІЄНА ПРАЦІ, ШУМ, ВІБРАЦІЯ, ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ, ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕКА, ПОЖЕЖНА СИГНАЛІЗАЦІЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.**

**Об'єкт проєктування** – шкідливі та небезпечні чинники виробничого середовища цеху холодної прокатки.

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

**Мета проєкту** – розробка заходів і засобів захисту від впливу шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища в цехах холодної прокатки.

У кваліфікаційному проєкті приведені технологічний процес прокатки сталі на стані 2800, процес відпалу у термічному відділенні цеху, процес травлення металу. Досліджена безпека технологічних процесів холодної прокатки і виробничого обладнання, розглянуті вимоги безпеки к технологічному процесу у травильному відділенні, апаратурно-технологічна схема прокатного виробництва із зазначенням шкідливих та небезпечних факторів процесу. Розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху холодної прокатки. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця травильника. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії, розглянуті заходи щодо техніки електробезпеки і пожежної безпеки. Виконано розрахунки системи припливної вентиляції, системи місцевої витяжної вентиляції від травильних ванн, звукоізоляційного посту управління, захисного заземлення електроустаткування прокатного стану, аерозольного пожежогасіння машинного залу агрегату загартування.

## ЗМІСТ

ВСТУП . . . . .	7
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	9
1.1 Технологічний процес прокатки сталі на стані 2800 . . . . .	9
1.2 Приймання, транспортування та обробка гарячекатаних та холоднокатаних листів . . . . .	13
1.3 Процес відпалу у термічному відділенні цеху . . . . .	19
1.4 Процес травлення металу . . . . .	28
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ . . . . .	37
2.1 Безпека технологічних процесів та обладнання . . . . .	37
2.1.1 Безпека технологічного процесу . . . . .	37
2.1.2 Забезпечення безпеки при холодному різанні металу . . . . .	41
2.1.3 Вимоги безпеки к технологічному процесу у травильному відділенні . . . . .	46
2.1.4 Безпека виробничого обладнання . . . . .	47
2.1.5 Аналіз потенційних небезпек в цеху холодної прокатки . . . . .	48
2.1.6 Заходи по забезпеченню безпеки працюючих . . . . .	50
2.2 Аналіз потенційно шкідливих чинників виробничого середовища	53
2.3 Заходи щодо запобігання шкідливим факторам . . . . .	62
2.4 Електробезпека. Характеристика приміщень цеху з електричної небезпеки. Заходи захисту від ураження електричним струмом . . . . .	79
2.5 Характеристика цеху з пожежної небезпеки. Засоби пожежогасіння . . . . .	86
2.6 Інженерний захист територій . . . . .	92
3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	94
3.1 Розрахунок припливної системи вентиляції . . . . .	94
3.2 Розрахунок місцевої витяжної вентиляції від травильних ванн	101
3.3 Інженерна розробка заходів захисту від шуму . . . . .	107

3.4 Розрахунок повторного заземлення нульового дроту та перевірка на відключаючу здатність . . . . .	110
3.5 Захист від ураження електричним струмом електродвигунів стану 2800 . . . . .	115
3.6 Розрахунок необхідної кількості генераторів вогнегасного аерозолю . . . . .	118
4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ . . . . .	123
4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму . . . . .	123
4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в цеху холодної прокатки . . . . .	126
ВИСНОВКИ . . . . .	130
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ . . . . .	133

## ВСТУП

Відомо, що Україна, входячи в Топ-10 найбільших світових виробників сталі, значною мірою відстає від інших країн за застосуванням новітніх прогресивних технологій, рівнем технологічного обладнання, енергоємності прокату й екологічної безпеки [1].

Прокат є основним видом металургійної продукції. Технологічний процес прокатки є завершальною стадією металургійного виробництва. Приблизно 90% всієї сталі, що виплавляється, обробляється в прокатних цехах. Прокатка відноситься до основних способів обробки металів тиском.

Прокаткою називається процес пластичного деформування тіл між приводними валками, що обертаються. Кінцеву продукцію складає прокат різного сортаменту та призначення: товста та тонка листова сталь, кутова кругла та квадратна сталь, швелер, смуги, залізничні рейки, двотаврові балки, профілі спеціального призначення. Прокат є найбільш масовим видом конструкційних матеріалів і знаходить широке застосування у машинобудуванні, металообробці, будівництві та ін.

Розглядаючи прокатне виробництво, варто зазначити, що технологія прокатного виробництва, а зокрема холодної прокатки листової сталі, характеризується високою інтенсивністю виробництва, складним комплексом технологічних операцій, застосуванням потужного механічного, електричного та термічного обладнання. Підтримка допустимих умов праці в прокатному виробництві згідно з НПАОП 27.1-1.04-09 «Про затвердження правил охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу» [2] може бути досягнута шляхом дослідження величини та рівня шкідливих чинників у робочій зоні безперервного прокатного стану та розробки раціональних засобів захисту від шкідливих та небезпечних чинників виробничого середовища.

Саме тому для потреб українських металургійних підприємств необхідно удосконалити засоби захисту від шкідливих та небезпечних

чинників виробничого середовища у цехах холодної прокатки.

На сьогодні на металургійних підприємствах системи захисту від факторів виробничого середовища не завжди забезпечують санітарні вимоги до умов праці, які визначаються технологією виробничого процесу й санітарно-гігієнічною обстановкою, що створюється на робочих місцях. Підтримання допустимих умов праці в прокатному виробництві, а зокрема в цехах холодної прокатки (ЦХП), може бути досягнуте шляхом дослідження величини й рівня шкідливих чинників у робочій зоні безперервного прокатного стана й розроблення раціональних засобів захисту від шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища [1, 2].

Саме тому виникає потреба в розробленні раціональних засобів захисту від шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища, що своєю чергою є актуальним і важливим науково-технічним завданням з точки зору охорони праці й поліпшення екологічної безпеки.

Усі відділення ЦХП є джерелами шкідливих і небезпечних чинників виробничого процесу, які негативно діють чи можуть позначитися у майбутньому на здоров'я та загальний стан організму робітників комбінату та населення. Робочий знаходиться на підприємстві 1/3 доби, коли сприймає на собі вплив різних виробничих чинників: технологічного процесу, устаткування, виробничого середовища, процесу праці з його фізичним і нервовим навантаженням [3]. Тому головним завданням кваліфікаційного проєкту є виявити основні небезпечні чинники виробничого процесу і розробити заходи щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу.



## 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Технологічний процес прокатки сталі на стані 2800

Цех холодної прокатки на стані «2800» виробляє холоднокатаний лист товщиною від 1,5 до 5,0 мм, шириною 1000-2300 мм і довжиною до 3500 мм з вуглецевих марок сталі. У складі цеху мається спеціалізоване відділення з виробництва шліфованих і полірованих листів і рулонів. Максимальна виробнича потужність по гарячекатаному прокату – до 3,6 млн. т, по холоднокатаному прокату – 1 млн. т, по холодногнутих профілів – до 500 тис. т.

Технологічний процес з погляду готового прокату є завершальною стадією металургійного виробництва. Через прокатні цехи проходить майже вся сталь, що виплавляється в сталеплавильних цехах. План розташування технологічних ділянок та обладнання ЦХП представлений на рис. 1.1 [4].

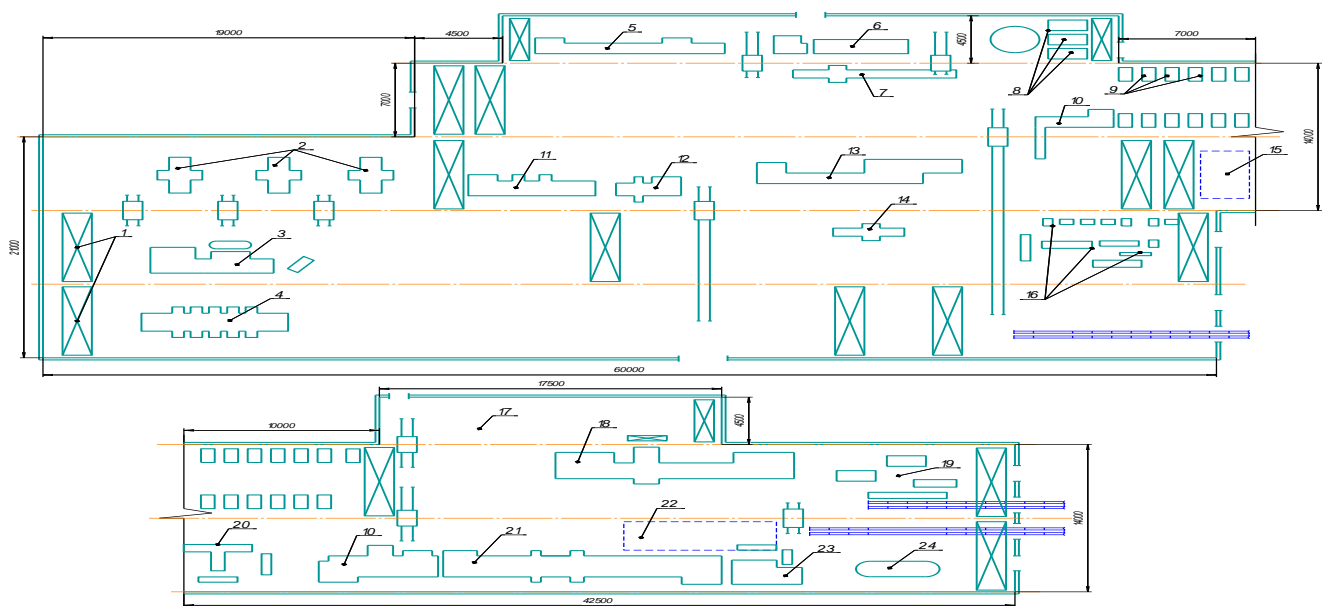
Вихідним матеріалом для прокатного виробництва в цеху холодної прокатки є зливки та литі заготовки, що мають поперечний переріз квадратної або прямокутної форми, а також круглої форми (при виробництві труб, коліс та бандажів).

Всі прокатні стани можна класифікувати за трьома ознаками: за кількістю та розташуванням валків у робочих клітках, за розташуванням робочих клітей, за призначенням станів. Конструктивні особливості прокатних станів визначають заходи безпеки під час їх обслуговування.

Стан 2800 призначений для прокатки та дресирування листів нержавіючих, легованих та вуглецевих сталей. Стан складається з нереверсивної 4-х валкової робочої клітки та допоміжного обладнання: аеродинамічного розкладача листів, кантувача пачок листів для ручної розкладки листів, листопрямильної промаслювальної машини, укладача листів, а також рольгангів, що подають і прибирають листи. Схема розташування обладнання двоклітьового стану 2800 показано на рис. 1.2.

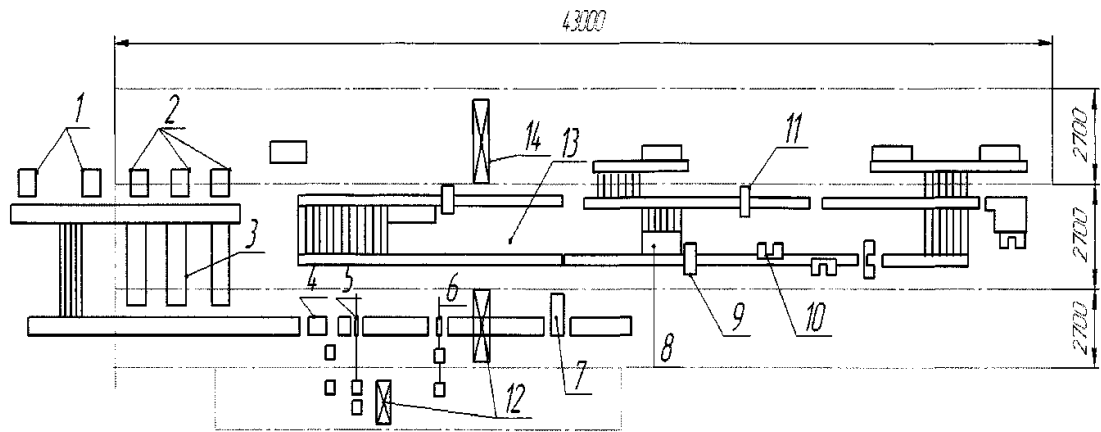
Прокатка вуглецевих, легованих та нержавіючих сталей на стані 2800 проводиться партіями в один або два прийоми. Перший варіант – в один прийом: чернова та чистова прокатка. Застосовується при прокатуванні вуглецевих та легованих сталей у насічених робочих валках. Другий варіант – у два прийоми: перша чернова прокатка та друга чистова прокатка. Застосовується при прокатуванні вуглецевих, легованих та нержавіючих сталей у робочих валках зі шліфованою поверхнею.

При чорновій прокатці нержавіючих сталей у робочих валках з насіченою поверхнею та чистовій прокатці – у робочих валках зі шліфованою поверхнею, у цьому випадку сумарне абсолютне обтиснення при чистовій прокатці має бути 0,3 мм [5].



1 – електромостові крани; 2 – полірувальні верстати; 3 – агрегат миття та нанесення покриттів; 4 – агрегат шліфування смуг; 5 – загартована піч; 6 – лужна ванна; 7 – чистильно-мийний агрегат; 8 – ванна кислотного травлення; 9 – ковпакові печі; 10 – агрегат різання рулонів; 11 – верстат з тягучими роликками; 12 – верстат із жорстким столом; 13 - агрегат шліфування пластин; 14 – листопрямляльна машина; 15 – ділянка сортування; 16 – механічна майстерня; 17 – машинний зал; 18 – стан 2800; 19 – майстерня з ремонту валків; 20 – гільйотинні ножиці; 21 – агрегат поздовжньо-поперечного різання; 22 – пакувальний майданчик; 23 – промаслювальна машина; 24 – склад готової продукції

Рисунок 1.1 – План розташування технологічних ділянок та обладнання ЦХП



I – проліт основного обладнання; II – машинний зал; III – проліт оздоблювального обладнання; IV – проліт складу готової продукції; 1 – завантажувальні пристрої; 2 – штовхачі; 3 – нагрівальні печі; 4 – кліть із вертикальними валками; 5 – чорнова дуо-реверсивна кліть; 6 – чистова універсальна кліть кварто; 7 – правильна машина; 8 – кантувач; 9 – розміточний візок; 10 – ножиці з похилими ножами; 11 – дискові ножиці; 12, 13, 14 – крани вантажопідйомністю відповідно 75-15; 20/5 та 15 т.

Рисунок 1.2 – Схема розташування обладнання двоклітьового стану 2800

При прокатці по 2 варіанту після чорнової прокатки проводиться перевалка робочих валків. Партія складається із гарячекатаних заготовок однієї з груп марок сталей, наведених у технологічній карті. Під час прокатування постійно працюють повітряні колектори для здува з листів сторонніх предметів.

Зачищення дефектів на роликах правильної машини проводиться спеціальною плитою з наклеєним абразивом не більше №25 ГОСТ 3647-80 або шліфувальною стрічкою з таким же абразивом.

Після зачистки валки, ролики та напрямні лінійки протираються або обдуваються повітрям для видалення абразивного та металевого пилу.

Підготовлені до прокатки пачки заготовок встановлюються електромостовим краном у колісці кантувача, попередньо налаштованого на прокатку листів заданої ширини. Потім коліска повертається на 90°, а листи встановлюються у вертикальному положенні, після чого вони по одному кантуються на приймальний ролик. Далі листи падають на рольганг № 2 і подаються до стану. Рухливі центруючі лінійки рольганга № 2, налаштовані з

деяким зазором, по відношенню до ширини листа, встановлюють лист по осі прокатки. Точне встановлення листа проводиться бічними лінійками станинних роликів. Після розкладки з кантувача на рольганг №2 листи транспортуються рольгангами №2 та №3 та станинними рольгангами у валки стану [4-6].

Заготовки (листи) перед подачею в стан і роликотправильну машину піддаються обдувці стисненим повітрям з метою запобігання потрапляння на лист сторонніх частинок. Лист, що вийшов з валків кліті, задається в правильну машину для правки. Після виправлення листи транспортуються до укладача. У міру укладання листів у пачку підйомний стіл опускається, доки пачка не торкнеться нижнім листом ланцюгового транспортера. Пачка виводиться ланцюговим транспортером у бокову кишеню, звідки забирається електромостовим краном за допомогою тросів на передню сторону стану для подальшої прокатки. Подальші операції проводяться у тому порядку до отримання кінцевої товщини для даної прокатки.

При поздовжньому прокатуванні пачки заготовок (листів) у всіх перепустках можуть розкладатися з кантувача або аеродинамічний розкладач. При розкладці аеродинамічний розкладач пачка листів подається ланцюговим транспортером на підйомний стіл, що знаходиться в нижньому положенні. Піднімаючись, стіл вводить листи в зону дії аеродинамічного вакууму розкладника; листи по одному притягуються до транспортерних стрічок, що рухаються, і подаються на рольганг №1. При роботі аеродинамічного розкладача може використовуватися притискний ролик. З рольгангу №1 лист потрапляє на рольганг №2 з центруючими лінійками. Подальші операції з прокатки листів, їх укладання в пачки та прибирання проводиться в тому ж порядку, що і прокатка пачок заготовок з кантувача. Швидкість прокатки вибирається в інтервалі від 0,5 до 2 м/с (від 20 до 80 об/хв), залежно від розмірів, геометрії і марок сталі листів і заготовок, що прокочуються.

При утворенні на листах хвилястої кромки або коробуватості усунення

їх проводиться інтенсивним охолодженням емульсією або теплою водою зони робочого валка, що утворює хвилястість та підігрівом пальниками сусідніх зон верхнього валка. Для забезпечення мінімальної хвилястості і коробоватості використовується система регулювання профілю валків.

Для підвищення точності прокатки листів у поздовжньому напрямку, зменшення динамічних ударів, а також покращення умов захоплення в роботі використовується система попередньої напруги кліті. У процесі прокатки навантаження на двигун головного приводу не повинні перевищувати 2000 А. Вага пачки, що прокатується, не більше 10 т.

Чистова прокатка листів із вуглецевих, нержавіючих та легованих сталей може проводитись як у теплом, так і в холодному стані. Під час прокатки уважно стежать за станом поверхні валків. Дрібні дефекти на валках негайно зачищають, а з появою на валках грубих відбитків роблять перевалку робочих валків. При появі на кромках листів тріщин, що розвиваються вглиб, прокатка припиняється, і пачки з такими листами передаються на гільйотинні ножиці для обрізки зруйнованих частин листів з подальшою термообробкою металу. Листи після остаточної чистової прокатки можуть бути піддані додатковому калібрувальному пропуску з обтисканням від 2 до 3%, щоб усунути коробоватість і хвилястість, а також підвищити точність прокатки [7-9].

При прокатці нержавіючої сталі як технологічне мастило використовується емульсія марки «Т» з концентрацією від 4 до 6 %. У разі нормальної роботи стану заміна емульсії в циркуляційній системі проводиться один раз на зміну.

## **1.2 Приймання, транспортування та обробка гарячекатаних та холоднокатаних листів**

Гарячекатана заготівля (підкат) у листах та рулонах надходить до ЦХП у залізничних вагонах або автотранспортом. Гарячекатана заготовка, що



надходить, повинна супроводжуватися сертифікатом і двома примірниками вагової відомості передачі металу з цеху гарячої прокатки в ЦХП. При вивантаженні заготовки бригадир складу перевіряє відповідність маркування на заготівлі сертифікатам, зважує метал, що надійшов, і присвоює кожному рулону (пачці) індивідуальний номер. Результати переваги заносяться до вагової відомості та книги надходження підкату.

Гарячекатана заготівля сталей аустенітного, феритного та аустеніто-феритного класу товщиною від 3,0 до 5,2 мм, що надійшла з цеху гарячої прокатки у рулонах, ріжеться на листи-заготівлі необхідної довжини на обробних агрегатах 1 і 2. Пачки заготівлі сталей аустенітного класу всіх призначень, а також заготівлі сталей феритного класу (крім сталі марки 08X13), призначеної для виготовлення гарячекатаного листа, передаються на загартовану піч [4, 5].

Пачки заготовки сталей феритного класу, призначеної для виготовлення холоднокатаного листа, передаються на травлення.

Порізка рулонної заготовки на лист проводиться згідно з ТІ 226-П.ХЛЗ-09-01 та ТІ 226-П.ХЛЗ-02. У процесі різання кожного рулону різьбяр старших розрядів обробних агрегатів 1 і 2 зобов'язані контролювати якість обох поверхонь і кромки гарячекатаних листів-заготовок, а також відповідність розмірів листів-заготовок, зазначених у завданні.

Різьбяр старших розрядів ведуть журнали обліку виробництва, де записують номер плавки та марку сталі кожного порізаного рулону, номер кожної отриманої пачки заготовки, фактичну товщину листа в ній та вагу кожної пачки придатного листа-заготовки.

На кожну сформовану пачку заготовки різьбяр старшого розряду виписує поопераційну картку-партію із зазначенням номера пачки, номера плавки, марки сталі, розмірів гарячекатаного листа-заготівлі, ваги пачки, дати різання, а також дефектів, виявлених на смузі (аркушах).

Термообробка що надійшла з цеху гарячої прокатки або отриманої порізкою рулонів в ЦХП гарячекатаної листової заготовки сталей

аустенітного та аустеніто-феритного класу, а також заготовки сталей феритного класу (крім 08X13), призначеної для виготовлення гарячекатаного листа, проводиться в прохідній газовій загартованій печі. Відпал гарячекатаної листової заготівлі сталей мартенситного класу та сталі марки 08X13 проводиться у газових ковпакових печах [4].

Заготівля зі сталей мартенситного та феритного класу, що піддається травленню, попередньо набирається в садки на агрегаті набору садок; заготівля сталей аустенітного та аустеніто-феритного класу, а також заготівля сталей феритного класу, крім сталі 08X13, призначена для виготовлення гарячекатаного листа, набирається в садки безпосередньо після термообробки в гартовому агрегаті з рольгангу за допомогою пристрою набору садок. Обслуговуючим персоналом агрегату набору садок і гартувального агрегату повинні бути вжиті всі заходи щодо запобігання пошкодженню поверхні листів. Травлення гарячекатаної заготівлі всіх класів проводиться соляно-кислотним методом. Гарячекатана листова заготівля сталей всіх класів, крім мартенситного класу та сталі 08X13, труїться один раз – після загартування, або безпосередньо після приймання (для заготівлі сталі феритного класу, призначеної для перекочування на холоднокатаний лист). Гарячекатана заготівля сталі мартенситного класу та сталі марки 08X13 труїться двічі: первинне травлення – перед відпалом, повторне – після відпалу.

У процесі травлення контролюється якість стану поверхні листів. Вживаються заходи щодо виключення пошкодження поверхні металу.

Травлення гарячекатаної заготівлі нержавіючих сталей повинно проводитися тільки у свіжих розчинах (травлення понад 65 т заготовки без зміни розчину не допускається) [4, 5].

Термооброблена та протруєна (або тільки протруєна) гарячекатана заготовка з нержавіючої сталі піддається очищенню від травильного шламу, миття від залишків кислоти та сушінню в лінії чистильно-мийного агрегату згідно з ТІ 226-П.ХЛЗ-01. Особлива увага приділяється якості миття,

віджиму та сушіння листів, з метою виключення «затіків». Періодично, не менше двох разів на кожній пачці, лист оглядається по обидва боки, для чого агрегат зупиняється і листи кантуються. Промита гарячекатана заготовка зі сталі марок 12Х21Н5Т (ЕІ-811), 09Х16Н4Б (ЕП-56), 16Х11Н2В2МФ (ЕІ-962А), 08Х15Н5Д2Т (ВНС-7), що підлягає перекату на холоднокатаний лист, оглядається на ділянці сортування. Виявлені неприпустимі поверхневі дефекти зачищають. Обрізають дефектні краї заготовки. При необхідності здійснюється огляд та зачистка заготовки інших марок сталі. Для видалення поверхневих дефектів листів-заготовок проводиться абразивне зачищення вручну за допомогою пневматичних машинок. Одночасно зачищаються грубі задирки, що залишилися на заготовці після обрізки кромки. Для ручної зачистки застосовуються наждакові круги СМ із зернистістю абразиву не більшим за № 25 (ГОСТ 3647-80). Зачищення проводиться порожнисто, без ривків і биття, до повного виведення поверхневих дефектів. Допускається у разі значної забороченості поверхні листів-заготовок дрібними плівами, виконувати суцільну абразивну зачистку заготовки на шліфувальних верстатах відділення полірованих смуг та пластин [4].

Прокатка гарячекатаної заготовки на холоднокатаний лист проводиться на стані 2800 на остаточну або проміжну товщину за технологією та режимами ТІ 226-П.ХЛЗ-04 [5].

При появі на кромках листів тріщин, що розвиваються вглиб, або відшарування кромки переднього і заднього торців листа («усов»), прокатка припиняється і метал передається на ножиці гільйотинні для обрізки зруйнованих кромки, з подальшою передачею металу на проміжну термообробку.

При підвищеній різнотовщинності листів, пачки листів після прокатки або в проміжній товщині можуть бути розсортовані за товщиною. Товсті листи відокремлюються для докатки.

Під час прокатки технологічним персоналом вживаються всі необхідні заходи для отримання листів з мінімальною різнотовщинністю та

неплощинністю.

Після прокатки холоднокатаний лист в остаточній товщині передається на агрегат поздовжньо-поперечного різання або на гільйотинні ножиці для вирізки габаритів листа на замовлення. У разі потреби проводиться різання листів на кратні довжини на замовлення.

У процесі різання кожної пачки контролюється якість обох поверхонь листів, що вирізуються, а також відповідність замовлення габаритів, що вирізуються.

Холоднокатаний лист після вирізки габаритів в остаточній товщині (або проміжній товщині – безпосередньо після прокатки або після обрізки дефектних кромки) передається на термообробку. Холоднокатаний лист зі сталей аустенітного, аустеніто-феритного та феритного (крім 08X13) класів та сталі мартенситного класу марки 08X15H5Д2Т (ВНС-2) термообробляється у прохідній гартівній печі. Холоднокатаний лист зі сталей мартенситного класу марок 09X16H4Б (ЭП-56), 1611H2B2MФ (ЭИ-962А), 06X15H6MBФБ (ВНС-16), 07X12HMBШ (ЭП- 609Ш), 20-30X13 та сталі феритного класу 08X13 відпалюється в газових ковпакових печах [4].

Термообробка холоднокатаного листа в остаточній або проміжній товщині проводиться за режимами, передбаченими ТІ 226-П.ХЛЗ-05 та ТІ 226-П.ХЛЗ-06-98 [4].

Травлення термічно оброблених холоднокатаних листів сталей трьох класів проводиться лужнокислотним методом.

Травлений холоднокатаний лист сталі всіх класів, піддається миттю в лінії чистильно-мийного агрегату. Гарячекатані травлені та холоднокатані травлені листи в остаточній товщині дресируються на стані 2800 з метою виправлення. Холоднокатані листи в проміжній товщині після травлення докочуються на стані 2800 на остаточну товщину.

У разі потреби холоднокатаний і гарячекатаний лист в остаточній товщині передається на гільйотинні ножиці для остаточної вирізки розмірів на замовлення [6].

Весь лист, що виготовляється в ЦХП, з нержавіючої сталі після остаточного травлення, дресирування та вирізки габаритів піддається полистному сортуванню за якістю поверхні, розмірами, площинністю та серповидністю. Виявлені неприпустимі поверхневі дефекти зачищаються пневматичними ручними машинками для абразивної зачистки.

Зачищення дефектів проводиться повстяним колом з наклеєним абразивом не більше № 12 (ГОСТ 3647-80) або пелюстковим колом КШЛ Р40СМ/3.40. Великі дефекти можуть зачищатися абразивним зерном № 25 з наступним шліфуванням місця зачистки абразивним зерном. Зачистка проводиться порожнисто, без підпалів, ривків і биття до повного виведення виявлених дефектів.

Пачки придатних листів упаковуються та вирушають на склад для відвантаження споживачам.

Придатні за розмірами та якістю поверхні листи, що мають відхилення за площинністю від вимог нормативної документації, додатково дресируються на стані 2800.

Відновлені листи повторно сортуються, від них відбираються повторно проби для контрольно-здаткових випробувань механічних властивостей. При необхідності такі листи додатково обрізаються на гільйотинних ножицях по довжині.

Товсті холоднокатані листи, відсортовані після термообробки, покочуються на товщину на замовлення і дресируються. Такий метал випробовується окремо, при близьких з основною партією металу механічних властивостях він може бути з'єднаний з нею, інакше докатаний метал повинен відвантажуватися окремою партією.

Листи, відсортовані за товщиною як тонкі, перепризначаються на інші замовлення чи перекочуються на меншу товщину, після чого проходять переділ за діючою технології. Листи, відсортовані за розмірами (довгі або широкі), або поверхневим дефектам, розташованим безпосередньо біля кромки, передаються на гільйотинні ножиці для вирізки на розміри на



замовлення, або для вирізки листів менших розмірів. Відновлені листи повторно сортуються і, за потреби, перепризначаються на інші замовлення. Після переділу на кожному технологічному агрегаті робітник старшого розряду зазначає в поопераційній картці-партії дату обробки металу, вагу металу після обробки, дефекти листа, виявлені при обробці, та підписом підтверджує придатність металу для подальшої обробки.

На всіх технологічних переділах, а також при транспортуванні всіх заготовок та листів у ЦХП вживаються всі заходи, що унеможливають пошкодження поверхні листів, у тому числі: пачки складуються в стопи з використанням дерев'яних прокладок.

Пачки холоднокатаних і гарячекатаних термооброблених листів транспортуються тільки за допомогою комбінованих стропів «ланцюг-трос», або траверс (щоб уникнути травмування кромки листів, використання ланцюгів забороняється).

При пакуванні пачок на стендах ковпакових печей необхідно користуватися спеціальними металевими підкладками із привареними до них зверху та знизу козирками, що мають підігнуті кути.

Забороняється укрупнювати пачки за допомогою їх укладання одну на іншу та висмикування електромостовим краном тросів або ланцюгів. Укрупнення пачок може проводитися тільки полистно на ділянці сортування або чистильно-мийного агрегату [4-9].

### **1.3 Процес відпалу у термічному відділенні цеху**

У термічному відділенні є 8 газових ковпакових печей. Кожна піч має: один нагрівальний ковпак, три стенди та три муфелі.

Нагрівальний ковпак складається з металевого зварного каркаса і футерування товщиною 230 мм з легковагої цегли шамотної БЛ-08. Між металевою обшивкою каркасу та кладкою – шар азбестового картону (5 мм) для ущільнення та компенсації розширення кладки в процесі її нагрівання.

Маса ковпака 45 т. Внутрішні розміри: довжина 7,5 м, ширина 3,0 м, висота 2,3 м. У нижній частині нагрівального ковпака встановлено 32 інжекційні пальники – по 12 на кожній бічній і по 4 на кожній торцевій стінці ковпака, працюючі на природному газі калорійністю 8300 ккал/м<sup>3</sup>.

У верхній частині торцевих стінок ковпака є отвори для відбору продуктів згоряння, які відсмоктуються за допомогою двох повітряних ежекторів, укріплених разом із димоприймальними патрубками на каркасі печі. Подача газу до пічних колекторів та пальників, а також повітря до ежекторів проводиться за допомогою гнучких шлангів від стаціонарних трубопроводів із запірною та регулюючою арматурою.

Точність установки ковпака на стенд забезпечується вертикальними направляючими штирями, закріпленими на стенді, і напрямними вушками на ковпаку.

Зверху нагрівальний ковпак має спеціальне захоплення для перенесення мостовим краном вантажопідйомністю 115/20 т дворогим гаком.

Стенд являє собою зварену металеву раму, обшиту листами заліза, звареними між собою суцільним газощільним швом і футеровану вогнетривкою цеглою. Довжина робочої частини стенду 6300 мм, ширина 2500 мм. Верхня частина кладки стенду накривається плитами із сталі СТ 3, завтовшки від 20 до 40 мм. На стенд укладаються плити однієї товщини. Під стендовою плитою укладені електронагрівачі у вигляді дротяних або стрічкових спіралей з ніхрому Х20Н80. Діаметр дроту 4,5 мм, переріз смуги 2,0×20,0 мм. Загальна потужність електронагрівачів одного стенду складає 75 кВт.

Муфелі зварені, із жаростійкої листової сталі типу Х18Н10Т, товщиною 3,0 мм. Маса муфелю 1,6 т. Внутрішні розміри: 2780×6720×2160 мм.

Основні параметри системи опалення: теплова потужність одного пальника – 55000 ккал/год, всіх 1700000 ккал/год; максимальна витрата

природного газу на один пальник 6,6 м<sup>3</sup>/год, на всі - 200 м<sup>3</sup>/год; тиск природного газу перед пальниками 0,7 – 0,8 кгс/см<sup>2</sup>.

Регулювання температури печі при термічній обробці різних марок сталі здійснюється системою автоматичного регулювання, яка включає зональну термопару, вторинний прилад з задаючим пристроєм і регулятором, пов'язаний з виконавчим механізмом, зчленованим з дросельними заслінками на лініях подачі природного газу.

Регулювання двопозиційне. При досягненні показань зональною термопарою заданої температури печі з системою автоматичного регулювання через виконавчий механізм здійснює повне закриття або відкриття дросельної заслінки на лінії подачі газу та повітря з 20% перепуском через байпас. Регулювання може виконуватися як у автоматичному (положення універсального перемикача «А»), і у ручному («Р») режимі роботи.

Контроль розподілу температури безпосередньо в масі садки металу здійснюється за допомогою трьох технологічних термопар – кромкової, середньої та стендової, підключених до окремого вторинного приладу.

При досягненні заданої температури по кромці з вторинного приладу подається сигнал включення світлової та звукової сигналізації на центральному табло термічного відділення. Після зняття звукового сигналу кнопкою на щиті КВП у приміщенні КРП старший за розрядом терміст прокату знижує завдання по зональній термопарі.

Для обмеження максимальної температури стендового підігріву передбачено керування включенням та вимкненням стендових електронагрівачів. Воно здійснюється за допомогою системи автоматичного регулювання температури в зоні печі через окремий універсальний перемикач і проміжне реле.

При положенні універсального перемикача «А» (автоматичний режим) електронагрівачі включаються лише після досягнення зональною термопарою заданого значення температури печі. Для включення

електронагрівачів раніше, ніж по зональній термопарі буде досягнуто заданої температури печі, (універсальний перемикач встановлюється в положення «Р»).

Прибирання продуктів згоряння від печей межі відділення здійснюється через борова 1 і 2 з допомогою розрідження, створюваного димарем з ежектором, встановленим біля її основи. Контроль наявності тяги по килимах 1 і 2 здійснюється за допомогою приладу вторинного типу КСД з первинними датчиками ДКОФ, встановленими на щиті КВП біля печі №5.

Розрідження в боровах за шкалами вторинних приладів повинне становити від мінус 5 до мінус 15 мм вод. При зниженому розрідженні понад мінус 2 мм вод.ст. за шкалою приладу спрацьовує світлова та звукова сигналізація.

Старший за розрядом терміст прокату при включенні сигналізації вживає заходів до збільшення тяги по боровах, а за неможливості збільшення тяги – припиняє подачу природного газу до печей та знеструмлює нагрівачі стендів.

Щоб уникнути перевантаження димового тракту присосами повітря та погіршення тяги, димоприймальні патрубки вільних від ковпаків стендів повинні бути закриті кришками.

Світлому відпалу піддаються: травлені гарячекатані листи (заготівлі) вуглецевих сталей, травлені гарячекатані листи легованих сталей, мартенситних та мартенсито-феритних сталей; холоднокатані листи легованих та вуглецевих сталей після остаточної прокатки; листи високоміцних сталей у проміжній товщині; гарячекатані та холоднокатані рулони низьколегованої та вуглецевої сталі.

Пом'якшуючий відпал гарячекатаних нетравлених рулонів мартенситних і мартенсито-феритних нержавіючих сталей проводиться без захисного газу.

Гарячекатані рулони легованих сталей перед порізкою на обробних агрегатах піддаються відпустці без подачі захисного газу за температурним

режимом.

Нагартвані листи високоміцних сталей СП28-43 кінцевої та проміжної (не більше 3,8 мм) товщин (крім листів шириною рівної або більше 2000 мм) перед відпалом піддаються знежирюючій обробці в мийному агрегаті для видалення прокатного мастила.

Термічна обробка травленого гарячекатаного і всього холоднокатаного металу проводиться в захисній атмосфері, що оберігає поверхню металу від окислення та знеуглерожування. У ЦХП проводиться подача захисного газу, що виготовляється центральною станцією захисного газу відповідно до ТІ 226-Е-12-2000.

Склад захисного газу:  $\text{CO} < 0,1\%$ ,  $\text{CO}_2 < 0,1\%$ ,  $\text{H}_2 - 4,0-5,2\%$ , із забезпеченням в колекторі не менше 5,0%,  $\text{O}_2 < 0,001\%$ ,  $\text{N}_2 -$  інше. Температура точки роси не вища за мінус 60°C.

Подача захисного газу під муфель починається за 3-4 години до встановлення нагрівального ковпака на стенд печі при відкритому вихлопному крані (холодне продування). Після встановлення ковпака на стенд та його розпалювання починається гаряче продування. Тривалість її для всього металу, що відпалюється, від 6 до 10 годин. Після закінчення гарячого продування вихлопний кран закривається.

При відпалі більшості марок легованих сталей підвищення вуглецевого потенціалу атмосфери захисний газ збагачується природним газом.

Подача природного газу в захисний газ для підвищення вуглецевого потенціалу атмосфери підмуфельного простору проводиться через отвір, що калібрується, (шайбу) діаметром 0,7 мм. подача природного газу в захисний здійснюється з моменту закінчення холодного продування. Після зняття нагрівального ковпака подача суміші захисного газу з природним припиняється і подальше охолодження металу ведеться в атмосфері захисного газу.

Склад захисної атмосфери при остаточному відпалі сталей СП28-43Ш вибирається залежно від вмісту вуглецю в листах нагартованих перед



відпалом. При вмісті вуглецю, що дорівнює або вище плавочного, природний газ у захисну атмосферу не подається. При вмісті вуглецю нижче плавочного відпал листів проводиться з подачею газу в захисну атмосферу печі.

Для визначення вмісту вуглецю в нагартваному металі перед остаточним відпалом від одного листка пачки відбирається зразок у вигляді поперечної смужки шириною 40 мм після обрізання кінця листа довжиною від 80 до 100 мм.

Відбір проводиться від однієї пачки кожної плавки, товщини, одного маршруту технології. Остаточний відпал холоднокатаних листів сталі СП28-43Ш розміром 1000×2000 мм і більше, що не проходили знежирювальну обробку, проводиться в атмосфері захисного газу без добавки природного. При цьому відбір проб визначення вмісту вуглецю в листах перед відпалом не проводиться.

При відпалюванні листів сталей СП28-43Ш з добавкою природного газу в захисну атмосферу, термічна обробка металу проводиться на всіх стендах печей, за винятком 1А, 2А, 2В, 8В. При відпалі її подачі газу в захисну атмосферу термічна обробка може проводитися на всіх стендах.

Проміжні відпали холоднокатаних листів сталей СП28-43Ш виробляються без добавки природного газу захисну атмосферу. Тиск захисного газу в цеховій магістралі перед печами має бути не нижче 15 мм вод.

Кожен стенд газової ковпакової печі перед пакуванням на нього металу очищається від сміття, піску та пилу. Перед пакуванням металу на стенд необхідно перевірити, щоб труби, що подають та відводять захисний газ, не були закупорені піском, сміттям, і у разі необхідності продути колектори захисного газу стисненим повітрям. Пачки листів за допомогою комбінованих ланцюгів (ланцюга з тросом) краном перевозяться до стендів і укладаються стопами з рахунком пачок знизу нагору. Для захоплення пачок при розпакуванні допускається нависання пачок по відношенню до стенду і по відношенню до нижніх пачків для гарячекатаного металу 30-70 мм, а для

холоднокатаного металу 30-50 мм на кожен сторону, максимальна висота стопи 1400 мм. Пачки листів великих габаритів, як правило, укладаються вниз, а менших – вгору. В окремих випадках допускається комбіноване укладання пачок на стенд: кілька пачок укладаються вниз з наступним укладанням нагору. При цьому верхні пачки не повинні звисати над нижніми більш ніж 50 мм.

Для отримання мінімальної різнотовщинності готових листів внаслідок нерівномірного нагріву садки гарячекатані заготовки та холоднокатані листи проміжного відпалу сталей СП28-33, СП28-43Ш, ВЛ-1Д, ЕІ-712, ЕІ-763, 659 (а при необхідності і сталі інших марок) на відпал у стопу посередині стенду. Гарячекатані рулони легованих сталей, мартенситних і мартенсито-феритних нержавіючих сталей упаковуються на термічну обробку в один ярус.

Після закінчення пакування пачок листів на стенд проводиться на установках технологічних термопар для контролю та регулювання теплового режиму нагріву садки.

Термопара №1 встановлюється посередині довжини найбільш широкої пачки та за висотою в межах від 0,3 до 0,5 висоти стопи від стендової плити. Гарячий спай термопар встановлюється на глибину від 50 до 100 мм усередину пачки; №2 – у той самий паз, як і термопара № 1, але у глибину, рівну 0,5 ширини пачки; №3 – стаціонарно у чохлі або на стендовій плиті, щоб гарячий спай термопар знаходився на середині ширини та довжини контрольної пачки металу.

Для запобігання пошкодженню електродів і ізолюючих бус технологічні термопари укладаються в пази між спеціальними прокладками листового металу, що накладаються один на одного на висоту від 8 до 10 мм.

Відпал гарячекатаних та холоднокатаних рулонів ведеться по технологічній термопарі, що встановлюється в трубці на межі дотику верхніх країв двох середніх рулонів верхнього ярусу.

Термічна обробка гарячекатаних нетравлених рулонів легованих, мартенситних та мартенсито-феритних нержавіючих сталей ведеться за

двома технологічними термопарами. Термопара №1 встановлюється у трубці у верхній кромці зовнішнього витка середнього рулону. Термопара №2 встановлюється за внутрішній виток середнього рулону на величину половини ширини смуги. Термопари, що встановлюються, повинні мати бирки із зазначенням їх номера паспорта із зазначенням дати останнього калібрування. Перед встановленням термопар стенд печі необхідно перевірити.

Цілі термічної обробки гарячекатаних та холоднокатаних листів та смуг у рулонах – зняття наклепу, отриманого металом при прокатці, підвищення пластичності металу для подальшої прокатки та отримання необхідних нормативно-технічною документацією механічних властивостей металу із забезпеченням необхідної якості поверхні металу.

За своїм характером застосовувана термообробка може бути класифікована за такими видами:

- а) пом'якшуючий відпал – для розміщення гарячекатаних листів та заготовок легованих сталей;
- б) рекристалізаційний відпал – для розміщення холоднокатаного металу;
- в) відпустка для зняття напруги – для запобігання розтріскуванню гарячекатаних заготовок при різанні.

Цикл термообробки включає в себе нагрівання, витримку та охолодження.

Основною технологією відпалу, що забезпечує стабільну вищу якість та рівномірність відпалу металу, є технологія відпалу з використанням стендового підігріву. При досягненні зональної термопарою температурного завдання відповідно до режиму відпалу проводиться автоматичне двопозиційне регулювання печі, що здійснюється через термопару, потенціометр КСП-4 із задатчиком, регулятор, виконавчий механізм.

При відпалі легованих та нержавіючих сталей стендові нагрівачі обов'язково включаються одночасно з входом у роботу нагрівального

ковпака. Витримка при відпалі листів всіх марок сталі та рулонів нержавіючих та легованих сталей починається з моменту досягнення заданої температури термопарами №2 (середньої) та №3 (стендової), а при відпалі вуглецевої сталі – з моменту досягнення заданої температури по термопарі. У разі виходу з ладу технологічних термопар відпал ведеться за технологією з раніше проведеними відпалами. Після закінчення витримки садка металу охолоджується під ковпаком або муфелем до температури відповідно до технологічних карт. Під час охолодження під муфель постійно подається захисний газ. Зі зняттям нагрівального ковпака зі стенда термістом обов'язково проводиться розбирання електросхем печі.

Щоб уникнути підсмоктування повітря в підмуфельний простір печі не опускається зачіплення, підрив муфеля елементами конструкцій ковпака під час його підйому.

Садка металу розпаковується при досягненні середньою термопарою №2 при відпалюванні листового металу або термічній обробці гарячекатаних протруєних рулонів легованих, мартенситних і мартенсито-феритних (нержавіючих сталей) або кромковою термопарою (при відпалі інших рулонів) температури, зазначеної в технологічних картах. При розпаковуванні рулонам або пачкам холоднокатаних листів надаються номери партій. Контрольні рулони чи пачки призначаються відповідно до вимог нормативно-технічної документації.

При необхідності підігрів перед прокатуванням гарячекатаних листів проводиться за таким режимом: температура – 750°C; температура середньої технологічної термопари – від 100 до 200°C включно, без витримки. Після зняття ковпака садка металу охолоджується під муфелем 4-5 год з метою вирівнювання температури по ширині та довжині листа.

Партія холоднокатаних листів легованих сталей, що мають підвищений вміст вуглецю (після відпалу), піддається повторному відпалу.

З метою запобігання науглерожування металу, передчасного руйнування кладки та порушення режиму роботи стендових

електронагрівачів кладка стендів повинна піддаватися періодичної регенерації (очищення) від вуглецю.

Регенерація кладки здійснюється шляхом випалювання з неї вуглецю продуктами горіння газу з великим вмістом кисню.

Перед встановленням ковпака на стенд, кладка якого підлягає регенерації, знімаються стендові плити, а потім встановлюється нагрівальний ковпак. Нагрівальний ковпак підключається до магістралі природного газу та ежекторного повітря. Включаються в роботу пальники відповідно до Інструкції з обслуговування газопроводу природного газу ковпакових печей ЦХП-3. Подача індукційного повітря на ежектори має бути максимальною. Тривалість роботи пальників 3-5 годин, причому температура печі повинна досягти 850-900°C. Після закінчення зазначеного часу пальники відключаються і припиняється подача повітря на ежектори.

На печах, що використовуються для відпалу сталі марок СП28-43Ш, регенерація стендів проводиться через 4-5 відпалів. На решті печей регенерація стендів проводиться через кожні 6-10 відпалів. Перед відпалом металу проводиться регенерація, якщо раніше на стенді після останньої регенерації проведено більше двох відпалів.

При виявленні витoku електроенергії через кладку стенду проводиться її ремонт та позачергова регенерація. У міру зношування кладки стендів проводяться поточні ремонти із заміною. На кожну регенерацію стенду виписується спеціальна картка, яка зберігається у книзі карток відпалів печі. У картці зазначаються температурно-часові параметри регенерації, а також відзначається кількість проведених на стенді відпалів після попередньої регенерації [4-9].

#### **1.4 Процес травлення металу**

Травильна установка у своєму складі має ванну зі лужним розплавом для хімічного та структурного руйнування окалини, промивну ванну,

травильний агрегат, окремий апарат для наборки листів металу в садки, кошики для травлення садок металу, електромостовий кран, два кислотомірні баки для концентрованої сірчаної кислоти, бак для інгібітора, два водонагрівачі води.

Ванна (зварна, металева зі сталі 20, товщина стінки - 36 мм) обладнана дванадцятитрубчастими нагрівачами з атмосферно-інжекційними пальниками для газу. Площа ванни – 17,62 м<sup>2</sup>, робочий об'єм – 54,7 м<sup>3</sup> при рівні розплаву 3300 мм.

Температура розплаву може регулюватися автоматично та вручну. Промивну ванну з холодною проточною водою використовують для зриву лужним розплавом окалини парою, що утворюється при зануренні садки з гарячим металом у воду.

Травильний агрегат, складається з [4, 5]:

а) трьох ванн з робочим об'ємом 32,5 м<sup>3</sup> кожна при висоті наповнення 2900 мм. Площа ванни становить 11,21 м<sup>2</sup> при максимальній довжині ванни в середній частині 6580 мм та мінімальній 5600 мм.

Ванна № 1 – металева, гумована, футерована кислототривкою цеглою на діабазовому розчині; використовується для кислотного травлення.

Ванна №2 – виготовлена з титанового сплаву; використовується як відбілююча (для видалення розчинних карбідів металу, відбілювання та пасивації нержавіючих сталей), або промивна (для попереднього холодного промивання протруєних вуглецевих сталей).

Ванна №3 – виготовлена з нержавіючої сталі; використовується для холодного (при травленні нержавіючих сталей) або гарячого (при травленні легованих і вуглецевих сталей) промивання металу водою. Обігрів ванн здійснюється гострим паром, тиском не нижче 3,5 кгс/см<sup>2</sup>.

б) спеціально обладнаного електромостового крана з кабіною керування на підлозі, вантажопідйомністю 15 т – для занурення кошиків з металом у ванни, підйому та переміщення їх між поворотним колом та ваннами, а також з ванни у ванну;

в) поворотного кола – для приймання, переміщення та видачі кошиків з металом;

г) вентиляційної установки – для видалення шкідливої пари від травильних ванн.

Кошики для травлення садок металу, вантажопідйомністю до 5 т кожна. Електромостовий кран, вантажопідйомністю –15 т, за допомогою якого проводиться лужна обробка садок металу в лужному розплаві, промивання їх у воді, встановлення кошиків з металом на поворотне коло, зняття з кола та встановлення для розкладки на чистильно-мийний агрегат. Два кислотомірні баки для концентрованої сірчаної кислоти. Об'єм кожного бака – 6 м<sup>3</sup>, тобто 11 т 94 % сірчаної кислоти. Градування баків: один поділ (160 мм на мірній планці) дорівнює 290 л, тобто 530 кг, що відповідає 1,4 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при зарядці ванни 94% сірчаної кислотою і об'ємі розчину 32м<sup>3</sup>.

Заправка лужної ванни проводиться:

а) свіжими хімікатами – каустичною содою (натром їдким), натрієвою селітрою (натром азотнокислим) та кухонною сіллю;

б) розплавом, раніше витягнутим із ванни, з додаванням свіжих хімікатів – каустичної соди, натрієвої селітри та кухонної солі.

При зарядці лужної ванни раніше вилученим розплавом необхідно додавати свіжих хімікатів не менше 20% від загальної кількості розплаву, що готується, тобто не менше 20 т.

При зниженні рівня розплаву у ванній, на кожні 100 мм рівня, крім нижніх 500 мм, необхідно додавати у ванну: каустичної соди (NaOH) – 1839 кг (64,3% всіх хімікатів, що додаються); натрієвої селітри (NaNO<sub>3</sub>) – 735кг (25,7% всіх доданих хімікатів); кухонної солі (NaCl) – 286 кг (10% всіх хімікатів, що додаються).

Для завантаження ванни на її дно встановлюються два піддони для збору шламу, що утворюється при травленні металу. Поступово по всій довжині ванни завантажуються 9,8 т кухонної солі, або 0,7(≈2/3) розрахункової кількості натрієвої селітри та каустичної соди (при заправці

тільки свіжими хімікатами), тобто від 50 до 60 т раніше вилученого розплаву. Після цього ванна закривається кришкою та розігрівається.

У міру розплавлення завантажених хімікатів у ванну завантажується недостатня розрахункова кількість хімікатів. Ванна продовжує розігріватися та температура розплаву доводиться до робочої – від 450 до 500°C. Відбирається проба розплаву на кількісний вміст NaOH, NaNO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> і NaCl. Для цього старший травник спеціальним металургійним стаканом проводить забір розплаву з верхньої частини ванни, виливає в спеціальну, чисту, суху металеву ємність, щільно закриває кришкою, термоізолює і протягом 20-30 хвилин доставляє в експрес – лабораторію для аналізу. У разі потреби, за результатами аналізу, склад розплаву коригується до оптимального співвідношення. Максимальний рівень розплаву повинен бути 3300 мм за температури 420°C, або 3500 мм за температури 550°C.

Для заправки кислотних ванн використовуються сірчана кислота з мірних баків та сухі солі: натрієва селітра та кухонна сіль, а також інгібітор.

Розчин сірчаної кислоти з добавками натрієвої селітри і кухонної солі готується наступним чином: рівномірно по всьому дну завантажуються солі, холодна або гаряча вода заливається на 0,7 (2/3) висоти наповнення ванни. Додається сірчана кислота із мірного бака. Додається вода до робочого рівня, травильний розчин розігрівається. Розчин сірчаної кислоти з додаванням інгібітору та кухонної солі готується наступним чином: рівномірно по всьому дну завантажується кухонна сіль, заливається холодна або гаряча вода (залежно від необхідної температури травильного розчину) на 0,7 висоти наповнення ванни. Заливається сірчана кислота з мірного бака, додається інгібітор, додається вода до робочого рівня, включається гостра пара і травильний розчин нагрівається.

Розчин сірчаної кислоти та натрієвої селітри (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + NaNO<sub>3</sub>) для відбілювання та пасивації нержавіючих сталей готується наступним чином: рівномірно по всьому дну завантажується натрієва селітра, заливається холодна або гаряча вода до 2/3 висоти робочого рівня ванни, залежно від



марки сталі. Потім додається сірчана кислота з мірного бака, додається вода до робочого рівня, включається гостра пара і розчин нагрівається до 60-85°C. Усі приготовлені кислотні розчини перед початком роботи контролюються на кількісний вміст кислоти, визначається температура та щільність. У разі потреби розчини коригуються. Промивні ванни заповнюються холодною або гарячою водою залежно від марки сталі.

Листи, що підлягають травленню, формуються в садки (кошки) з обов'язковою установкою між ними металевих прокладок – «шпильок», товщина і довжина яких забезпечує вільний доступ травильного розчину до поверхні листів, що протрууються. «Шпильки» виготовляються з листового металу нержавіючих марок сталей. Листи у кошику розподіляються рівномірно по всій ширині кошика. Не допускається щільне прилягання одного листа до іншого, щоб уникнути дефекту «плями неотравлення» і «іржаві плями». При завантаженні коробуватих листів шпилькування проводиться більш ретельно і з великою кількістю шпильок. Щоб уникнути отримання «плям неотравлення» не допускається завантаження листів, забруднених маслом. Вага завантажуваних листів не повинна перевищувати вантажопідйомності корзин (5т), а для холоднокатаних листів сталі 08X18T1 – 2т. для покращення якості поверхні гарячекатаного товарного нержавіючого металу та зменшення можливості виникнення дефекту «пляма неотравлення» такі листи перед травленням піддають дресируванню на стані 2800.

Цикл травлення листів нержавіючих сталей, що пройшли термообробку в прохідній гартової печі, при травленні лужно-кислотним методом складається з наступних операцій: набору листів металу в садки з «шпильковкою» з рольгангу гартового агрегату; занурення садок металу електромостовим краном у розплав лужної ванни. Потім садка витягується з розплаву і витримується над ним від 1 до 2 хвилин. Садка поринає в промивну ванну на одну хвилину, потім витягується і витримується над нею дві хвилини. Садка встановлюється електромостовим краном у кошик на

поворотному колі, повертають коло, зачіплюють кошик спеціальною траверсою. Після цього піднімають і опускають кошики з листами спеціально обладнаним краном у травильну ванну №1 і витримують. У разі потреби, кошик опускають у промивну ванну № 3 і витримують у ній, періодично похитуючи. Потім піднімають та встановлюють кошик на поворотний стіл, повертають коло. Подають садку металу з кошика електромостовим краном на передавальний візок №2 для подальшого завантаження та миття в чистильно-мийному агрегаті. У цьому агрегаті проходить пористе очищення від шламу, промивання та сушіння металу.

Нержавіючі сталі після відбілювання та пасивації промиваються в холодній проточній воді та додатково очищаються від шламу, миються та сушаться у чистильно-мийному агрегаті. Протруєні листи обов'язково маркуються.

Гарячекатаний лист вуглецевих сталей труїться в розчині сірчаної кислоти з інгібітором «С-5у» або без нього, а також з добавкою кухонної солі або без неї. Леговані сталі труються в тих же розчинах, що і вуглецеві сталі, але при нижчій температурі. Леговані та вуглецеві сталі після травлення промиваються в гарячій воді при температурі від 95 до 100°C. При досягненні в промивній воді  $\text{pH} = 6,0$  – збільшується кількість води, що безперервно подається у ванну гарячої промивки для часткового її оновлення і доведення  $\text{pH}$  до 7,0. При  $\text{pH}$  гарячої води менше 6,0 (у воді є кислота) промивна вода негайно зливається, ванна промивається і заповнюється гарячою водою. Крім того, заміна гарячої води проводиться у міру забруднення її гідроксидом заліза, але не рідше одного разу за зміну. Поповнення лужної ванни каустичною содою, селітрою натрію і кухонною сіллю проводиться регулярно до робочого рівня в міру зменшення розплаву. Хімікати додаються з умови дотримання співвідношення  $\text{NaOH}:\text{NaNO}_3:\text{NaCl} = 2,5: 1,0: 0,39$ . На кожні 100 мм рівня розплаву вводиться: каустична сода – 1839 кг; селітри – 735 кг; кухонної солі – 286 кг. Коригування лужного розплаву каустичною содою, натрієвою селітрою і кухонною сіллю

проводиться від 1 до 2 разів на місяць відповідно до результатів аналізу, до необхідного співвідношення хімікатів у розплаві  $\text{NaOH}:\text{NaNO}_3:\text{NaCl} = 2,5:1,0$ . Очищення лужної ванни від шламу проводиться у міру накопичення його в піддонах, але не рідше одного разу на рік, для чого піддони виймаються та очищаються. У процесі роботи кислотні травильні та відбілюючі розчини виробляються, кислотність їх зменшується, накопичуються солі заліза, хрому, нікелю, марганцю та інших елементів, за рахунок чого зростає щільність розчинів, і активність їх падає. Активність кислотних травильних та відбілюючих розчинів підтримується: додаванням солей, додаванням кислоти, частковим оновленням розчину, підігрівом розчину, періодичним похитуванням кошиків з металом у розчині.

Періодично, у міру зменшення вмісту  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у травильних розчинах (за результатами аналізів), у розчини додається кислота. При травленні гарячекатаних листів нержавіючих сталей у травильному розчині складу  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_3 + \text{NaCl}$  протягом зміни періодично розчин коригується додаванням натрієвої селітри в кількості від 200 до 600 кг. Допускається часткове оновлення травильного розчину, для чого частина розчину (від 25 до 50%) зливається і замість нього до необхідного рівня додається вода, кислота і солі в необхідній кількості. У міру зменшення агресивності розчинів необхідно збільшувати температуру.

Активність відбілюючого (пасивуючого) розчину підтримується шляхом періодичного додавання сірчаної кислоти та натрієвої селітри до розчину. У розчині  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_3$  кислотність підтримується в межах від 10 до 12 %, натрієва селітра додається у разі зниження активності розчину, що відбілює. При відбілюванні та пасивації гарячекатаних листів нержавіючих сталей – 150 кг  $\text{NaNO}_3$  за зміну. При відбілюванні та пасивації холоднокатаних листів нержавіючих сталей – 50 кг  $\text{NaNO}_3$  за зміну. Злив відпрацьованого відбілюючого розчину проводиться при досягненні розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_3$  щільності від 1150 до 1160  $\text{кг/м}^3$ , але не рідше, ніж через 20 змін роботи.

Старший травник веде журнал виробництва, де вказується: дата, номер бригади, що труїла метал, марка сталі, номер плавки, номер пачки чи партії, розміри листів, маса пачок. Він заповнює картку-партію на кожную пачку протруєного металу, де вказує у відповідних графах: дату, масу пачки та розписується про виконання операції травлення. Старший травник також веде агрегатний журнал, де вказує зауваження щодо роботи обладнання та робить запис про приймання – здачу зміни.

Чистильно-мийний агрегат призначений для очищення металу від шламу, що зберігся після травлення. Чистильно-мийний агрегат складається з чистильно-мийної машини, сушильного пристрою та укладача листів.

Чистильно-мийна машина має три сектори. Ємності секторів: першого – 7,7 м, другого та третього – по 6,6 м. У кожному секторі встановлено чотири пари колекторів, дві капронові щітки та, відповідно, два опорні ролики. Для транспортування листів встановлені гумовані ролики: у першому секторі – три пари, а в інших – по дві пари. Для видалення води з листів на виході з третього сектора встановлено три пари гумових віджимних роликів. Перший сектор забезпечений двома насосами (один робочий, один резервний) та двома фільтрами. Промивна вода із загального водоводу всмоктується насосом через фільтр і нагнітається до колектора трьох секторів з отворів, яких надходить на лист. Нагрівання води здійснюється малогабаритними нагрівачами. Сушильний пристрій являє собою два повітряні колектори (один знизу і один зверху).

Очищення від шламу, миття та сушіння в чистильно-мийному агрегаті піддаються гарячі та холоднокатані листи нержавіючих сталей безпосередньо після травлення в травильному агрегаті.

У разі необхідності холоднокатані листи легованих сталей (перед відпалом) очищаються від металевих частинок капроновими щітками без подачі води на листи. Процес миття та чищення листів складається з таких операцій: полистової подачі металу в чистильно-мийну машину, промивання та сушіння, полистного укладання листів у пачку, маркування промитих

пачок листів, прибирання промитих пачок листів електромостовим краном. Видалення шламу з поверхні травлених листів проводиться капроновими щітками за допомогою води, що подається з колекторів під тиском. Температура промивної води у всіх секторах від 70 до 95°C. Зміна гарячої води у всіх секторах проводиться безперервно.

Якісне очищення від шламу і миття досягаються оптимальним притисканням капронових щіток, а також достатнім тиском води, що подається з колекторів, та зміною швидкості руху листів. Видалення води з поверхні листів досягається трьома парами гумових віджимних роликів. Остаточне сушіння листів від залишків вологи проводиться стисненим підігрітим повітрям з температурою від 70 до 90°C або стисненим невідігрітим повітрям з тиском 5 кг/см<sup>2</sup>.

За наявності слідів шламу на поверхні листів необхідно притиснути капронові щітки, зменшити швидкість руху листів і збільшити обмін гарячої води, що промиває, у всіх секторах мийної машини. Після проведення операцій миття та очищення старший травник підписує картку-партію.

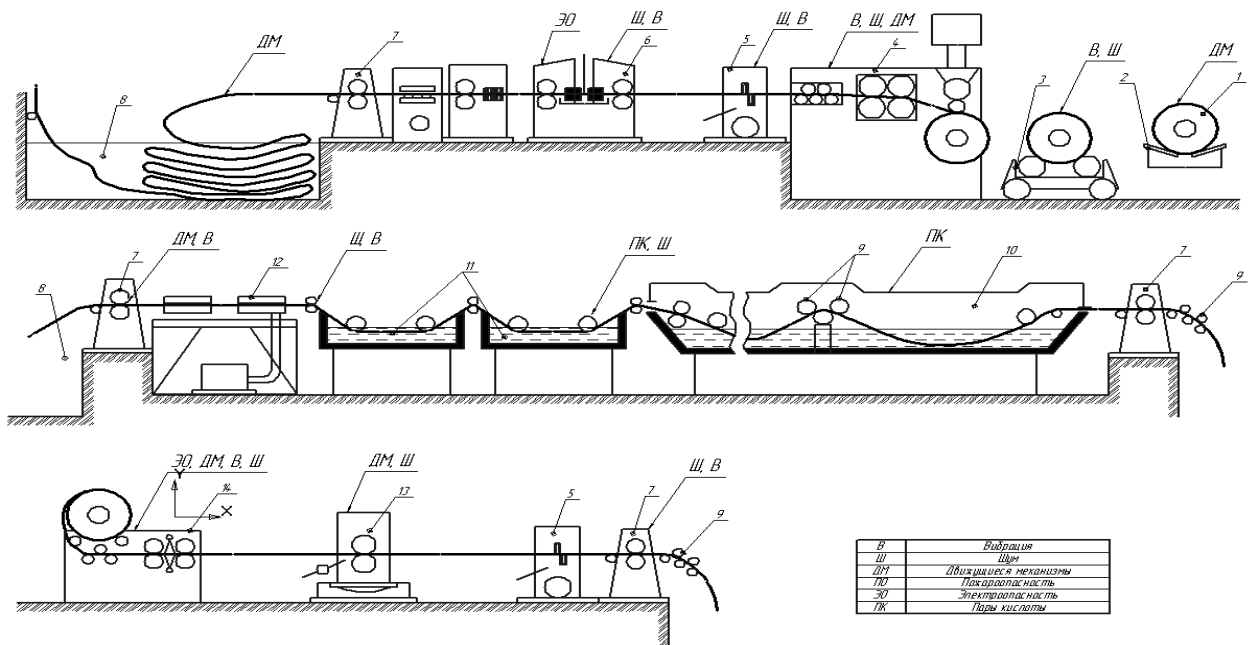
З метою збереження оптимального складу лужно-селітрового розплаву один раз на місяць проводиться аналіз розплаву на вміст NaOH, NaNO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> і NaCl. Для цього травник за допомогою залізної склянки відбирає пробу розплаву, виливає в чисту суху залізну коробочку із щільною кришкою та направляє для аналізу до експрес-лабораторії.

Контроль рівня розплаву в лужній ванні проводиться один раз на робочу зміну за допомогою металевого щупа. Травильник опускає щуп в розплав через спеціальний отвір у кришці ванни, витримує від 1 до 2 секунд в ньому, виймає з розплаву і укладає на кришці ванни для охолодження. Після охолодження щупа рулеткою заміряє довжину щупа, покритого розплавом [8].

## 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Безпека технологічних процесів та обладнання

Сучасні прокатні цехи є складними виробничими комплексами, оснащеними різноманітним механічним, електричним та підйомно-транспортним обладнанням, обслуговування якого потребує точного дотримання правил безпеки та норм виробничої санітарії. Апаратурно-технологічна схема прокатного виробництва, із зазначенням шкідливих та небезпечних факторів процесу, представлена на рис. 2.1 [10].



1 – рулон для прокатки; 2 – конвеєр подачі рулонів; 3 – візок; 4 – розмивач та травильна машина; 5 – ножиці; 6 – стикосварювальна машина; 7 – тягучі ролики; 8 – петльова яма; 9 – травильні ролики; 10 – травильна яма; 11 – ванна; 12 – установка для сушіння смуги; 13 – дискові ножиці; 14 – пристрій, що промаслює, і моталка роликів типу

Рисунок 2.1 – Апаратурно-технологічна схема прокатного виробництва із зазначенням небезпечних та шкідливих факторів

#### 2.1.1 Безпека технологічного процесу

Безпечне обслуговування клітей прокатних станів, їх допоміжного обладнання та пристроїв досягається за дотримання певних умов. Усі

частини стану та їх обладнання повинні бути розташовані так, щоб був безпечний доступ для огляду та ремонту їх, а під час роботи повністю виключалася б можливість зіткнення робітника з частинами обладнання, що обертаються. Всі знову споруджувані та існуючі на деяких заводах нерeverсивні прокатні стани, крім головної сполучної муфти, забезпечені розчіпною муфтою, що дає можливість при нещасних випадках з людьми, при аваріях, а також при необхідності дрібних виправлень швидко відключити стан від двигуна [10-12].

При експлуатації прокатних станів можливі наступні види травм: захоплення частин одягу і кінцівок робочого валками або шпинделями, що обертаються, і сполучними муфтами, опіки, а також удари відлітаючими осколками металу, що прокочується, і окалини. Травматизм у прокатних цехах відбувається головним чином на станах старого типу, де прокатка металу здійснюється із застосуванням ручної праці. Тому для ліквідації травматизму при прокатуванні металу необхідно максимально механізувати та автоматизувати процес прокатки і насамперед подання металу у валки, а також здійснювати заміну старих станів сучасними.

Щоб уникнути травмування робочих муфтами, що обертаються, і шпинделями всі сполучні шпинделі, муфти і корінні вали прокатних станів огорожують з боків суцільними щитами або кожухами, а на сортових і дротяних станах муфти і корінні вали огорожують. На високошвидкісних станах, де виникає небезпека розриву сполучних муфт, запобіжні кожухи повинні бути дуже міцними, щоб витримувати удари шматків муфт, що розірвалися.

Травмування робочих муфтами, що обертаються, або шпинделями має місце головним чином після ремонту, коли огорожувальні щити і кожухи ще не поставлені. Щоб унеможливити пуск стану за відсутності огорож муфт і шпинделів, влаштовують автоблокування, що автоматично відключає стан при відсутності огорожі, встановленого на певному місці.

Огородження сполучних шпинделів є обов'язковим для всіх прокатних

станів, крім блюмінгів та слябінгів, у яких відстань між шпинделями забезпечує безпеку їх обслуговування. Шпинделі цих станів зазвичай огорожують міцним бар'єром та влаштовують майданчики з поручнями для обслуговування. Іноді в прокатних цехах спостерігаються травми через неправильне кріплення розпірок муфт дротом, коли кінці дроту, що стирчать, захоплюють одяг робочих під час роботи поблизу сполучних шпинделів. Тому кріплення розпірок потрібно проводити не дротом, а особливими хомутами [11].

При ручному регулюванні раствору валків натискними гвинтами пристрої для управління (штурвал) розташовують у безпечному місці – на зовнішній торцевої стороні клітей послідовних і безперервних станів і на передній стороні клітей станів лінійного типу.

Металеві конструкції будівлі та обладнання фарбують захисними фарбами для запобігання корозії.

Характерними видами травматизму на ділянці травлення є опіки кислотою або кислотним розчином, парою та гарячою водою та механічними пошкодженнями листами металу при їх завантаженні та вивантаженні з травильних ванн.

Процес травлення металу супроводжується виділенням шкідливих газів та аерозолів кислотного розчину. Концентрація аерозолу сірчаної кислоти повітря робочої зони становить 1,1-1,3 мг/м<sup>3</sup>, (ГДК = 1мг/м<sup>3</sup>).

Ділянку травлення доцільно ізолювати від інших цехів, обладнуючи прорізи в перегородках (стінах), що відокремлюють травильне відділення від цеху стулками, що щільно закурюються, або повітряними завісами. Стіни та підлоги в травильних відділеннях виконують із кислотостійких матеріалів. Для зменшення виділення шкідливостей з травильних ванн при обробці вуглецевих і легованих марок сталей виконують із застосуванням інгібітора, тому що при його відсутності в розчині одночасно з окалиною розчиняється основний метал. При цьому утворюється газоподібний водень, який захоплює у себе крапельки сірчаної кислоти. Ванни обладнані місцевою



витяжною вентиляцією у вигляді бортових відсмоктувачів зі здувом, які розташовані з протилежного боку ванн.

Кислоти зберігаються у спеціальних сховищах із кислотостійких матеріалів, розташованих поза цехом. Перекачування кислот та їх розчинів, а також подачу кислот із сховищ та видаткових резервуарів у травильні ванни проводять насосами по трубопроводам.

Витратні ємності для кислот і рідких лугів мають покажчики рівня, переливні труби і витяжні трубки, виведені вище даху цеху. Для попередження розбризкування при приготуванні розчинів кислоти слід подавати в травильні ванни після їх наповнення водою.

При зануренні металу у травильні ванни з гарячим розчином робітники повинні бути за межами зони можливих викидів розчину.

Для зручності та безпеки обслуговування ванн відстань між ними має бути не менше 1,5 м. Дерев'яні настили навколо ванн роблять суцільними, без відкритих отворів. Висота бортів ванн над підлогою або робочим настилом повинна бути не нижче 800 мм, а ширина сортів не більше 400-450 мм, так як широкі борти ускладнюють обслуговування ванн при зануренні та витяганні листів. Подачу рулонів до травильних ванн та прибирання після травлення проводять за допомогою кранів, рольгангів, розмотувачів. Розкручування рулонів магнітом крана забороняється. Занурення металу в лужні ванни гарячого розплаву машиніст електрокрана проводить після того, як робітники віддаляться із зони розплаву (не менше ніж на 12-15 м). Працюючі травильних відділень зобов'язані працювати у кислотостійкому одязі та користуватися захисними засобами – окулярами, гумовими рукавичками, протигазами тощо. У разі попадання кислоти на тіло слід негайно змити кислоту водою протягом 10 хвилин, а потім прикласти примочку з 5% розчину двовуглекислої соди. Для нейтралізації плавикової кислоти рекомендується застосовувати 5% розчин сульфату магнію.

### 2.1.2 Забезпечення безпеки при холодному різанні металу

Робота на ножицях для холодного різання металу пов'язана, головним чином, із небезпекою порізів рук ножицями. Для усунення цієї небезпеки ножиці необхідно обладнати пристроями для направлення металу під ножі (роликами, лінійками тощо) і притискними пристроями. Спереду по ходу металу та з боку з боку різьбяра ножі огороджуються запобіжними щитками. Конструкція та стан ножиць повинні виключати можливість несподіваних та здвоєних ударів ножів. Шестерні ножиць огороджуються запобіжними кожухами.

Масило шестерень має бути централізованим. Навіть на ножицях старих конструкцій для безпечного змазування шестерень слід встановити масляні з винесеними в бік головками. Прибирання обрізів від ножиць механізоване. Якщо його здійснюють за допомогою коробок, то зачіплюють та перекидають їх без участі стропальника [11].

Для керування натискними гвинтами застосовують штурвали, так як важелі можуть викликати забиття робітників при втраті самогальмування. Якщо прокатка металу супроводжується зміною розчину між валками, керування натискними гвинтами має бути електрифіковано. Осьове налаштування валків при розташуванні болтів з торцевої сторони клітей лінійних станів вимагає особливих запобіжних заходів, оскільки поблизу шпинделів створюються дуже небезпечні умови під час регулювання. Розрив запобіжних склянок прокатних станів викликає небезпеку травмування робочих осколками, тому склянки огороджують сталевими захисними кільцями. Висота кілець повинна бути не менше ніж в 1,5 рази більша за висоту запобіжної склянки. Вільні кінці прокатних валків в крайніх клітках, ліній стану закривають знімними чохлами або ковпаками, щоб уникнути травмування робітників.

Між прокатними станами та приміщеннями для двигунів повинна бути обладнана звукова або світлова сигналізація, що надійно діє. Пуск у хід і

зупинка двигуна виконуються лише після отримання відповідного сигналу зі стану, причому про пуск двигуна подається суворо встановлений сигнал, який ясно чується на всіх робочих місцях. Встановлені сигнали у всіх випадках, крім аварійних, повинні подаватися тільки старшими робітниками, які несуть відповідальність за сигнали, що подаються.

До подачі сигналу про пуск стану майстер або старший вальцівник зобов'язаний перевірити його справність та інших його захисних і запобіжних пристроїв і з'ясувати, чи немає робочого поблизу частин стану, що обертаються. Тільки після перевірки стану та усунення людей з небезпечних місць може бути дано сигнал про запуск двигунів.

При обертанні валків за допомогою електричних двигунів на робочих місцях стану повинні бути влаштовані аварійні вимикачі.

Для переходу людей через головний сполучний вал кожної лінії прокатних станів влаштовують перехідні містки, захищені від попадання гарячого металу суцільними бар'єрами. На безперервних станах замість окремих містків через сполучні вали кожної кліти влаштовують один суцільний місток вздовж усіх клітей зі спусками до кожної з них. Перехідні містки влаштовують також перед другою чорною кліткою, між чорновими клітками, між групами клітей та після останньої чистової кліти. Влаштування містків має відповідати вимогам Правил безпеки у прокатному виробництві. Якщо виникає небезпека вигину гуркотів вгору або вбік, перехідні містки необхідно постачати з боку гуркоту міцним запобіжним щитом з листового металу заввишки не менше 1,8 м.

Відвідні рольганги від останньої кліти дрібносортих станів огорожують міцними суцільними бортами висотою не менше 300 мм, причому з боку проходів зазначені борти повинні мати нахил або вигин, що перешкоджає вискакуванню смуги, що рухається. У тих випадках, коли прокатка проводиться з великою швидкістю і на рольгангах, що відводять, можливе утворення петлі, над ними влаштовують ковпакоподібні сітчасті огороження знімного або розсувного типу. Якщо між окремими клітками

безперервних сортових станів відсутні столи з направляючими жолобами, то між клітями повинні бути встановлені надійні огорожі, що унеможливають прохід людей. Для запобігання виходу гуркотів у бік прокатне поле на сортових станах лінійного типу огорожується міцними суцільними бортами з нахилом у бік гуркоту. Виправлення валкової арматури та інших деталей кліті на ходу є небезпечним і неприпустимим. При обертанні валків перевіряти калібри та зазори між валками можна тільки у напрямку протилежному захопленню під час перерв у процесі прокатки, обов'язково користуючись спеціальними пристроями з довгими рукоятками. Операція контролю розмірів прокату вручну в процесі прокатки надзвичайно небезпечна, тому необхідно впроваджувати дистанційний контроль. Для безпечного доступу до механізмів великих та середніх клітей прокатних станів слід влаштовувати майданчики зі сходами та поручнями. При обслуговуванні невеликих клітей застосовують тимчасові майданчики та сходи, обов'язково користуючись спеціальними пристроями з довгими ручками. Операція контролю розмірів прокату вручну в процесі прокатки надзвичайно небезпечна, тому необхідно впроваджувати дистанційний контроль.

На станах лінійного типу за наявності довгих гуркотів або петель і за відсутності станів достатніх площ влаштовують підвісні жолоби або підземні кишені з розширенням гирла і в необхідних випадках з установкою роликів.

Гирла приймальних жолобів перекривають таким чином, щоб виключити можливість викиду металу, що прокочується через борт жолоба, з цією метою жолоби перекривають не тільки збоку, а й зверху.

Уникнення попадання кінців розкочування в зазори між стиками листи чи плити жолобів чи кишень повинні прилягати щільно друг до друга. Кишені, розташовані поряд, необхідно відокремлювати стінками. Для усунення випадків вискакування петель металу з вивідного жолоба кишені, а також для запобігання ударам кінцем розкочування перед клітями дрібносортових і дротяних лінійних станів встановлюють ударні коробки

простої та надійної конструкції.

Жолоби, що служать для передачі металу від однієї лінії клітей до іншої, для запобігання вискакуванню петель щільно накриваються кришками.

Для доступу до механізмів, розташованих нагорі, робочі кліті всіх прокатних станів (виключаючи невеликі дрібносортні, дротяні та тонколистові кліті), що обслуговуються з підлоги, обладнуються спеціальними майданчиками, огороженими поручнями та нижньою бортовою обшивкою. Для доступу на верх клітей влаштовують похилі стаціонарні сходи. На станах старого типу встановлення таких сходів неможливе, тому застосовують переносні сходи.

Регулювання валків безперервних станів зазвичай проводиться із зовнішнього боку клітей. Доступ до кліток повинен бути безпечним та зручним. На станах лінійного типу настил підлоги в місцях прокатки і прибирання металу від стану влаштовують з гладких металевих плит, щоб уникнути застрягання кінця розкоту і утворення петлі в щілинах на стиках плит, що не щільно прилягають одна до іншої.

Підлогу на робочих місцях вальцівників виконують із рифлених плит або з металевих плит, що мають точкове наварювання.

Для забезпечення безпечного пересування людей по цеху передбачаються спеціальні проходи, надійно захищені від гуркотів, що рухаються. Для проходів упоперек прольотів через рольганги, стелажі та холодильники влаштовують перехідні містки, захищені від ударів гуркотом та тепловипромінювання. У великих сучасних цехах влаштовують поперечні тунелі з виходами до окремих станів та санітарно-побутових приміщень цеху.

Підлоги необхідно систематично очищати від пилу, окалини та розливої олії. Запасну валкову арматуру, валки та інше прокатне обладнання необхідно акуратно складувати на стелажі у відведених місцях цеху [12].

На всіх прокатних станах серйозною проблемою є збирання окалини з-

під рольгангів. Останнім часом механічний спосіб збирання повсюдно замінюється гідравлічним, у якому вода під великим тиском зливається в жолоб, змиваючи окалину. Такий спосіб відрізняється простотою, надійністю та покращує умови праці на ділянці.

При переміщенні металу основна небезпека полягає в притисканні робочих точками, що переміщуються, до металу, що нерухомо лежить на складі. Цієї небезпеки наражаються вантажники, зайняті ув'язкою пакетів металів та підчіпкою її до гака крана. Щоб усунути цю небезпеку, в кінці шлепперів на складі повинні бути застосовані кишені із самозахопленнями. У цьому випадку вантажники під час ув'язування пакетів металу та підчіпки їх до гака крана будуть знаходитися з боку протилежної подачі пачок металу шлепперами, тобто в безпечному місці. Щілини в бічних плитах і бортах рольгангів, призначені для пропуску пальців шлепперів, закривають запобіжними клапанами.

Пересування робітників по плитах або стелажих, по яким відбувається переміщення металу шлепперами, забороняється з боку таких плит або стелажів, для цього обладнання необхідні ходові доріжки.

Щоб уникнути захоплення набігаючими пресами або ланцюгами шківів або зірочки шлепперів повинні бути закриті запобіжними кожухами. Іноді замість індивідуальних кожухів шківів чи зірочки огорожують загальними поручнями. Така огорожа недостатня.

Прибирання окалини з-під робочих клітей та рольгангів необхідно механізувати, причому скрізь де можливо, доцільно застосовувати гідравлічний змив. Навіть якщо гідравлічний змив не дає необхідного ефекту, можна застосовувати транспортери, скребки та інші механізми. У клітей безперервних станів можна використовувати похилі полиці з відведенням окалини убік від клітей в колодязі. В останніх, встановлюють спеціальні колодки або цебра, які прибирають краном.

Тунелі для збирання окалини повинні мати достатні розміри. Безпечний прохід у тунелях цеху має не менше 700 мм та висоту не менше 2 метрів. Від

падаючої окалини та шматків металу проходи захищають міцними сталевими листами. У існуючих цехах, де безпечний прохід тунелями не забезпечений, доступ до них повинен бути виключений. Тунелі слід обладнати стаціонарним освітленням низької напруги (не вище 12 В). Усі електропроводи мають бути приховані у стінах.

Канави для стоку води при гідравлічному видаленні окалини треба надавати такий ухил, щоб у них не відбувалося застрягання окалини. Якщо ухил канав виявиться недостатнім, то у відповідних місцях необхідно обладнати сопла для змиву окалини струменем води під великим тиском.

Відстійні басейни повинні мати міцні бар'єри. Окаліну з басейну слід видаляти грейферним краном. При видаленні окалини в коробках або цєбрах треба застосовувати такі пристрої, які дозволяли б захоплювати коробки або цєбра гаками крана і перекидати без участі стропальника.

### **2.1.3 Вимоги безпеки к технологічному процесу у травильному відділенні**

У травильному відділенні відбувається очищення гарячекатаної смуги від окалини. Травильне відділення розміщують ізольовано від прокатних цехів, отвори в стіні для подачі листів щільно ізолюють стулками, що закриваються, або влаштовуються повітряні завіси у випадки інтенсивного руху транспортних засобів. Стіни та підлоги травильного відділення виконуються з кислотостійких матеріалів. Для стоку води та травильних створів підлозі надається ухил у бік каналів для відведення рідин у каналізацію.

Склади готової продукції, як правило, повинні розміщуватися в закритих будинках, що примикають до прольотів станів, але відокремлених від них суцільною перегородкою з прорізами для передачі продукції та проходу робітників. Відсутність перегородки між прольотами станів і складом готової продукції допускається лише у тому випадку, коли прольоти

стану та складу мають загальні крани.

Видача готової продукції на склад, укладання її в штабелі та завантаження в залізничні вагони повинні бути механізовані (за допомогою рольгангів, навантажувачів та кранів). Застосування вагонеток для вивезення готового металу на склад пов'язане з великою небезпекою, тому їх не слід використовувати.

При перенесенні готової продукції кранами їх обладнують електромагнітами зі спеціальними захватами. Застосування кранів з найпростішими причіпними пристроями (ланцюгами, гаками, кліщами тощо) є досить недоцільним, оскільки воно не забезпечує необхідної безпеки.

Склади готової продукції добре освітлені ( $E_n = 100$  лк). Окрім загального освітлення, бажано, щоб на візках були підвішені спеціальні лампи. При завантаженні металу в криті вагони для освітлення слід застосовувати напругу не вище 36 В.

Для забезпечення безпечного пересування по території складів через усі залізничні колії споруджуються спеціальні перехідні містки [10-12].

#### **2.1.4 Безпека виробничого обладнання**

**Безпека підйомних столів.** Підйомно-хитливі столи є досить небезпечним механізмом. Їхня робота та ремонт пов'язані з небезпекою придавлювання. Для запобігання небезпеці столи, що підіймаються, з боків слід обшивати сталевими листами, а щілина між столом і плитами підлоги повинні мати мінімальні розміри.

Для безпеки доступу в підвал збоку підйомних столів, що гойдаються, повинні бути прямики з похилими сходами. Доступ робочих під столом та плитами смуг абсолютно недоступний. Зважаючи на небезпеку притискання висота підвалу підйомно-хитливих столів повинна бути не менше 2 м. На відповідних станах, де збільшити висоту підвалу неможливо, на час ремонтів або чищення окалини підйомно-хитливі столи надійно закріплюють



підкладанням балок, шпал і так далі. При розташуванні вантажів підйомних столів у прийманнях останні повинні бути огорожені поручнями.

Оглядати, ремонтувати механізми столів, що підіймаються, і прибирати окалину з-під них на ходу стану забороняється. Столи, що підіймаються, повинні мати дверцята, замкнену на замок, ключ, від якого замикає пусковий пристрій, і є жетоном на право доступу в підвал [11].

**Безпека рольгангів.** Основну небезпеку, з якою пов'язана робота рольгангів, є захоплення ніг працюючих конічними шестернями приводу. Такі випадки трапляються досить часто та супроводжуються важкими наслідками.

Щоб робота рольгангів з груповими проводами була безпечною, всі шестірні рольгангів поміщені в масляні ванни і закриті кожухами. Необхідність огороження відноситься і до роликів підйомних столів.

Для запобігання сходу гуркотів металу рольганги по краях повинні мати міцні напрямні борти висотою не менше 250-300 мм. У тих випадках, коли ця висота виявиться недостатньою для захисту робітників, що проходять, від впливу тепловипромінювання, її необхідно збільшити.

Пересування робітників по рольгангам та перехід через них під час роботи стану слід категорично заборонити. Для переходу через рольганги необхідно спорудити перехідні містки.

Підшипники та шестерні всіх рольгангів повинні бути обладнані централізованим мастилом. Застосовувати ручне мастило неприпустимо навіть у старих станах [10].

### **2.1.5 Аналіз потенційних небезпек в цеху холодної прокатки**

В цеху холодної прокатки були виявлені наступні потенційні небезпеки [10-12]:

1. Захоплення (затиск) руки стропальника вантажозахоплювальним пристроєм (стропами) при піднятті вантажу, а саме металевих піддонів для

встановлення його в вагон.

2. Різке самовільне опускання вантажу (металічний піддон) відразу після його підняття стропами, через неякісне закріплення стропальником.

3. Травмування робітників під час руху мостового крана з рулоном, який транспортується за допомогою скоби, через знаходження людей поряд з місцем навантаження або в області піднімання скоби з вантажем на безпечну висоту для подальшого руху крана.

4. Травмування робітників або створення небезпечної (аварійної) ситуації в цеху через самовільне скочування рулонів з місця складування, через необачне складування вантажу з круглим перетином;

5. Проколювання шкіри рук стропальника проволокою, яка стирчить зі стропів.

6. Перевантаження (перевищення допустимої вантажопідйомності) крана, і як наслідок деформація або руйнування його металевих конструкцій. Це може стати причиною обривом тросів та обвалу рулонів і завдання травм робітникам.

7. Під час установки в вагон дерев'яних піддонів (ручна укладка дерев'яних брусів) можливе травмування ручним молотком через поштовхи від наступних вагонів не закріплених на колії.

8. Травмування робітників об гострі кути піддонів, які вивозяться та складаються уздовж залізничного тупику та чекає на завантаження.

9. Переохолодження або перегрів працівників під час виконання професійних завдань через підвищення та пониження температури в приміщенні цеху.

10. Недостатня освітленість цеху може призводити до втоми працівників, втрати уважності. Як наслідок – порушення технологічного процесу відвантаження готової продукції та встановлення піддонів до вагону.

11. Шум від роботи мостових кранів та розкріплення дерев'яних піддонів у вагоні, який заважає сприйняттю корисних сигналів, що може стати причиною втоми. Втома робітників і операторів від сильного шуму і

вібрації збільшують кількість помилок при роботі, що може призвести до травмування.

12. Займання через замикання (горіння) електроустановок (кранів, трансферкарів) які знаходяться поряд з місцем складання дерев'яних брусів, що може стати причиною пожежі, опіків та збитків.

13. Неправильне інженерне планування щодо розміщення території цеху, в майбутньому може призвести до проблем метеорологічного характеру, що стане причиною порушення технологічного процесу відвантаження готової продукції (підтоплення будівлі цеху, зсування стін та ін.).

### **2.1.6 Заходи по забезпеченню безпеки працюючих**

Для забезпечення безпеки працюючих в цеху та на прилеглий території найбільша увага приділяється заходам безпеки при виконанні вантажних робіт та експлуатації навантажувально-розвантажувальної техніки.

Заходи по забезпеченню безпеки [10, 11]:

1. До виконання робіт зачіплювання або підвішування вантажів на гак крана повинні бути призначені стропальники з числа робітників, що досягли 18 років, що пройшли медичний огляд і визнаних придатними для виконання таких робіт, навчених за спеціальною програмою, атестованих кваліфікаційною комісією та мають посвідчення на право проведення таких робіт, а також пройшли стажування. Основою для даних правил є НПАОП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті».

У випадку, коли зона обслуговування крану повністю не оглядається з кабіни машиніста, для передачі сигналів – серед стропальників (атестованих) призначається сигнальник.

Перед початком кожної операції по підніманню та переміщенню вантажу(металевих піддонів) стропальник повинен особисто подати

відповідний сигнал ( жести, а при довжині стріли до 10 м – голосом) кранівнику або сигнальнику (НПАОП 0.00-5.04-95 «Інструкція з безпечного ведення робіт для стропальників (зачіплювачів), які обслуговують вантажопідіймальні крани»).

2. Стropальник після закріплення вантажу подає сигнал крановику для підймання вантажу на висоту 200-300 мм, для перевірки правильності його стропування, рівномірності натягу віток строп, стійкості крана, дію гальм і тільки після цього подає сигнал про підймання вантажу на необхідну висоту; при необхідності виправлення стропування вантажнеобхідно опустити на землю (НПАОП 0.00-5.04-95 «Інструкція з безпечного ведення робіт для стропальників (зачіплювачів), які обслуговують вантажопідіймальні крани»).

3. Перш ніж здійснювати будь-який рух краном, кранівник повинен пересвідчитися, що у зоні дії крана відсутні сторонні люди, а його помічник і стажист перебувають в безпечному місці. Перед виконанням кожної операції, а також при перебуванні людей на шляху руху вантажу кранівник повинен подавати попереджувальний звуковий сигнал; якщо люди не відходять з шляху переміщення вантажу, то кранівник зобов'язаний припинити рух. При переміщенні вантажу в горизонтальному напрямку кранівник повинен попередньо підняти його не менше, ніж на 0,5 м вище предметів, що зустрічаються на шляху, й стежити, щоб під піднятим вантажем або вантажем, що переміщується, не було людей (НПАОП 0.00-5.18-96 «Про затвердження типової інструкції з безпечного ведення робіт для кранівників (машиністів) кранів мостового типу (мостових, козлових, напівкозлових)»). Стropальник має супроводжувати вантаж при переміщенні та стежити, щоб він не переміщувався над людьми та не міг за що-небудь зачепитися; якщо супроводжувати вантаж не має можливості, то за його переміщенням повинен стежити кранівник крана, а якщо вантаж знаходиться у зоні, яка не оглядається з кабіни кранівника – повинен стежити другий стропальник або сигнальник (НПАОП 0.00-5.04-95 «Інструкція з безпечного ведення робіт для стропальників (зачіплювачів), які обслуговують вантажопідіймальні крани»).

На місцях складування та роботи крану для інформування робітників про можливу небезпеку встановлюються попереджувальні знаки «Не стій під вантажем!», «Обережно, рух транспорту!» та ін стелажа (НПАОП 63.1-7.18-80. ОСТ 22 1445-80. «Вантажно-розвантажувальні, транспортні і складські роботи на складах металопрокату. Вимоги безпеки»).

4. При складуванні прокату круглого перетину (холоднокатаних металевих рулонів) слід передбачати спеціальні пристрої, що виключають можливість падіння або зісковзування прокату з штабеля або стеллажа (НПАОП 63.1-7.18-80. ОСТ 22 1445-80. «Вантажно-розвантажувальні, транспортні і складські роботи на складах металопрокату. Вимоги безпеки»).

5. Для безпечної експлуатації строп та необхідно забезпечити утримання їх у виправному стані, організацію і проведення технічних оглядів вантажозахватних пристроїв після виготовлення та ремонту, огляд в процесі експлуатації. Назначається приказом керівництва приказом керівництва відповідального за утримання в виправному стані й безпечному експлуатацію вантажозахватних пристроїв.

У процесі експлуатації вантажозахватні пристосування повинні періодично оглядатися, але не рідше чим через кожні 6 місяців (НПАОП 63.1-7.10-80 «Пристосування вантажозахватні тросові. Вимоги безпеки при експлуатації»).

6. Кранівнику забороняється підіймати вантаж, вага якого перевищує вантажопідймальність крана; якщо вага вантажу не відома, то кранівник повинен одержати ці відомості від працівника, відповідального за безпечне проведення робіт вантажопідймальними кранами (НПАОП 0.00-5.18-96 «Про затвердження типової інструкції з безпечного ведення робіт для кранівників (машиністів) кранів мостового типу (мостових, козлових, напівкозлових)»).

Стропальник має перевірити масу вантажу, який призначений для переміщення краном, за списком вантажів або по маркуванню на вантажі; якщо стропальник не має можливості визначити масу вантажу, то він

повинен узнати її у працівника, відповідального за безпечне проведення робіт вантажопідіймальними кранами (НПАОП 0.00-5.04-95 «Інструкція з безпечного ведення робіт для стропальників (зачіплювачів), які обслуговують вантажопідіймальні крани»).

7. Вагон, поставлений під навантаження, повинен бути загальмований черевиками за для безпеки під час встановлення дерев'яних піддонів у вагоні. На рейках на відстані не менше 5 м від вагона для запобігання його від поштовхів переміщуваними суміжними вагонами встановлюються огорожувальні черевики (Інструкція N 25 з охорони праці для робітників, що зайняті на навантажувально-розвантажувальних роботах).

8. Вантаж необхідно піднімати прямовисно, що досягається установленням гака вантажопідіймальної машини безпосередньо над вантажем (НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями»). Укладання піддонів уздовж залізничного полотна допускається на відстані не менше 2 м, з розривами між штабелями не менше 2,5 м і проходами в 1 м (Інструкція N 25 з охорони праці для робітників, що зайняті на навантажувально-розвантажувальних роботах).

## **2.2 Аналіз потенційно шкідливих чинників виробничого середовища**

Прокатка є найпоширенішим видом обробки металу тиском. При прокатці метал обтискається між валками, що обертаються, змінюючи форму поперечного перерізу і співвідношення геометричних розмірів тиску. Прокат металу здійснюється на прокатних станах.

Прокатний стан – це комплекс машин для деформації металу та виконання допоміжних операцій: транспортування заготівлі до валок, збирання після прокатки, різання, охолодження, правки, штабелювання або згортання в рулон і т.д.

Всі прокатні стани можна класифікувати за трьома ознаками: за

кількістю та розташуванням валків у робочих клітях, за розташуванням робочих клітей, за призначенням станів. Конструктивні особливості прокатних станів визначають заходи безпеки під час їх обслуговування.

Число операцій, що входять у технологічний процес прокатки, залежить від вимог, що пред'являються до точності профілю, фізико-механічних властивостей, стану поверхні, макро- і мікроструктурі. Основні операції технологічного процесу виробництва такі: підготовка металу до прокатки, нагрівання металу перед прокаткою, прокатка, обробка, включаючи різання, охолодження, виправлення, видалення поверхневих дефектів та інше.

Умови праці в цехах холодної прокатки залежать від негативного впливу широкого комплексу шкідливих факторів, пов'язаних з особливістю технології в різних відділеннях цеху, що застосовується. Стандартна технологія типового прокатного цеху включає наступні послідовні операції.

Товарний рулон надходить з цеху гарячої прокатки тонкого листа і піддається травленню в розчині сірчаної або соляної кислоти. Після травлення смугу промивають, очищають, сушать підігрітим повітрям, промаслюють і на моталках змотують в рулони.

В травильних ваннах використовують систему уловлювання шкідливих виділень парів кислот. Смуги по транспортеру передають в прокатне відділення, для подальшої обробки на прокатних станах. Потім рулони потрапляють в термічне відділення для відпалу, звідки вони надходять на дресировальний стан.

Після стану листи ріжуть, сортують, упаковують і відвантажують споживачеві.

Природно, працівники можуть піддаватися впливу парів кислот в травильному відділенні, високої температури в зоні відпалу та парів мастил, шуму й вібрації в прокатних відділеннях.

З огляду на те, що основними ділянками цеху є прокатні відділення: за кількістю працівників та продукції, що випускається, представляється

необхідним й доцільним розглянути характер умов праці виробничого персоналу. Як видно з карти умов праці відділення, при прокатці та дресуванні листів на персонал впливають такі основні шкідливі фактори: шум, вібрація, пари мастил, пил, загазованість (табл. 2.1).

У прокатних цехах багато основних та допоміжних технологічних операцій супроводжується виділенням значних кількостей пилу. Пил прокатних цехів складається в основному з оксидів заліза з домішкою інших речовин: окису кремнію, марганцю та окремих випадках легуючих елементів. З'єднання різних елементів пилу пропорційно хімічному складу сталі, що прокочується [13].

Частинки пилу прокатного виробництва мають форму нерівномірних гранул, як правило, з одним або декількома гострими кряями.

Інші чинники, що характеризують санітарно-гігієнічні умови праці у прокатному виробництві, є загазованість. Наявність різних газів в атмосфері прокатних цехів обумовлена порушеннями технологічного режиму, несправністю та недосконалістю обладнання. До основних джерел виділення шкідливих газів відносяться нагрівальні пристрої, прокатні стани, ріжучі механізми та інше технологічне обладнання.

У прольотах прокатних станів, на ділянках різання та складування металу, крім технологічних газів, в атмосферу надходить значна кількість газів, що утворюються при згорянні мастильних матеріалів.

Багато технологічних операцій ЦХП супроводжуються утворенням шумів низької та високої частоти. Гучними шумами, рівень яких значно перевищує допустимі санітарні норми, супроводжується транспортуванням металу по рольгангу, прокатка його на стані, різання на пилах вирубування пороків.

Для видалення окалини з поверхні холоднокатаного листа в цеху холодної прокатки нержавіючої сталі застосовують періодичне травлення у сірчаній кислоті. Внаслідок процесу травлення в цех виділяється значна кількість аерозолу сірчаної кислоти  $1,74 \text{ мг/м}^3$  [14].



Ванна №1 використовується як травильна кислотна.

Ванна №2 використовується як відбілююча (для видалення розчинних карбідів металу-відбілювання та пасивації нержавіючих сталей).

Ванна №3 використовується як промивна холодною або гарячою водою. Всі ванни металеві, гумовані, викладені кислототривкою цеглою. Обігрів ванн здійснюється гострим паром тиском 4 атм. Для занурення кошиків з металом у ванну, підйому їх і переміщення між поворотним колом і ваннами, а також із ванни у ванну використовується підйомна парова машина, корисною вантажопідйомністю 12 т. Вантажопідйомність кошиків становить – 5 т.

Отже, умови праці ЦХП характеризується наявністю шкідливих чинників, такі як запиленість, загазованість, шум.

Таким чином, у повітрі робочої зони травника містяться: ангідрид хромовий –  $0,014 \text{ мг/м}^3$ , аерозоль оксиду марганцю –  $0,52 \text{ мг/м}^3$ , діоксид азоту –  $2,85 \text{ мг/м}^3$ , сірчистий ангідрид –  $14 \text{ мг/м}^3$ , аерозоль сірчаної кислоти –  $1,74 \text{ мг/м}^3$ , пил переважно фіброгенної дії –  $4 \text{ мг/м}^3$ .

При транспортуванні та завантаженні металу у ванни травлення відбувається значне виділення шуму та вібрації. Рівень шуму на ділянці травлення становить – 95 дБА (при нормативному значенні 80 дБА), рівень вібрації 98 дБ (при нормативному значенні 92 дБ) [15].

Основним джерелом шуму та вібрації в ЦХП є стан 2800 та агрегати порізки листів. Рівень шуму 95 дБА за норми 80 дБА.

Вібрацію створюють електромостові крани та рольганг подачі металу, пневмоінструменти. Рівень вібрації 104 дБ за норми 92 дБ за ГОСТ-12.1.012-90.

Оцінка факторів виробничого середовища трудового процесу працівників в цеху холодної прокатки у відділенні прокатки і дресирування листів представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Оцінка факторів виробничого середовища трудового процесу в цеху холодної прокатки

Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення (ПДК, ПДУ)	Фактичне значення	III клас, шкідливі й небезпечні умови, характер праці			Час дії фактора, %, за зміну
			1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
Шкідливі хімічні речовини, мг/м <sup>3</sup> ; I клас безпеки мастила мінеральні Аерозоль H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5	9,2	1,84			96,6
	1	1,74	1,74			95,4
Пил переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup>	4	19,6	-	4,9	-	60,2
Вібрація (загальна й локальна), дБ	92	104	-	-	12	95
Шум, дБА	80	95	-	-	15	100
Температура повітря, °С	20-22	28	-	6	-	90
Тяжкість праці, напруженість праці	середня, II б, помірна	-	-	-	-	-
Кількість шкідливих чинників	-	-	2	2	2	-

Аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища в цеху холодної прокатки показує, що умови і характер праці в цеху належать до III класу 3-го ступеня, робоче місце має в наявності: 2

фактори 1-го ступеня, 2 фактори 2-го ступеня, 2 фактори 3-го ступеня. За показниками робоче місце варто вважати місцем з особливо шкідливими умовами праці.

Аналіз карти умов праці в цеху холодної прокатки показав, що працівники можуть піддаватися впливу таких небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, як:

- запиленість (фактична концентрація пилу  $19,6 \text{ мг/м}^3$ , тоді як допустима концентрація становить  $4 \text{ мг/м}^3$ );
- пари кислот у травильному відділенні (перевищення концентрації до двох разів);
- підвищена температура в зоні відпалу в колпакових печах ( $28 \text{ }^\circ\text{C}$  при нормі  $20\text{-}22 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- пари мастил ( $9,2 \text{ мг/м}^3$  при нормі  $5 \text{ мг/м}^3$ );
- високий рівень загальної вібрації ( $104 \text{ дБ}$  при нормі  $92 \text{ дБ}$ );
- високий рівень виробничого шуму в прокатних відділеннях ( $95 \text{ дБА}$  при нормі  $80 \text{ дБА}$ ).

Якщо рівень шуму, що перевищує нормативну величину на  $15 \text{ дБА}$ , можна нейтралізувати використанням індивідуальних засобів захисту (противошуми, шолом-маска та ін.), а вібрацію (перевищення на  $12 \text{ дБ}$ ) – спеціальним взуттям та рукавицями; використанням інструменту з антивібраційним покриттям контактної поверхні, то захист від парів мастил є складною і недостатньо вирішеною проблемою [13-16].

Як показує практика, в цехах холодної прокатки уловлюванню парів мастил не завжди приділяється достатньо уваги і діючі засоби недостатньо ефективні. Пари витають в робочій зоні, конденсуються природними шляхами і осідають на обладнанні і на пішохідних майданчиках, що призводить до різних захворювань і небезпек (падіння і травми) [13-16]. Крім того, підвищується витрати дорогих мастил. Основною причиною виділення парів є мастильна-охолоджуючі рідини (МОР), які знижують коефіцієнт тертя при прокатці смуг та листів, сприяють зменшенню зносу валків та

налипанню металу на валки, запобіганню смуг та листів від задирів, формуванню допустимої мікрогеометрії поверхні продукції, очищенню поверхні листів від забруднень.

Дуже важливим фактором також є відведення тепла з вогнища деформації і регулювання теплового обміну валків. МОР повинні відповідати певним вимогам – бути стабільними в експлуатації і при зберіганні, зручними при подачі на смугу і валки, піддаватися регенерації, не чинити шкідливого впливу на навколишнє середовище [16].

У ЦХП першою точкою нанесення технологічного мастила є безперервно-травильний агрегат (БТА) для захисту металу від корозії при зберіганні протруєних рулонів перед холодною прокаткою, а також, для захисту смуг від подряпин і задирів при змотування смуг в рулон після травлення. Завдане на БТА мастило стає і технологічним мастилом при прокатці смуги в першій кліті стану безперервної прокатки. Безпосередньо на станах холодної прокатки смуг застосування МОР обов'язково.

У ряді випадків їх не застосовують при дресируванні відпалених смуг.

Продукти змащення класифікуються за агрегатним станом та хімічним складом [15]:

1. Мінеральні й рослинні масла та їх суміші між собою або з синтетичними маслами (компаунди).
2. Водно-масляні суміші.
3. Емульсії.

Найбільш поширеними мінеральними маслами є трансформаторне, індустриальне, циліндрове, прокатне. Їх отримують з нафти і використовують з невеликими добавками антикорозійних, миючих, проти окислювальних присадок. Емульсії типу масло-вода набули широкого поширення завдяки високій охолоджуючій здатності, можливості тривалого використання в циркуляційних системах, порівняно низькій витраті мастила. Отримання стійких емульсій можливо при наявності в них емульгаторів. Для приготування емульсій використовують емульсоли – композиції з

мінерального масла, емульгатора і присадок. Емульсії з них готують безпосередньо в прокатному цеху. Вміст мастил в розчині 2–10 %.

Для підтримки масла в дисперсному стані суспензія безперервно перемішується. Температуру емульсії при подачі на валки витримують в межах 40–50 °С.

Аналіз наукових досліджень і відомостей захворювань персоналу показує, що негативний вплив МОР на робочих пов'язаний з її потраплянням на шкіру і в дихальні шляхи в процесі приготування емульсії, її розбризкуванням і перегрівом при охолодженні смуги і листів в процесі прокатки (рис. 2.1) [13].



Рисунок 2.1 – Негативний вплив МОР на виробничий персонал при безпосередньому контакті з рідиною або парами мастил

В умовах холодної прокатки листів найбільш імовірним впливом на працівників є потрапляння парів мастил в дихальну систему та легені. Попадання бризок МОР на шкіру рук і обличчя мало ймовірно через наявність спецодягу, але можливо в разі аварій. При постійному та тривалому перебуванні у шкідливій зоні спостерігаються випадки алергії на МОР, що виникає внаслідок попадання мастильна-охолоджувальної емульсії на шкіру, вдихання її паріві масляного туману. Алергія проявляється в такому вигляді: подразнення шкіри, риніт, кон'юнктивіт, нападний кашель.

В результаті аерації деяка частка летючих парів мастил (неорганізовані викиди) потрапляє в атмосферу і завдає шкоди екології, впливаючи на рослини, воду і живі організми (рис. 2.2).

Особлива небезпека відпрацьованих МОР полягає в тому, що з промислових майданчиків вони просочуються в ґрунт і мігрують з підземними водами, забруднюючи водойми органічними сполуками та іншими токсичними речовинами й засекреченими присадками, що затрудняє оцінку їх токсикологічного впливу на людину и біосферу. За відомою методикою [13] можна визначити ступінь впливу МОР на персонал і природу.

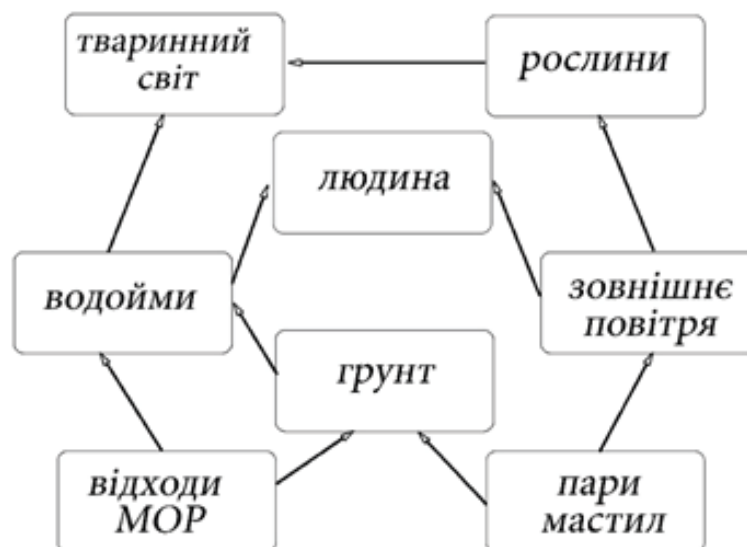


Рисунок 2.2 – Кругообіг мастильно-охолоджувальних рідин в природі

### 2.3 Заходи щодо запобігання шкідливим факторам

*Заходи щодо захисту від пилу та газу.* Основним способом придушення пилу є вдосконалення технології прокатки, що передбачає покращення поверхні листа (очищення від окалини та ін.) та автоматизація та механізація обладнання.

Другим методом є укриття джерел пилоутворення і відсмоктування їх через вентиляційні системи, внаслідок чого знижується концентрація пилу в повітрі цеху.

Третім методом є використання індивідуальних засобів захисту, наприклад, респіраторів ШБ-1.

Важливим фактором є щоденне позмінне прибирання (вологе) робочих місць та цехи в цілому.

Основним способом зниження виділення шкідливих пар у травильному відділенні є дотримання технології та застосування бортових відсмоктувачів.

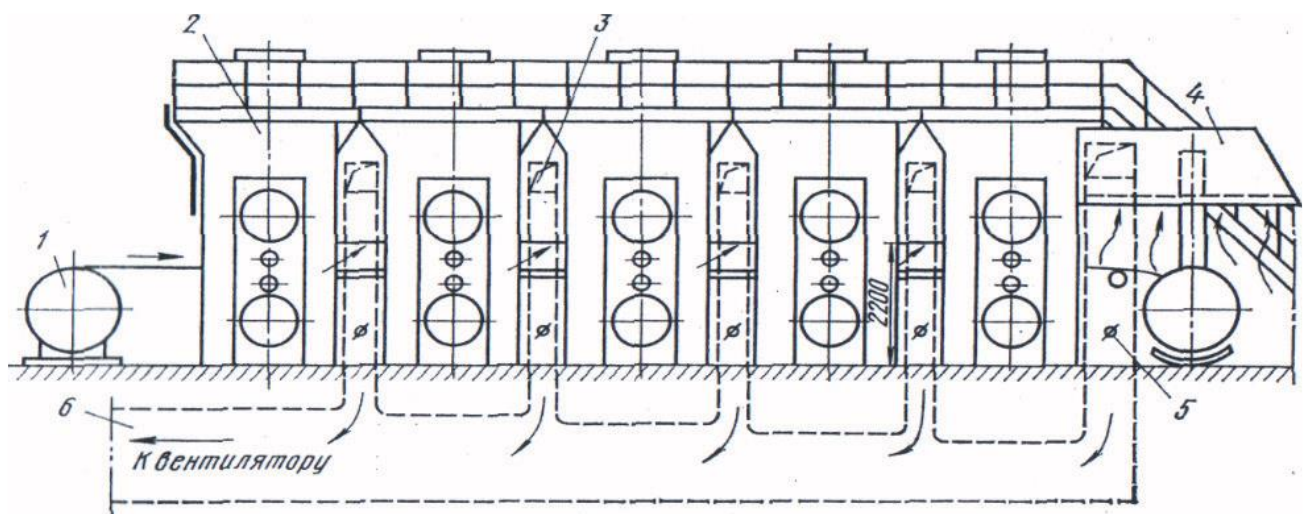
Бортові відсмоктувачі можуть бути: однобортові, двобортові, бортові зі здувом. Більш економічними є бортові відсмоктувачі зі здувкою пари струменем повітря, а найефективнішими – двобортові відсмоктувачі.

Зниження концентрації аерозолю сірчаної кислоти забезпечується за рахунок організації однобортового відсмоктування. Для зниження на робочому місці травильника концентрацій пилу, оксидів хрому і марганцю, діоксиду азоту організують місцеву витяжну вентиляцію.

З метою оздоровлення робочої зони прокатки застосовують як місцеву вентиляцію, так і часткову аерацію. Для видалення парів технологічного мастила в між клітьових проміжках безперервного стану і за останньою кліттю встановлюють витяжні зонти (рис. 2.3).

Однак не завжди можливо повністю вловити шкідливості місцевими відсмоктувачами. У цих випадках не вловлене забруднене повітря розбавляють припливним повітрям до допустимих концентрацій. Вихідною величиною для визначення повітрообміну при влаштуванні загальної

обмінної вентиляції в прокатних цехах є кількість шкідливих виділень у вигляді тепла та парів мастил, які встановлюються на підставі використання виробничих вимірів обсягів шкідливих викидів. Неорганізовані викиди видаляються природним шляхом через аераційні ліхтарі на даху виробничих будівель. Це призводить до забруднення навколишнього середовища та істотних втрат дорогих мастил. Для підвищення ефективності уловлювання мастил вважається за необхідне проведення раціонального вибору туманоуловлювачів [17].



1 – розмотувач; 2 – робочі кліті; 3 – витяжні зонти в міжклітьових проміжках; 4 – витяжний зонт над моталкою; 5 – вентилятори; 6 – повітропровід

Рисунок 2.3 – Вентиляційна система безперервного листового стану холодної прокатки

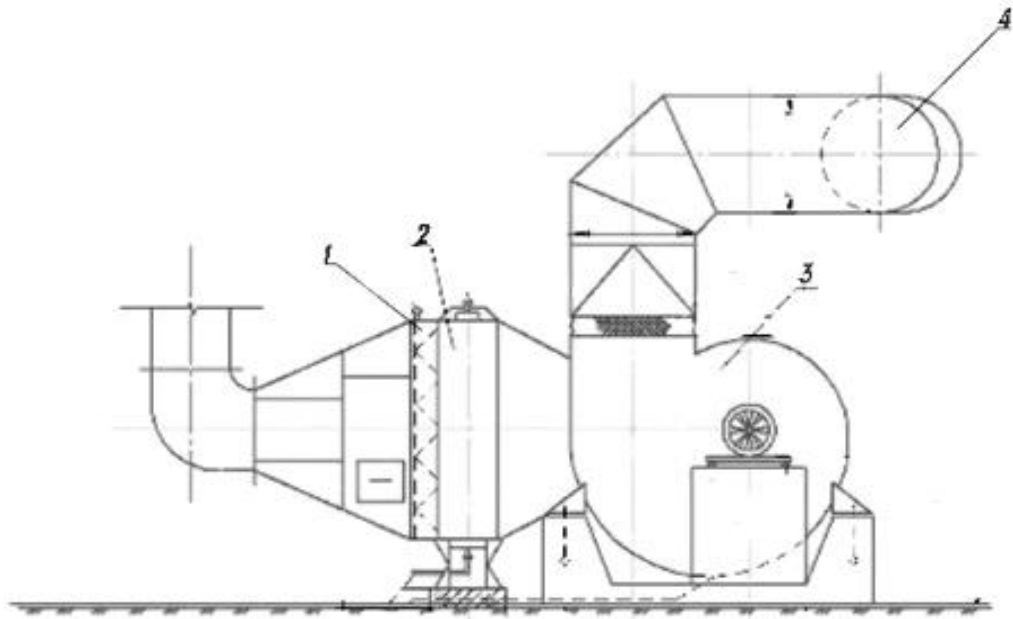
Найбільший ефект відділення крапель туману досягається на двоступеневих туманоуловлювачах (рис. 2.4).

Перший ступінь складається з тонких волокон. Другий ступінь сітчастий бризкоуловлювач служить для уловлювання укрупнених рідких частинок.

Незважаючи на досить високий ступінь уловлювання парів мастил у вигляді дрібних часток та укрупнених, субмікронні частинки парів широкого спектру через незначні щілини потрапляють у повітря робочої зони.



Природньо, вони легко впроваджуються в дихальну систему та легені працівників. При тривалій роботі в цих умовах можуть виникнути різні захворювання. Для уловлювання таких часток доцільно використання сучасних фільтрів виконаних по картриджній схемі на основі інноваційного наповнювача Synteq XP [18].

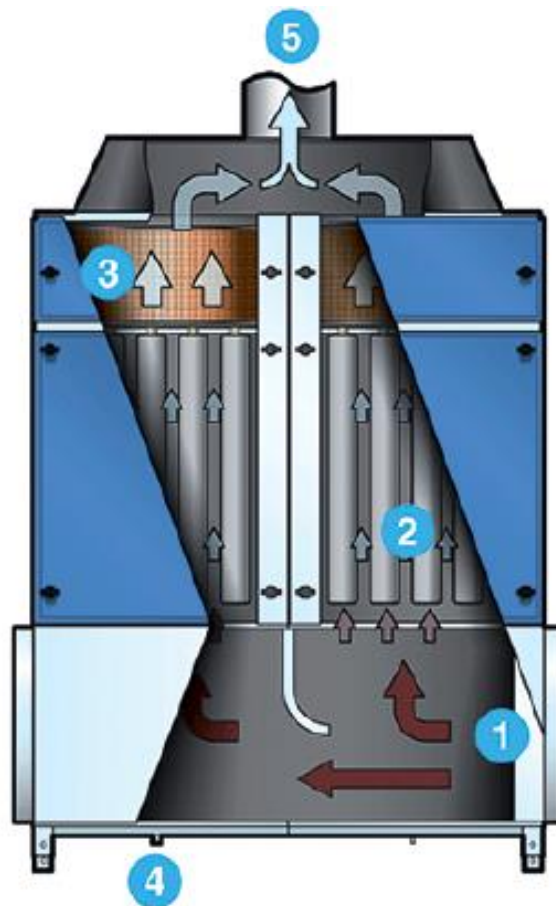


1 – волокнистий фільтр; 2 – сітчастий фільтр; 3 – вентилятор; 4 – трубопровід видалення очищеного повітря

Рисунок 2.4 – Двоступеневий туманоуловлювач

Унікальний матеріал наповнювача характеризується високим ступенем дренажу, низькими перепадами тиску і тривалим терміном служби змінних елементів. Оригінальний картриджний фільтр масляного туману, виготовлений на основі фірмової нановолоконної технології UltraWeb, забезпечує надзвичайно високу ефективності очищення (до 99,999 %) повітря від частинок пари розміром від 0,5 мкм. При цьому спеціальна високотемпературна обробка TermoTec гарантує збереження необхідної герметичності і міцності ущільнювачів при нагріванні до +135 °С.

Цікавим є фільтр підвищеної продуктивності (до 10000 м<sup>3</sup>/год) для видалення парів МОР і масляного туману NOM 112 (рис. 2.5).



1 – забруднене повітря; 2 – основний фільтр; 3 – НЕРА-фільтр; 4 – дренажна труба; 5 – вихідний патрубок

Рисунок 2.5 – Фільтр NOM 112 для видалення парів МОР і масляного туману

Забруднене повітря 1 всмоктується в нижню робочу камеру. Основний фільтр 2 вловлює більшу частину найбільш великих часток. Він має функцію самовисушення і може працювати з великими обсягами емульсії. Основний фільтр має умови періодичного промивання. Далі повітря проходить через спеціальний фільтр 3 тонкої очистки з ефективністю 99,97 % і через вихідний патрубок 5 повертається в робоче приміщення. Масло по дренажній трубці 4 стікає в ємність для збору рідини. Такий фільтр має підвищену ефективність фільтрації, низьку вартість обслуговування.

Враховуючи компактність таких фільтрів їх можна додатково встановити у витяжну систему після розрахованого туманоуловлювача. При чому, доцільно використання таких фільтрів меншої продуктивності і собівартості.

*Заходи боротьби з шумом.* Першорядним є своєчасне виконання профілактичних ремонтів обладнання, застосування звукоізолюючих конструкцій та звукопоглинаючих фундаментів (від вібрації), а також відповідних матеріалів для стін, стель та ін. перегородок, звукопоглинаючих кабін (кранівників) тощо.

Для ослаблення шуму агрегати, що виробляють шум, по можливості концентрувати в одному або декількох місцях цеху і огороджувати звукоізолюючими перегородками, або влаштовувати для персоналу кабінки звукоізолюючі з оглядовими вікнами. Як звукопоглинаючі матеріали застосовують пористі матеріали, де відкриті назвні пори заповнені повітрям.

Шум тертя послаблюється мастилом деталей, що ударяються, в'язкими рідинами, укладенням вібруючих деталей в рідинні ванни.

Для ослаблення передачі вібрацій та шуму по повітроводах та трубопроводах застосовують гнучкі вставки в місцях з'єднання з вентиляторами та насосами.

Ослаблення вібрації досягають конструктивними та технологічними заходами:

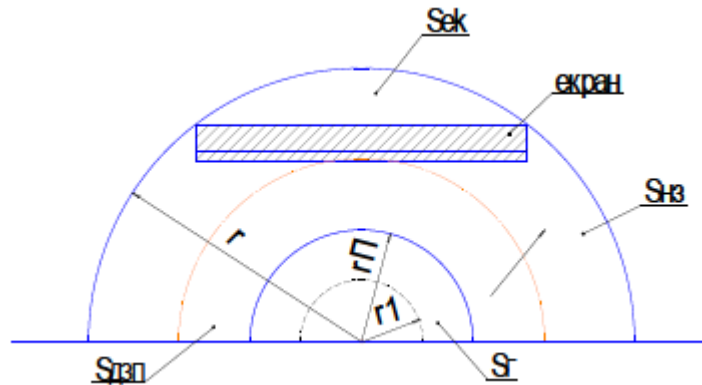
- удосконаленням, балансуванням частин, що обертаються для забезпечення плавності роботи обладнання;
- усунення дефектів та розбавності окремих частин;
- використанням динамічних гасників.

Використовують резинопластикові прокладки між окремими частинами машин. Застосування звукопоглинаючих кожухів знижує шум на 20-25дБ.

Санітарно-гігієнічні заходи передбачають забезпечення робітників індивідуальними засобами захисту від шуму та вібрації. Застосування взуття з амортизуючою підошвою дозволяє зменшити вібрацію на людину.

Для зменшення площі небезпечної зони від дії шуму (рис. 2.6) та зниження рівня звукового тиску в цехах холодної прокатки доцільно встановити акустичний екран зі сталевого листа завтовшки 2 мм з

шумопоглиначем з мінеральної вати. Екран встановлюється на відстані 2,5 м від джерела шуму та зменшує рівень шуму на 21,7 дБ, що суттєво зменшує шумове забруднення виробничого середовища.



$S_{НЗ}$  – площа небезпечної зони;  $S_{ЕК}$  – площа зони, що обмежена екраном;  $S_{Г}$  – площа зони, де необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту;  $S_{ДЗП}$  – допустима зона праці після встановлення екрана;  $r_1$  – рівень шуму на відстані 1 м від джерела шуму;  $r_{П}$  – радіус зони, де може працювати тільки персонал стана

Рисунок 2.6 – Схема до розрахунку площі небезпечної зони від дії шуму

Вібрація від обладнання в ЦХП має характер коливань: стаціонарних випадкових (з основною частотою від 4 до 8 Гц) і ударного типу (від 2 до 5 поштовхів за секунду, тривалістю 0,05–0,3 с). Для зниження рівня вібрації запропоновано використовувати інструмент з антивібраційним покриттям контактної поверхні й спеціальні захисні рукавиці.

**Об'ємно-плановані рішення будівель та споруд прокатного цеху.** Цех розташовується з підвітряної сторони по відношенню до житлового району, а також до цехів, що не є джерелами виділення шкідливості в навколишнє середовище та адміністративно-побутових будівель.

При проектуванні прокатні цехи мають у своєму розпорядженні на території підприємства таким чином, щоб вони становили послідовне продовження металургійного циклу. Вісь прокатного цеху має бути перпендикулярна напрямку вітрів у цій місцевості.

Травильне відділення повинне розташовуватися в ізольованому

приміщенні. У місцях транспортування металу підлогу прокатних цехів настиляють гладкими металевими плитами, зазор між якими повинен бути відсутнім. Для пересування людей укладають рифлені плити або наносять на гладкі плити точкове наварювання.

Підлоги допоміжних приміщень прокатних цехів виконують з асфальту, керамічних плиток або торцевих дерев'яних шашок. Уздовж усього цеху з обох зовнішніх боків будівлі прокладають пішохідні тротуари.

**Вентиляція та кондиціонування.** У ЦХП застосовують місцеву вентиляцію. Місцеву вентиляцію застосовують для уловлювання забрудненого повітря безпосередньо біля місця утворення шкідливих виділень, що запобігає поширенню шкідливості цеху [17, 18].

Постачання травильних ванн бортовими відсмоктувачами знижують кратність повітрообміну загальної вентиляції в 2-3 рази. Тому при влаштуванні місцевої витяжної вентиляції (місцевих відсмоктувачів) прагнуть видалити максимальну частину шкідливостей з тим, щоб як найменше їх кількість надходила з припливним повітрям.

Нормалізація метеорологічних умов у виробничих приміщеннях прокатного цеху безпосередньо пов'язана з необхідністю підтримання певної температури повітря шляхом опалення.

У приміщенні прокатного цеху, де температура повітря підтримується завдяки тепловим виділенням та технологічному устаткуванню, передбачається резервне опалення, що дозволяє підтримувати у холодний період року температуру не менше 5°C під час проведення ремонтних робіт.

Однак не завжди можна повністю вловити шкідливості місцевими відсмоктувачами. У цих випадках забруднене повітря розбавляють припливним до допустимої концентрації.

**Освітлення.** Для освітлення виробничих приміщень прокатних цехів використовують природне та штучне освітлення. При звичайних технологічних операціях у прокатному цеху, що не потребують особливої напруги зору, недостатнє освітлення діє негативно: рух людини

сповільнений, настає передчасно втома, що призводить до зниження уваги, що може бути причиною нещасного випадку.

Природне освітлення прокатних цехів висвітлюється через світлові отвори та світлові ліхтарі в даху будівель, тому його поділяють на бічні та верхні.

Природне освітлення приміщень прийнято характеризувати відносною величиною, що показує у скільки разів освітленість усередині цеху менша за освітленість ззовні будівлі. Під освітленістю з зовні будівлі мається на увазі горизонтальна освітленість, створювана розсіяним світлом усієї півсфери небосхилу, при екрануванні прямих сонячних променів [16].

Норми освітленості ділянок ЦХП-3 представлені у таблиці 2.1.

Нормоване значення КЕО визначається за такою формулою:

$$E_n = e \cdot m \cdot c,$$

де  $e$  – значення КЕО (%), що визначається з урахуванням характеру зорової роботи;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату,  $m = 1$ ;

$c$  – коефіцієнт сонячного клімату  $c = 0,8$ .

Для сприйняття очей людини найбільш сприятливим є природне освітлення. Для прокатного цеху відповідно до 4 розряду зорової роботи нормоване значення коефіцієнта природного освітлення становить  $e = 1,83\%$ .

$$E_n = 1,83 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,664.$$

Рівномірне природне освітлення у корпусах прокатного цеху досягається через бічні вікна та зверху через ліхтарі.

Освітлення при технологічних операціях з прокатного цеху виконується система загального освітлення, рекомендується застосовувати

додаткові світильники, живлення яких допускається від розеток штемпельних ремонтного освітлення [16].

Таблиця 2.2 – Норми освітленості для деяких ділянок ЦХП

Найменування приміщень, робочих місць та робіт	Наименьшая освещенность, лк	
	накаливания	газоразрядных
Приміщення прокатних станів: допоміжні майданчики та проходи зони розташування обладнання	10 - 50	75 - 150
Механізм прокатних цехів: рольганги, клеппери, транспортери з гарячим металом	50	150
Механізм прокатних цехів: рольганги, клеппери, транспортери з холодним металом	30	100
Валки стану (у вертикальній площині)	50	150
Циферблати натискних пристроїв (у вертикальній площині)	400	400
Ножиці	50	150
Травильне відділення	30	100
Склади та місця упаковки злитків, заготівлі, прокату та рулонів	30	100
Масляні підвали	30	-

Штучне освітлення в залежності від розташування джерела світла поділяють на загальне, місцеве та комбіноване. Локалізоване загальне освітлення характеризується несиметричним розташуванням світильників, тобто світильники розміщують у певних місцях, над обладнанням, де створюється підвищена освітленість.

Загальне освітлення застосовують для освітлення прольотів цехів. Місцеве освітлення застосовують як додаткове при виконанні точних робіт, на пультах управління, на верстатах, при роботах, пов'язаних з ремонтом обладнання та нагрівальних пристроїв.

Кожна з цих систем штучного освітлення має свої переваги та

недоліки. Перевага загального освітлення є рівномірний розподіл яскравості по всьому приміщенню та найменші витрати на пристрій. Недоліком цього освітлення полягає у віддаленості освітлення від робочих місць та неможливості забезпечити необхідний рівень освітленості робочих поверхонь та управління світловим потоком. Система комбінованого освітлення набула найбільш широкого поширення та усуває зазначені недоліки.

**Санітарно-побутові приміщення.** Будинки санітарно-побутових приміщень не повинні примикати до будівель гарячих цехів, а повинні розташовуватися в будівлях, що будуються окремо, з'єднаних з головною будівлею критими утепленими переходами або тунелями.

Створення нормальних санітарно-побутових умов значною мірою попереджає захворювання працюючих у гарячих цехах металургійного виробництва. Тому в новозбудованих у існуючих прокатних цехах слід споруджувати спеціальні будівлі, в яких повинні бути розміщені вбиральня, духова, умивальна, санвузли та приміщення для прийому їжі та відпочинку.

Скрізь, де санітарно-побутові приміщення не відповідають нормам, їх потрібно розширювати. При будівництві нових прокатних цехів будівлі для санітарно-побутових приміщень слід споруджувати з урахуванням можливого їх розширення зі збільшенням виробництва та зростання чисельності працюючих. Умивальні кімнати повинні розміщуватися в окремих приміщеннях, суміжних з вбиральнями, або в приміщеннях вбиральні. Число кранів для умивальників призначається з розрахунку один кран на 15 осіб у невеликій зміні. Крім того, в прокатних цехах слід встановлювати додаткові умивальники з душовими сітками з подачею теплої води з розрахунку один душ на 15 осіб, зайнятих на гарячих роботах. Душові необхідно розміщувати в суміжних з гардеробами приміщеннях, як правило, між гардеробними для робочого та домашнього одягу. Число душових сіток визначаються з розрахунку одна сітка на 5 осіб, які працюють на зміні.



**Очищення повітря від парів сірчаної кислоти у травильному відділенні.** На багатьох підприємствах для очищення повітря від пари сірчаної кислоти застосовують пінні апарати, що забезпечують високий ступінь очищення від хімічних домішок (95-99 %). Однак навіть при цьому ступені очищення залишковий вміст кислот у повітрі становить  $0,05 \text{ г/м}^3$ , що значно перевищує санітарну норму. Для промивання повітря у пінному апараті використовують слабо підкислену воду промивної ванни з вмістом  $12-16 \text{ г/дм}^3$  кислоти. Після промивання вміст кислоти у воді підвищується до  $19-20 \text{ г/дм}^3$  вода направляється на регенераційну установку [14].

На одному з підприємств успішно застосовується абсорбційне очищення газів, що відходять від ванн травлення виробів з нержавіючих сталей, вапняним молоком у порожнистих скруберах.

Також для очищення газів, що відходять від ванн травлення, використовують волокнисті фільтри-туманоуловлювачі.

В установках невеликої продуктивності іноді застосовують адсорбційні методи очищення. Адсорбентами можуть бути синтетичні та природні цеоліти, активоване вугілля, силікагелі, бентонітові глини та інші матеріали. У правильно спроектованих установках рівень очищення може досягати 96-99% [14].

Перспективним є іонообмінне очищення викидів травильних ванн, при якій газу, що містять кислотний туман, пропускають через шар іоніту, що поглинає кислоту. Після насичення іоніт регенерують шляхом промивання водою. Ступінь очищення аерозолі залежить в основному від часу контакту фаз і може бути дуже високою (98-99 %).

**Вибір та обтунтування апарату для очищення повітря від парів сірчаної кислоти в ЦХП.** При періодичному процесі травлення листової нержавіючої сталі найбільш підходящим апаратом очищення газів, що відходять (парів сірчаної кислоти), є волокнистий фільтр-туманоуловлювач. Він більш економічний у порівнянні з пінними апаратами з енергетичних та капітальних витрат. Фільтр, як правило, має менші габарити, ніж пінний

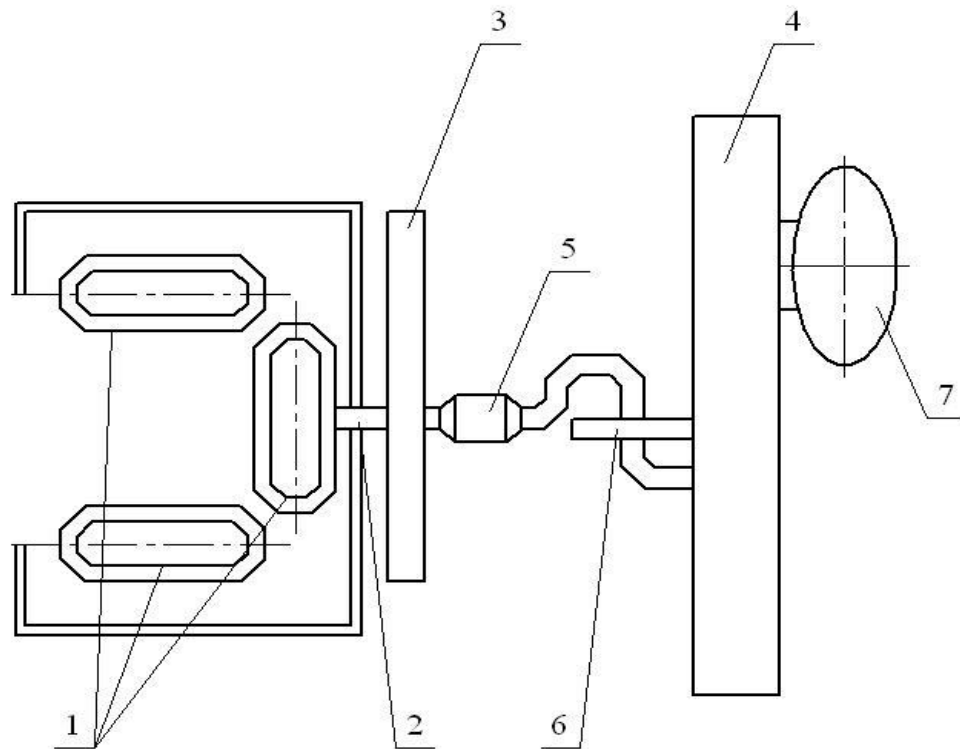
апарат або скруббер, тобто займає меншу виробничу площу. Волокнисті фільтри-туманоуловлювачі вигідно відрізняються за багатьма параметрами і від електрофільтрів та скрубберів Вентурі. Так, наприклад, через високу ефективність очищення при низькому перепаді тиску електрофільтри донедавна вважалися найбільш раціональними промисловими туманоуловлювачами. Однак вони дуже громіздкі та дорогі, особливо в тих випадках, коли потрібна низька залишкова концентрація за високої вихідної концентрації туману.

Широке використання більш надійних та дешевих скрубберів Вентурі обмежується надзвичайно високими енергетичними витратами у зв'язку з високою дисперсністю туману та малою питомою вагою частинок, складністю експлуатації насосного господарства та недостатньою ефективністю очищення. Виходячи з наведених порівняльних характеристик, видно, що для очищення газу від парів сірчаної кислоти в травильному відділенні цеху холодної прокатки нержавіючої сталі, найбільше підходить волокнистий фільтр-туманоуловлювач. Принципова схема очищення газів травильного відділення показана на рис. 2.7.

Відмінною особливістю волокнистих фільтрів-туманоуловлювачів є коалесценція уловлених рідких частинок при контакті з поверхнею волокон і утворення на них плівки рідини, що видаляється в міру накопичення з шару у вигляді струмків або великих крапель, що переміщуються всередині шару і з тильного боку під дією сили захоплення газовим потоком чи капілярних сил. При цьому зазвичай не потрібно ніяких механічних впливів на фільтруючі шари, тобто фільтри працюють з постійним опором в стаціонарному режимі саморегенерації (самоочищення).

Але у волокнистих фільтрів теж є істотний недолік – можливість заростання за наявності в тумані значної кількості твердих частинок і при утворенні в шарі відкладень нерозчинних солей ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_3$  та ін.) за рахунок взаємодії солей жорсткості води з газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HF}$  та ін.).

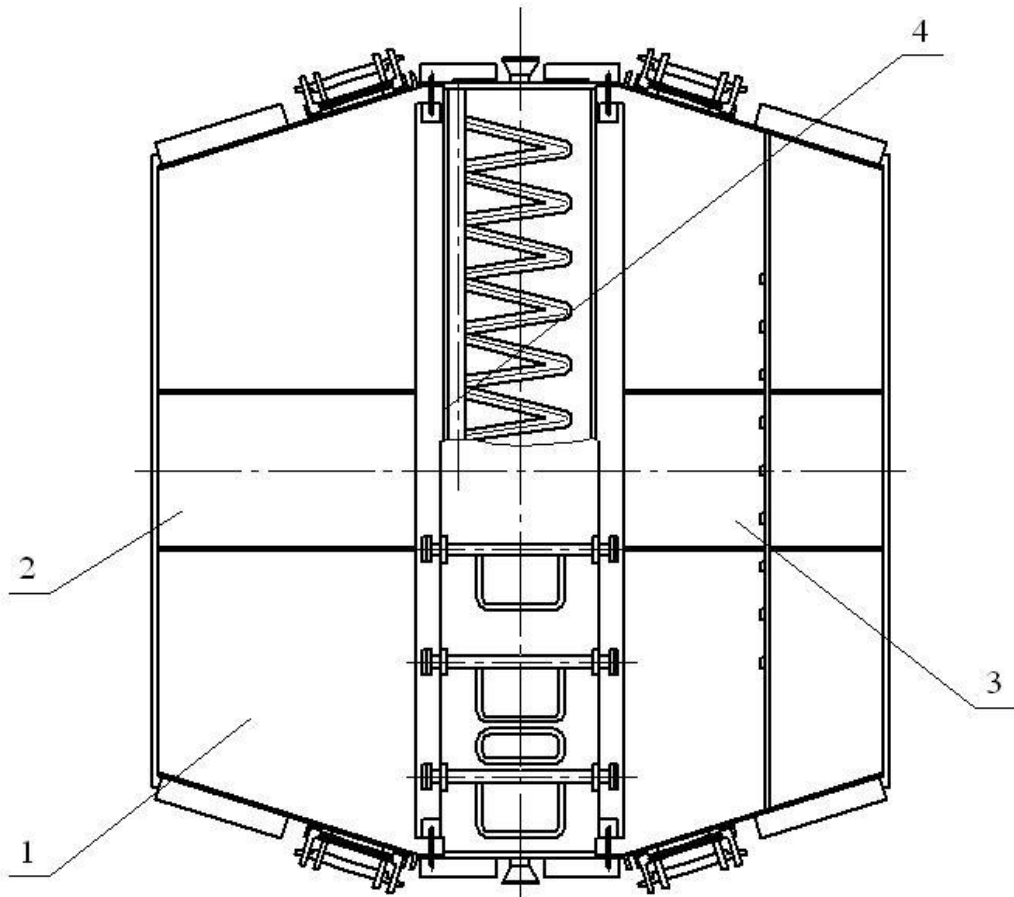
Однак за відсутності в парах сірчаної кислоти твердих речовин фільтр забезпечує високий рівень очищення (96-99 %).



1 – травильні ванни; 2 – відсмоктуючий патрубков; 3 – всмоктууючий колектор;  
4 – викидний колектор; 5 – фільтр; 6 – димосос; 7 – димова труба

Рисунок 2.7 – Принципова схема очищення газів травильного відділення у фільтрі-туманоуловлювачі

Незважаючи на зазначений недолік, ці апарати характеризуються високим ступенем очищення, надійністю в роботі, простотою конструкцій, монтажу та обслуговування, а головне можливістю забезпечення очищення тонкодисперсних туманів до залишкової концентрації. Тому в ряді випадків туманоуловлювачі є незамінними, а іноді єдиними апаратами для тонкого очищення газів від туманів у технологічних процесах одержання сірки та термічної фосфорної кислоти, концентрування різних кислот та солей упаркою, виробництва хлоргазу, випаровування олій та інших органічних рідин. Схема фільтра показано на рис. 2.8.



1 – корпус; 2 – патрубок входу; 3 – патрубок виходу; 4 – фільтр-касета

Рисунок 2.8 – Принципова схема фільтра-туманоуловлювача

Як туманоуловлювачі широко застосовуються волокнисті фільтри, що самоочищаються, споряджені шарами зі скляних, синтетичних і металевих волокон, а також пакетами в'язаних металевих або синтетичних сіток. Уловлювання рідких частинок супроводжується складними вторинними процесами в шарі, у результаті структура його істотно змінюється. Захоплені волокнами крапельки розтікаються на їх поверхні з утворенням плівки, товщина якої збільшується, стає нестійкою і розпадається на окремі краплі, які скочуються по волокнах у місця вигинів та схрещування волокон під дією сил тяжіння та лобового тертя у потоці газів. Крім того, відбувається міграція рідини у плівках на волокнах з малих крапель.

Внаслідок дії капілярних сил сусідні волокна можуть злипатися, в

результаті зникають окремі дрібні волокна в недостатньо пружних матеріалах і утворюються більші пори. У той самий час частина дрібних пор заповнюється рідиною, що зумовлює збільшення істинної швидкості газів у великих порах шару. Таким чином, накопичення рідини призводить до значної зміни будови волокнистого шару, викликаючи падіння ефективності уловлювання частинок та зростання опору фільтра. Безперервне зростання опору та падіння ефективності в міру накопичення рідини триває доти, доки фільтруючий шар не увійде до стаціонарного режиму самоочищення. Після цього кількість рідини, яка утримується в шарі і стікає з нього, залишається постійним у часі при постійних параметрах швидкості фільтрації та концентрації речовин.

Волокнисті фільтри поділяються на три типи: низькошвидкісні, високошвидкісні та багатоступінчасті: низькошвидкісні волокнисті туманоуловлювачі для очищення субмікронних туманів використовують фільтруючі матеріали з волокон діаметром менше 5 мкм і порівняно низькі швидкості фільтрації (менше 5 см/с). Уловлювання частинок у цих фільтрах відбувається за рахунок броунівської дифузії та ефекту зачеплення. Ці фільтри найбільш широко застосовуються для очищення технологічного газу та вентиляційного повітря від радіоактивних туманів сольових розчинів, кислот та лугів у системах з грубоволокнистими фільтрами попереднього очищення радіохімічних виробництв. Ефективність очищення туманів з найбільш проникаючими частинками зазвичай перевищує 95%, однак перепад тиску дуже високий: 200-600 мм водяного стовпа, при швидкості фільтрації 5 см/с. Ефективність очищення збільшується зі зменшенням швидкості фільтрації, розміру частинок та діаметра волокон. Для надійнішої роботи фільтрів вхідна концентрація має перевищувати 1 г/м<sup>3</sup>, оскільки швидкість виведення рідини з шару низька.

У високошвидкісних волокнистих туманоуловлювачах з підвищенням швидкості фільтрації габарити фільтрів зменшуються, знижується і вартість апаратів. При цьому визначальним механізмом осадження часток стає

інерційний, ефективність прояву якого зростає зі збільшенням швидкості фільтрації та розміру частинок. Швидкість фільтрації високошвидкісних волокнистих фільтрів-туманоуловлювачів становить близько 0,5-1,2 м/с. Фільтруючий матеріал цих фільтрів складається з грубих волокон діаметром 20-100 мкм і служить для виділення з газу частинок більше 1 мкм. У цих туманоуловлювачів є одна особливість – це критична величина швидкості фільтрації (зазвичай 1-2,5 м/с), при якій починається вторинне бризковинесення зловленої рідини з шару у вигляді великих крапель. Зниження проектної швидкості фільтрації у цих фільтрах більш ніж на 20-30% супроводжується різким падінням ефективності очищення. Велике значення при фільтрації туманів шкідливих речовин має матеріал, з якого виконаний фільтруючий елемент. Найбільш сприятливу будову для уловлювання туманів мають фільтруючі матеріали, з голкопробивним способом формування волокон. Сутність голкопробивного способу виготовлення нетканих матеріалів (повстюків) полягає в механічному переплутуванні шарів добре розчесаних волокон системою голок з зазубринками, що проколюють шар у вертикальному напрямку, при цьому зазубринки голок захоплюють волокна з поверхні і протягують їх через всю товщину шару, стягуючи сусідні ділянки у вигляді дуг. Зв'язка в місці проколу є «воронкою», заповнену волокнами у вигляді пробочки. Таким чином, у цих місцях відбуваються локальні ущільнення волокон. Ці ділянки є основними місцями виведення уловленої рідини із шару. Візуально можна спостерігати, що в точках проколювання на замикаючій стороні повсті утворюються великі краплі, що стікають вниз. Волокна зчіплюються не тільки в області шару, а й переплітаються по всій глибині між шарами, утворюючи об'ємну однорідну структуру, дуже стійку до механічних впливів у трьох напрямках і більш пружну і стабільну, ніж при застосуванні сполучних смол і клеїв. У клейових матеріалах сполучна є баластом, що скорочує пористість. Голкопробивний спосіб дозволяє виготовляти матеріали різної структури. Застосовуючи широкий асортимент полімерних волокон

(поліпропілен, лавсан, ПВХ та інші), різний їх розмір за діаметром і довжиною, варіюючи вагою, числом і глибиною проколювання, тією чи іншою переважною орієнтацією волокон, а також використовуючи пошарове розташування полотен з різними заданими характеристиками, отримані фільтруючі матеріали, що відповідають специфічним вимогам конкретних застосувань. Товщина матеріалу варіюється в межах від 4 до 12 мм, вага 1 м<sup>2</sup> становить 400-1000 г. Так як матеріали експлуатуються при високих перепадах тиску (100-500 мм водяного стовпа), вони повинні мати жорстко фіксоване розташування волокон у всьому об'ємі, зберігаючи високу пористість та однорідність у роботі. Стабільність структури та хімічна стійкість зазвичай є лімітуючими факторами надійної роботи полімерних волокон. Забезпечення високої стійкості структури до стискаючих навантажень у мокрому стані є найважливішим і складним завданням. Стабільність структури залежить від пружних властивостей полімерів, від діаметра, довжини і особливо від ступеня звивистості волокон, що визначає коефіцієнт тертя волокон один про одного, їхня чіпкість. Крім того, визначальну роль відіграє кількість волокон, розташованих перпендикулярно поверхні в місцях проколів. Однак збільшення числа проколів веде до зниження пористості, тому з метою збереження необхідної повітропроникності, оптимальна кількість проколів не повинна перевищувати 30-60 на 1 см<sup>2</sup>. За цих умов 10-15% волокон розташовуються перпендикулярно до поверхні матеріалу на всю його глибину. З метою збільшення терміну служби фільтра та підвищення ефективності за рахунок зниження бризкоуносу використовують тришарові матеріали, що містять у лобовій та замикаючій частині, грубоволокнисті шари з пористістю 94-97 %, а в центрі – шар з тонких волокон з пористістю 91-94 %. Такі матеріали отримані розколюванням грубоволокнистих шарів на тонковолокнистий шар. Для додаткового підвищення міцності та стабільності структури використовуються сіткові каркаси тканого типу марлі з тих же волокон. Детальне вивчення впливу усіх цих факторів на великій кількості варіантів

матеріалу дозволило отримати фільтруючі повсті, що володіють необхідними властивостями для туманоуловлювання. Найбільш підходящими виявилися поліпропіленові повсті завдяки універсальній хімічній стійкості та механічній міцності, що дозволило їх успішно застосовувати для уловлювання розведених та концентрованих кислот ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HNO_3$ ) та міцних лугів. Повсті зручні для спорядження різних конструкцій фільтрів і добре ущільнюються на опорних пристроях [17].

Багатоступінчасті волокнисті туманоуловлювачі, вони складаються з 2-3 фільтрів першого і другого типів, в яких перший ступінь працює при швидкостях вище критичної і є укрупнювачем крапель, що уловлюються при високих вхідних концентраціях туману. Ці установки складаються з зрошувального форсунками бризкоуловлювача в якості першого ступеня і низькошвидкісного фільтра-туманоуловлювача в якості другого ступеня. Розроблено два основних типи двоступінчастих волокнистих фільтрів-туманоуловлювачів, що відрізняються між собою функціями, що виконуються ступенями. В одному типі установок у першому по ходу газу фільтрі вловлюються великі частинки і дещо знижується концентрація туману. У другому фільтрі (зазвичай низькошвидкісному) здійснюється тонке очищення туману від високодисперсних частинок, не уловлених у першому ступені. В іншому типі установок перший ступінь є агломератом для уловлювання частинок всіх розмірів, а уловлена рідина виноситься потоком газу у вигляді великих крапель, що надходять у другий фільтр-бризкоуловлювач. Конструктивно обидві ступені фільтра розміщуються в єдиному корпусі [17].

#### **2.4 Електробезпека. Характеристика приміщень цеху з електричної небезпеки. Заходи захисту від ураження електричним струмом**

У цеху холодної прокатки проводиться листовий прокат вуглецевих та легованих сталей. У травильному відділенні цього цеху видаляються: оксиди



заліза та інші забруднення із поверхні металу шляхом травлення кислотою. Відділення є великим споживачем електроенергії. До споживачів електроенергії відносяться механізми подачі металу у ванну, мостові крани, вентилятори системи аспірації, освітлювальна мережа, приводи вантажних пристроїв, транспортерів, система КВП та автоматики.

Залежно від характеру повітряного середовища приміщення, згідно з ПУЕ [19] поділяються на сухі (відносна вологість не перевищує 60%), вологі (відносна вологість лежить в межах  $60\% < \varphi < 75\%$ ), сирі (відносна вологість тривалий час перевищує 75%), особливо сирі (відносна вологість близька до 100%), жаркі (температура повітря тривало перевищує 30°C), запилені (пил може проникати всередину оболонок електричних установок і осідати на проводах), з хімічно активним або органічним середовищем (є гази, пари або відкладення, що руйнують ізоляцію або струмопровідні частини).

Приміщення травильного відділення вологе, з хімічно активним середовищем (пари та аерозоль соляної кислоти).

За небезпекою ураження струмом усі виробничі приміщення згідно з правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) [20] поділяють на три категорії:

- без підвищеної небезпеки;
- з підвищеною небезпекою, що характеризуються наявністю однієї з 5 ознак: струмопровідні підлоги; струмопровідний пил; вологість; висока температура повітря ( $>30^\circ\text{C}$ ); можливість одночасного дотику до металевих корпусів електрообладнання та до металоконструкцій, що мають з'єднання із землею;
- особливо небезпечні, що мають дві і більше ознаки підвищеної небезпеки або одну з ознак особливої небезпеки: високу вологість; хімічно активне чи органічне середовище.

Приміщення травильного відділення має такі ознаки підвищеної небезпеки.

- струмопровідні металеві підлоги;

- можливість одночасного дотику до металевого корпусу електрообладнання та металоконструкцій, що мають з'єднання із землею.

Крім того, приміщення травильного відділення має ознаку особливої небезпеки – наявність хімічно активного середовища ( $H_2SO_4$ ).

Наявність наведених двох факторів підвищеної небезпеки та одного фактора особливої небезпеки дозволяє віднести дане приміщення до особливо небезпечних щодо ураження електричним струмом.

Допоміжні приміщення – складські, майстерні, можна охарактеризувати як приміщення з підвищеною небезпекою, тому що тут є одна ознака підвищеної небезпеки – струмопровідна підлога.

Кімнати майстрів, адміністративні приміщення належать до приміщень без підвищеної небезпеки.

Зони, в яких розміщується електрообладнання, можуть відноситися до вибухо- і пожежонебезпечних класів. Вибухонебезпечні зони поділяються на класи: В-1, В-1а, В-1б, В-1г, В-1л, В-1ла. Пожежонебезпечні зони поділяються на класи: П-1, П-П, П-л, П-Ш [19].

До зони класу П-1ла відносяться кабельні галереї, комори (зони, розташовані в приміщеннях, в яких знаходяться тверді горючі речовини – пластмаси, дерево, гума).

У виробничому приміщенні травильного відділення все електрообладнання має бути закритого виконання з мінімально допустимим ступенем захисту оболонок IP44 для стаціонарних машин та IP54 пересувних механізмів. Закрите електрообладнання має оболонку, що приділяє їм внутрішню порожнину від зовнішнього середовища.

У зонах класу П-1ла (кабельні тунелі та галереї) електрообладнання допускається застосовувати у закритому та захищеному виконанні. Захищене електрообладнання має пристосування для запобігання випадковому дотику до струмоведучих і рухомих частин і від потрапляння всередину сторонніх предметів. У зонах класу П-1ла допускається ступінь захисту оболонок щонайменше IP44 [20].

У травильному відділенні допускається відкрита електропроводка по вогнетривких конструкціях алюмінієвими, сталеалюмінієвими та сталевими проводами з гумовою та пластмасовою ізоляцією, у пустотних каналах вогнетривких будівельних конструкцій. Застосування неізольованих дротів заборонено.

Для передачі та розподілу електроенергії по території та у виробничих приміщеннях прокладають електричні кабелі. Для живлення стаціонарних установок (силових та освітлювальних) використовують кабелі з мідними та алюмінієвими жилами, з гумовою ізоляцією, в свинцевій, поліхлорвінілової, нейритовій або гумовій оболонках. Силові кабелі прокладають у металевих трубах під землею у спеціально влаштованих кабельних каналах, колекторах, тунелях. У виробничих приміщеннях кабелі прокладають відкрито по стінах, перекриттям, металоконструкціям.

***Електрична мережа змінного струму для живлення виробничого обладнання.*** Для живлення виробничого обладнання у травильному відділі застосовують чотирипровідну мережу трифазного струму з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

У такій мережі заземлення нейтралі джерела струму (генератора, трансформатора) здійснюють з'єднанням її із заземлювачем безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатор струму) – тому таку мережу прийнято називати мережею з глухозаземленою нейтраллю. Мережа має три різні дроти та один нульовий провід.

За технологією застосування чотирипровідної мережі краще, оскільки вона дозволяє використовувати дві напруги – лінійну і фазну. У мережі 380/220 можна використовувати силове навантаження – трифазну і однофазну, включаючи її між фазами, і освітлювальну – включаючи її між фазою і нульовим проводом.

При нормальному режимі роботи безпечніша трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю, а в аварійному режимі – чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю. Тому мережі із ізольованою нейтраллю

доцільно застосовувати тоді, коли є можливість підтримувати високий рівень ізоляції проводів та ємність проводів щодо землі мала.

Це короткі мережі, що не піддаються впливу агресивного середовища і знаходяться під постійним наглядом Мережі з глухозаземленою нейтраллю застосовуються там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію проводів (вологість, агресивне середовище, протяжність), коли не можна швидко відшукати або усунути пошкодження ізоляції, землі.

Так як електричні мережі, що застосовуються в ЦХП-3, у тому числі в травильному відділенні, мають досить велику довжину, на них впливає агресивне середовище (висока температура, іскри, механізми, що рухаються, пари і аерозолі кислоти), то важко забезпечити їх надійну експлуатацію, зокрема ізоляцію. Тому часто можливе виникнення аварійного режиму. У таких умовах необхідний пристрій чотирипровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю. Така мережа легко обладнується пристроями захисного відключення, які спрацьовують під час аварії.

Для приводу деяких механізмів у цеху використовуються двигуни постійного струму, що живляться від генераторів.

***Електрична мережа для загального штучного освітлення.*** Згідно з ПУЕ [19] для штучного освітлення повинна застосовуватися мережа з напругою не більше 220 В, у виняткових випадках – 380 В. У ЦХП для цієї мети використовується напруга 220 В. Освітлювальні прилади включаються між фазним та нульовим проводом мережі трифазного струму 380 / 220В.

Освітлювальна мережа повинна задовольняти багатьом вимогам, у тому числі і з електробезпеки. Електропроводка мережі освітлення має бути надійно ізольована, світильники повинні відповідати виробничому середовищу цеху. Використовувати лампи без арматури забороняється.

У травильному відділенні допускається застосовувати лампи розжарювання у світильниках типу Уп-200 (закритий, пилебризгонепроникний), ПУ-100 (промисловий ущільнений,

вологозахищений), СПО, СКЗ (брязкозахищений). Можливе застосування ртутних ламп типу ДРЛ.

**Електрична мережа для ручного електроінструменту.** У ЦХП під час виконання різних робіт виникає необхідність застосування ручного електрифікованого інструменту та переносного освітлення. У цьому зростає небезпека поразки струмом. Для безпеки при користуванні переносними світильниками місцевого та ремонтного освітлення переносним електроінструментом застосовують знижену напругу. У приміщеннях без підвищеної небезпеки – 42 В, у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних – 12 В. Джерелами малої напруги служать низькі трансформатори.

Незважаючи на те, що такі значення напруги вважаються відносно безпечними, ураження струмом не можна виключити при несприятливому збігу обставин, наприклад, при замиканні між обмотками низького трансформатора. У цьому випадку дотик до струмоведучих частин або незаземленого корпусу, що опинився під напругою, в мережі яскраво-червоної напруги рівноцінно такому ж дотику в мережі вищої напруги.

З метою зменшення небезпеки при переході вищої напруги на бік малої вторинної напруги вторинна обмотка трансформатора заземляється або занулюється. Протяжність таких мереж обмежена через значні втрати напруги внаслідок великих робочих струмів. У травильному відділенні застосовується знижена напруга – 12 В.

**Захист від ураження електричним струмом у травильному відділенні.** Як захисні заходи від ураження електричним струмом у травильному відділенні застосовуються:

- електрична ізоляція струмопровідних частин – гумова, поліхлорвінілова, нейритова;
- мала напруга для ручного електроінструменту та переносних світильників – 12 В;

- подвійна електроізоляція ручного електроінструменту струмопровідних частин усередині корпусу та самого корпусу;
- захисне занулення електроустановок;
- захисне відключення – як додатковий захід захисту до занулення;
- засоби індивідуального захисту – діелектричні рукавички, діелектричні боти, калоші, килимки, інструменти з ізольованими рукоятками, ізолюючі штанги та кліщі, покажчики напруги;
- недоступне розташування відкритих струмовідних частин.

У мережі з глухозаземленою нейтраллю звичайне заземлення електроустановки не забезпечує належної безпеки. Струм, що проходить через тіло людини при дотику до частин електроустановки, що випадково опинилися під напругою, може досягати небезпечних величин навіть за наявності захисного заземлення.

Небезпека ураження струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин електроустановки, що опинилися під напругою в результаті замикання на корпус або з інших причин, може бути усунена швидким відключенням пошкодженої електроустановки від мережі живлення і разом з тим зниженням напруги корпусу щодо землі. З цією метою служить захисне занулення.

Для захисту від надмірних струмів застосовують спеціальне реле та плавкі запобіжники; проти переходу напруг на струмопровідні металеві частини обладнання використовують заземлення, занулення та відключення.

Пристрій, що автоматично відключає електроустановку за час не більше 0,2 секунд, при виникненні в ній струмів великої сили, у тому числі при появі напруги на корпусі та інших металевих частинах, називається захисним відключенням [20].

## **2.5 Характеристика цеху з пожежної безпеки. Засоби пожежогасіння**

Пожежна безпека забезпечується за допомогою проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на запобігання пожежам, забезпечення безпеки людей, зниження можливих матеріальних втрат та зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Відповідно до будівельних норм і правил (ОНТП 24-86) виробничі будівлі з вибухопожежної та пожежної безпеки поділяються на п'ять категорій: А; Б; В; Г; Д. Захищені приміщення ЦХП розташовані в окремій будівлі і в підземних кабельних тунелях.

Ділянка ЦХП відвантаження готової продукції на зовнішню мережу відноситься до категорії «Д» – не горючі речовини та матеріали в холодному стані, згідно вимог ОНТП-24-86 і СНиП 2.09.02-85 [21].

Будівля цеху, де розташована ділянки відноситься до I ступеня вогнестійкості ДБН-В 1.1-7-2002 – будівлі з конструкціями, що несуть і захищають, з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів.

Для виявлення джерел загоряння в складах передбачена система пожежної сигналізації на базі комбінованих (димових і теплових) пожежних датчиків.

У початковій стадії розвитку пожежі небезпека для людини створюють високі температури, зниження концентрації кисню та поява токсичних речовин у повітрі приміщення. Час від початку пожежі до виникнення небезпечної для людини ситуації називається критичною тривалістю пожежі.

Влаштування шляхів евакуації має забезпечити можливість усім людям залишити будинок через евакуаційні виходи за розрахунковий час евакуації, який не повинен перевищувати необхідний час евакуації.

Розрахунковий час евакуації встановлюється з розрахунку часу руху однієї чи кількох людських потоків через евакуаційні виходи від найвіддаленіших місць розміщення людей.

Усі види пожежної техніки поділяються на такі групи: пожежні машини, установки пожежогасіння, вогнегасники (засоби пожежної сигналізації, пожежний інвентар).

Для ліквідації невеликих загорань у цеху передбачаються первинні засоби пожежогасіння: пожежні стволи (водяні та повітряно-пінні), вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри та інший пожежний інвентар. Крім того, у цеху передбачено застосування стаціонарних установок пожежогасіння. Стаціонарні установки пожежогасіння постійно перебувають у готовності до дії [22].

#### ***Автоматизована установка аерозольного пожежогасіння.***

Установки автоматичного об'ємного гасіння пожеж згідно з «Переліком однотипних за призначенням об'єктів, що підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації» застосовуються для гасіння пожеж класів А та Б, а також електроустаткування під напругою до 10 000В.

Системи аерозольного пожежогасіння застосовуються для гасіння об'ємним способом у приміщеннях висотою не більше 10 м, та об'ємом не більше 5000 м<sup>3</sup> та ступенем не герметичності 0,5, а також електроустаткування під напругою до 40 000 В. З урахуванням вихідних даних про приміщення, що захищаються:

- призначення – приміщення, у процесі виробництва яких експлуатується електротехнічне обладнання;
- геометричні розміри та характеристика будівельних конструкцій приміщень, що захищаються;
- відсутність примусової вентиляції;
- рівномірний розподіл пожежного навантаження;
- категорія приміщень, що захищаються, В, зона класу П-П а;



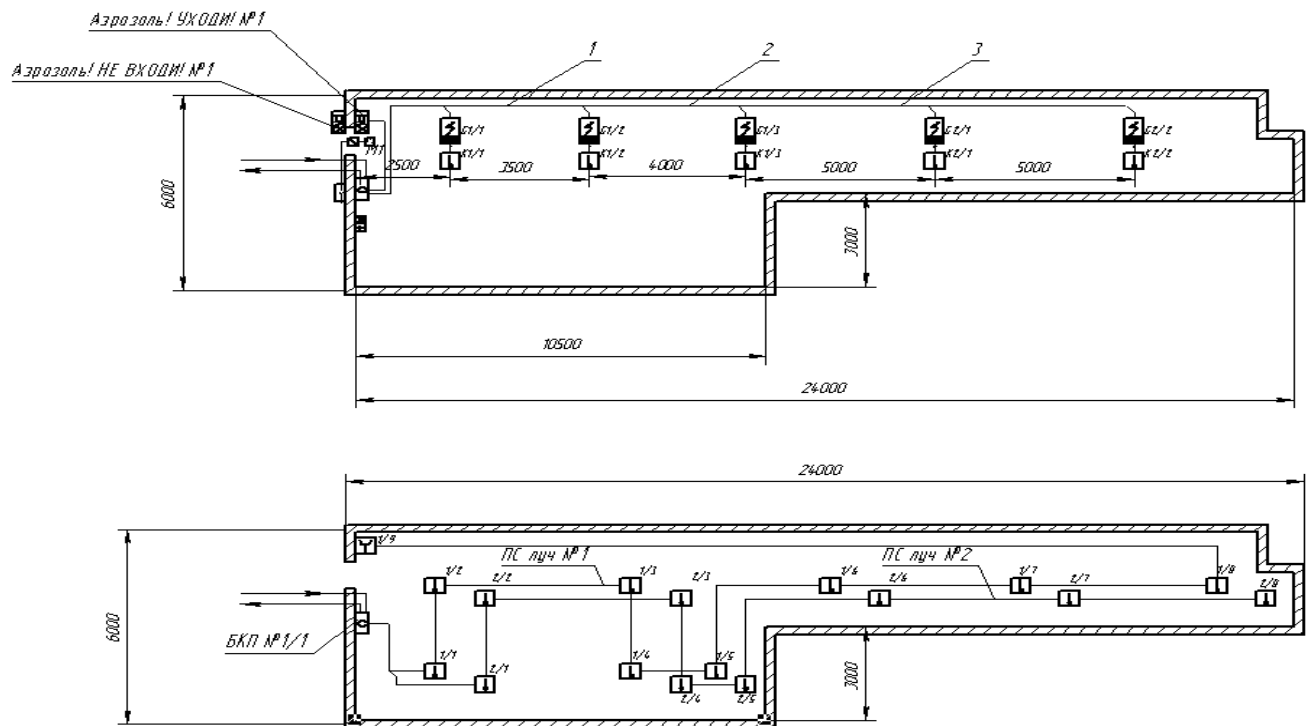
- діапазон температури 18 – 25°C, відносна вологість повітря 95%;
- 100% резервний запас генераторів, необхідний для оперативного відновлення працездатності АУАП після її спрацювання, має перебувати на складі замовника чи фірми, що проводить монтаж установки пожежогасіння.

**Принцип роботи установки пожежогасіння.** У черговому режимі сповіщувачі системи автоматичної пожежної сигналізації установки автоматичного аерозольного пожежогасіння здійснюють контроль стану навколишнього середовища приміщень, що захищаються. Приймальна контрольна апаратура установки автоматичного аерозольного пожежогасіння здійснюють контроль стану сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації, генераторів вогнегасного аерозолю, пристроїв ручного запуску, світлозвукових пристроїв, режим роботи установки, сполучних ліній (шлейфів). При зміні параметрів (обриві, короткому замиканні, зміні навантаження в кінці шлейфу, блокуванні) апаратурою видається звуковий та світловий сигнал про несправність системи.

При виникненні в приміщеннях пожежі спрацює один або кілька пожежних сповіщувачів першого шлейфу, що контролює приміщення, що захищається, на появу диму, при цьому на ППК загоряється контрольна лампочка «ЗОНА 1» і ППК видає звуковий сигнал. Приймально-контрольна апаратура системи пожежогасіння перетворюється на режим очікування.

При спрацюванні одного або декількох пожежних сповіщувачів другого шлейфу контролюючого приміщення, що захищається, на появу диму, при цьому на ППК загоряється контрольна лампочка «ЗОНА 2», приймально-контрольна станція видає сигнал тривожного оповіщення, при цьому загоряється контрольна лампочка сигнальне табло «Аерозоль! Іди!», «Аерозоль! Не входь!», і входить у роботу реле тимчасової затримки, після закінчення 30 секунд блок запуску АУАП видає імпульс на запуск ініціаторів генераторів. При натисканні черговим оператором кнопок ручного запуску пожежогасіння автоматично вмикається система запуску генератора, крім роботи пожежної сигналізації.

Схема автоматичної пожежної сигналізації та аерозольного пожежогасіння машинного залу агрегату загартування показана на рис. 2.9.



1 – напрямок ПТ №1; 2 – лінія запуску №1; 3 – лінія запуску №2

Рисунок 2.9 – Автоматична пожежна сигналізація та аерозольне пожежогасіння машинного залу агрегату загартування

**Первинні засоби пожежогасіння.** Усі виробничі, допоміжні та підсобні приміщення цеху мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. Пожежний інвентар, первинні засоби пожежогасіння, пожежні крани повинні знаходитись на видних місцях, мати вільний доступ та бути пофарбовані олійною фарбою в червоний колір.

Категорично забороняється використання пожежного інвентарю, первинних засобів пожежогасіння та пожежного обладнання для господарських та інших потреб, не пов'язаних із пожежогасінням.

Для зберігання пожежного інвентарю та первинних засобів пожежогасіння на території цеху на видних місцях повинні встановлюватися пожежні щити. Кількість щитів, їх розташування, розміри та комплектування пожежним інвентарем та первинними засобами пожежогасіння визначається на місці за участю працівника пожежної охорони залежно від ступеня вогнестійкості будівель та споруд, пожежної безпеки виробництва.

Пісок використовується для гасіння невеликих вогнищ загорання горючих рідин, електрокабелів та ін. Гасіння піском проводить накиданням його на поверхню, що горить. Пісок має бути сухим і зберігатися в ящиках. Один раз на квартал пісок має перемішуватися.

Порошкові ручні вогнегасники призначені для гасіння лужних матеріалів, нафтопродуктів, розчинників, твердих речовин та електроустановок, що перебувають під напругою трохи більше 380 В. Для приведення в дію вогнегасника необхідно діяти за інструкцією, яка додається до кожного типу вогнегасників [23].

***Пожежна сигналізація.*** Автоматична система пожежної сигналізації призначена для:

- контролю стану навколишнього середовища приміщень, що захищаються, сповіщувачами системи автоматичної пожежної сигналізації, включених до комплексу системи протипожежного захисту;

- виявлення загорання в приміщеннях об'єкта, що захищається, на ранній стадії розвитку пожежі, передачі при цьому звукового і світлового сигналів про виникнення пожежі, передачі повідомлень про спрацювання в приміщення апаратної; для виявлення пожеж на ранній стадії розвитку використовуються сповіщувачі АПС ІІ «Алтай-103,6», сповіщувачі пожежні лінійні димові «Артон ДЛ». Для швидкої локалізації пожежі важливе значення має його своєчасне виявлення. При автоматичному, дистанційному управлінні виробничими процесами, соціальної та інших випадках відсутності персоналу для своєчасного оповіщення про виникнення загорання необхідні автоматичні засоби [23].

Основним елементом автоматичної пожежної сигналізації є сповіщувачі – датчики, що реагують на загоряння. Наприклад, датчик ДПС-038, що реагує на теплове випромінювання, являє собою термоелектричну батарею з 50 послідовно з'єднаних хромель-копелевих термопар.

У сповіщувачах, що реагують на дим, використовуються фотоелектричні або іонізаційні датчики.

Установка електричної пожежної сигналізації складається з наступних елементів:

- приймального апарату, що приймає сигнали тривоги та пошкоджень з сповіщувачів, що фіксує ці сигнали і забезпечує телефонний зв'язок через сповіщувачі, а також надсилання зворотного сигналу до них;

- сповіщувачі – спеціальних приладів, що встановлюються зовні або всередині будівель; за допомогою сповіщувачів подається сигнал тривоги на приймальний апарат;

- лінійних споруд, що створюють з'єднання сповіщувачів з приймальним апаратом;

- електроживлення;

- мережа дзвінків внутрішньої тривоги пожежної охорони.

Залежно від способу включення сповіщувачів установки електричної пожежної сигналізації поділяються на променеві та кільцеві.

При променевій системі кожен сповіщувач включений у самостійну пару проводів (промінь), що йдуть до приймального апарату.

При кільцевій системі всі сповіщувачі послідовно включені в один загальний провід (кільце), початок і кінець якого включаються в приймальний апарат. В одне кільце можна включити до 50 сповіщувачів.

Установки променевої системи застосовують на невеликій території об'єктів, що охороняються, а кільцевої системи на великій території.

## 2.6 Інженерний захист територій

Інженерний захист територій включає:

- проведення районування територій за наявністю потенційно небезпечних об'єктів і небезпечних геологічних, гідрогеологічних та метеорологічних явищ і процесів, а також ризику виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з ними;
- віднесення міст до відповідних груп цивільного захисту та віднесення суб'єктів господарювання до відповідних категорій цивільного захисту;
- розроблення та включення вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту до відповідних видів містобудівної і проектної документації та реалізація їх під час будівництва і експлуатації;
- урахування можливих проявів небезпечних геологічних, гідрогеологічних та метеорологічних явищ і процесів та негативних наслідків аварій під час розроблення генеральних планів населених пунктів і ведення містобудування;
- розміщення об'єктів підвищеної безпеки з урахуванням наслідків аварій, що можуть статися на таких об'єктах;
- розроблення і здійснення заходів щодо безаварійного функціонування об'єктів підвищеної безпеки;
- будівництво споруд, будівель, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;
- будівництво протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення, їх утримання у функціональному стані;
- обстеження будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій, розроблення та здійснення заходів щодо їх безпечної експлуатації;
- інші заходи інженерного захисту територій залежно від ситуації, що склалася.

Здійснення заходів інженерного захисту територій покладається на суб'єктів забезпечення цивільного захисту.

За результатами визначення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій внаслідок небезпечних геологічних, гідрогеологічних та метеорологічних явищ і процесів, а також на об'єктах підвищеної небезпеки центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, веде Державний реєстр небезпечних територій у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Об'єкти, що належать суб'єктам господарювання, проектування яких здійснюється з урахуванням вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту, визначаються Кабінетом Міністрів України.

Замовники будівництва отримують на безоплатній основі у центральному органі виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, вихідні дані та вимоги для розроблення інженерно-технічних заходів цивільного захисту у порядку, визначеному Законом України "Про регулювання містобудівної діяльності".

Вимоги інженерно-технічних заходів цивільного захисту, дотримання яких обов'язкове під час розроблення містобудівної та проектної документації, визначаються відповідно до Закону України «Про будівельні норми».

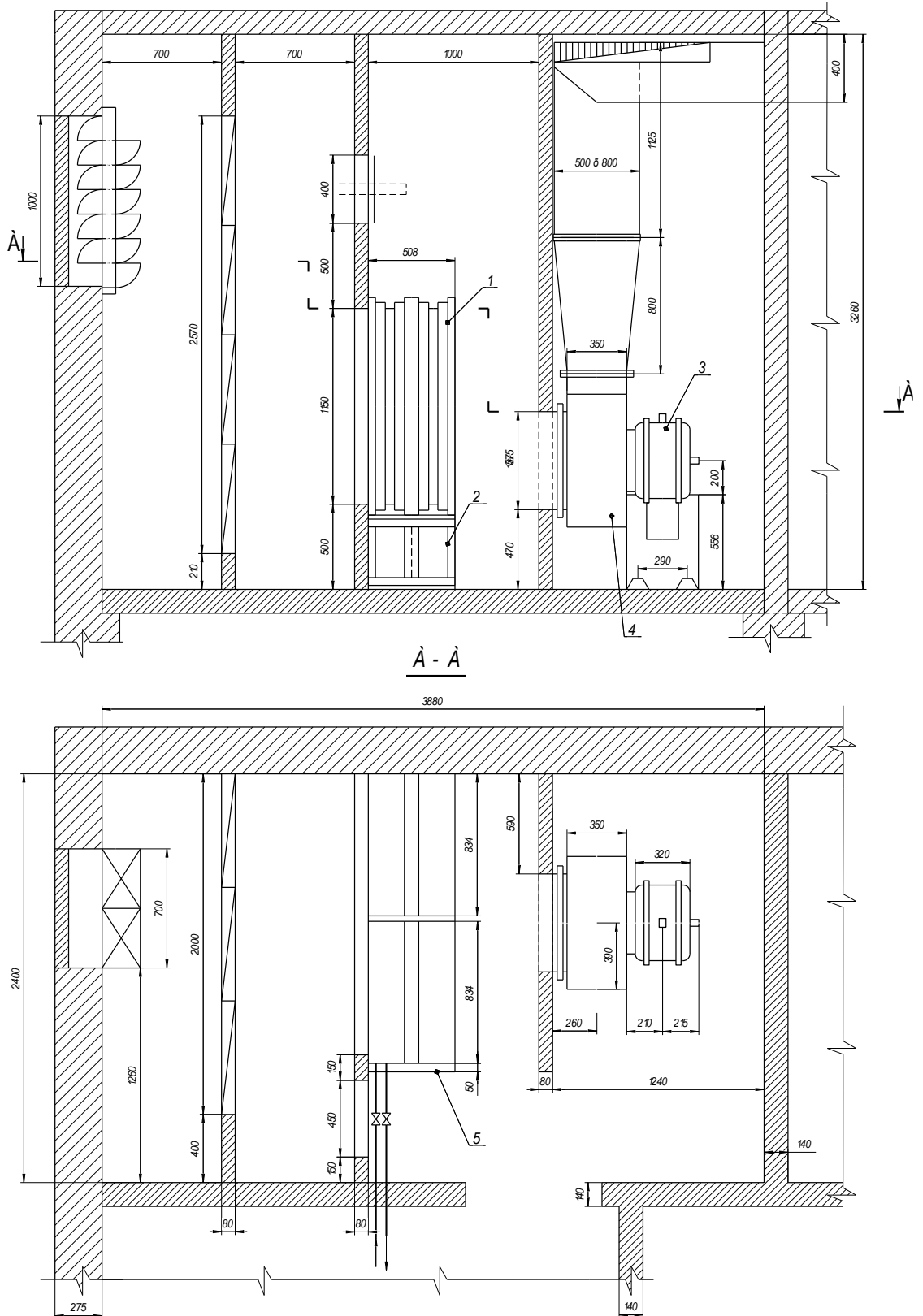
## 3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Розрахунок припливної системи вентиляції

Припливна система вентиляції призначена для забору повітря ззовні вентилятором через калорифер, де повітря нагрівається і зволожується, а потім подається в приміщення. Система припливної вентиляції показано на рис. 3.1.

Кількість повітря, що подається, регулюється клапанами або заслонками, встановленими у відгалуженнях. **Початкові дані:**

- концентрація пилу у повітрі робочої зони –  $1,74 \text{ мг/м}^3$ ,
- нормативний вміст пилу в повітрі робочої зони –  $1 \text{ мг/м}^3$ ,
- довжина приміщення – 120 м,
- ширина приміщення – 50 м,
- висота приміщення – 6 м,
- температура повітря:  $t_g = 25^\circ \text{C}$ ,
- довжина повітропроводу:  $L = 40 \text{ м}$ ,
- загальна довжина відгалужень:  $l = 15 \text{ м}$ ,
- розташування відгалужень: одностороннє,
- кількість відгалужень:  $n = 5$ ,
- швидкість повітря:
- в кінцевому відгалуженні:  $w_k = 7 \text{ м/с}$ ;
- у магістральному повітропроводі:  $w_{\text{max}} = 9,5 \text{ м/с}$ ;  $w_{\text{min}} = 8 \text{ м/с}$ ;
- очисний агрегат: циклон;
- місцевий опір: конструкція Батурина  $\alpha = 60^\circ$ ;
- дросель-клапан, число стулок – 1,  $\alpha = 10^\circ$ ;
- коліно  $R/d = 1,5$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;
- складове коліно  $\alpha = 90^\circ$ ;
- приточна шахта  $h/d = 0,7$ ;



1 – калорифер; 2 – рама під калорифер; 3 – електродвигун; 4 – відцентровий вентилятор

Рисунок 3.1 – Система припливної вентиляції, що застосовується в ЦХП



$$L = L_{MO} + \frac{G_{ep} - L_{MO}(C_{MO} - C_{np})}{C_{yx} - C_{np}},$$

де  $G_{ep}$  – кількість шкідливих речовин, що надходять у повітря приміщення, мг/г;

$G_{MO}$  – концентрація шкідливих речовин у повітрі, що видаляється з приміщення місцевими відсмоктувачами, мг/м<sup>3</sup>,

$G_{np}, G_{yx}$  – концентрація шкідливостей, відповідно в повітрі, що подається і видаляється з нього, мг/м<sup>3</sup>.

Кількість шкідливих речовин, що надходять у приміщення (розрахунок ведемо по аерозолі сірчаної кислоти):

$$G_{ep} = A \cdot B \cdot H \cdot C / \tau,$$

де  $A, B, H$  – відповідно довжина, ширина та висота приміщення, м;

$C$  – концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони, мг/м<sup>3</sup>;

$\tau$  – тривалість надходження шкідливої речовини у повітря робочої зони протягом 1 год.

$$G_{ep} = 120 \cdot 50 \cdot 6 \cdot 1,74 = 62640 \text{ мг / год.}$$

Тоді

$$L = 34665 + \frac{62640 - 34665(1,74 - 0)}{1,74 - 0} = 43968,9 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

### Порядок розрахунку наступний:

1. Визначаємо щільність повітря для заданої температури, кг/м<sup>3</sup>:

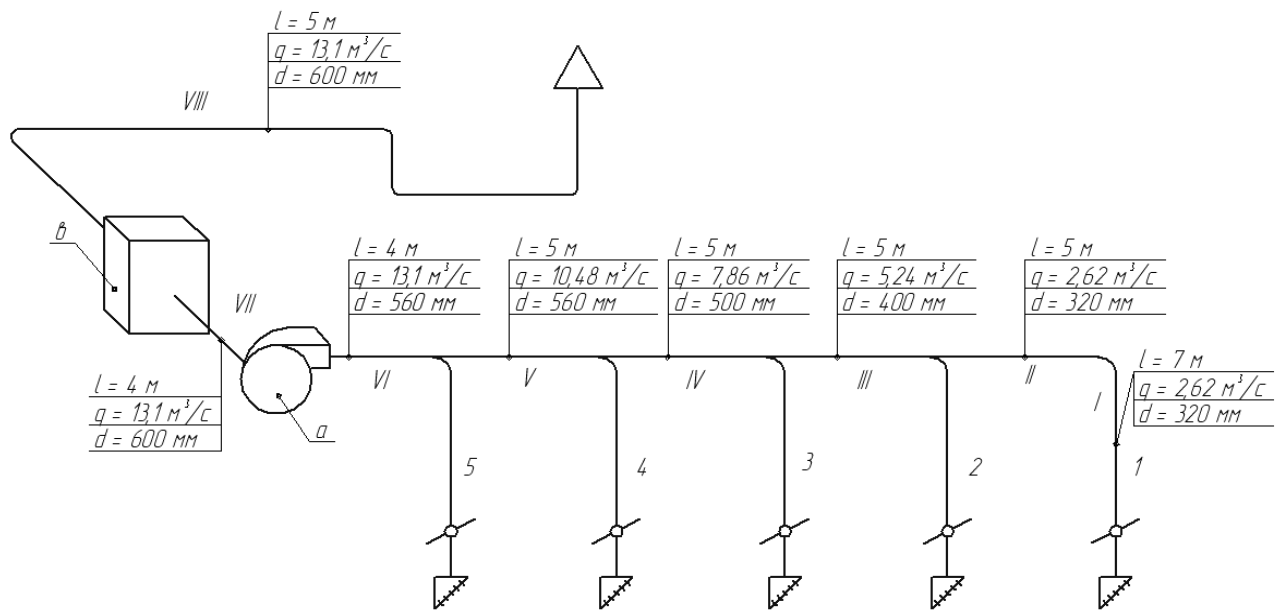
$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{273}{273 + t_e} = 1,29 \cdot \frac{273}{273 + 25} = 1,2 \text{ кг / м}^3.$$

2. Визначаємо витрату повітря з урахуванням його робочої

щільності, м/с:

$$Q_1 = Q_0 \cdot \frac{\rho_0}{\rho_1} = 43968,9 \cdot \frac{1,29}{1,2} = 47266,6 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

3. Накреслимо в аксонометрії робочу схему вентиляційної системи, на яку наносимо номер ділянки, його довжину, діаметр та кількість повітря, що проходить через ділянку. Номер ділянок магістралей нумеруємо римськими цифрами, а відгалуження – арабськими (рис. 3.2).



1-5 – відгалуження магістрального повітроводу; I-VIII – ділянки магістрального повітроводу; а – вентилятор; в – циклон

Рисунок 3.2 – Схема аксонометрії припливної вентиляції

4. Розраховуємо витрату повітря у всіх відгалуженнях та визначаємо їх довжину:

$$q = \frac{Q_1}{n} = \frac{13,12}{5} = 2,62 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$l_0 = \frac{l}{n} = \frac{15}{5} = 3 \text{ м}.$$

5 Приймаємо довжину ділянки магістрального повітропроводу:

$$l_1=7\text{м}; l_2=5\text{м}; l_3=5\text{м}; l_4=5\text{м}; l_5=5\text{м}; l_6=4\text{м}; l_7=4\text{м}; l_8=5\text{ м}$$

6. Приймаємо швидкість руху повітря, м/с:

$$W_I = 7; W_{II} = 8; W_{III} = 8,5; W_{IV} = 9; W_V = 9,5; W_{VI} = 9,5; W_{VII} = 9,5; W_{VIII} = 5,8.$$

7. Обчислюємо діаметр окремих ділянок магістрального повітропроводу, м:

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{q}{W}}.$$

$$d_I = 0,35(d_{cm} = 0,320); \quad d_{II} = 0,41(d_{cm} = 0,4); \quad d_{III} = 0,5(d_{cm} = 0,5);$$

$$d_{IV} = 0,56(d_{cm} = 0,560); \quad d_V = 0,560(d_{cm} = 0,560);$$

$$d_{VI-VII} = 0,589(d_{cm} = 0,6); \quad d_{VIII} = 0,61(d_{cm} = 0,6);$$

8. Визначаємо швидкість повітря на ділянках магістралі, м/с:

$$W = \frac{1,13^2 q}{d_{cm}}.$$

$$W_I = 6,04; W_{II} = 8,32; W_{III} = 8,49; W_{IV} = 8,98; W_V = 11,2; W_{VI-VII} = 8,17; W_{VIII} = 5,94.$$

9. Розрахуємо коефіцієнт опору тертю:

$$\lambda = \frac{1}{(1,14 + 2 \lg \frac{d}{k})^2}.$$

де  $k$  – абсолютна шорсткість внутрішніх стін труб,  $k = 30 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ .

$$\lambda_I = 0,013; \lambda_{II} = 0,013; \lambda_{III-V} = 0,012; \lambda_{VI-VIII} = 0,011;$$

10. Визначаємо втрати тиску на тертя, Па/м:

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho_t.$$

$$R_I = 1,47; \quad R_{II} = 2,32; \quad R_{III} = 1,84; \quad R_{IV} = 1,83;$$

$$R_V = 2,85; \quad R_{VI-VII} = 8,171,19; \quad R_{VIII} = 0,53.$$

11. Визначаємо втрати тиску по довжині трубопроводу, Па

$$\Delta P_l = R \cdot l \quad ,$$

$$\Delta P_{II} = 7,4; \quad \Delta P_{III} = 11,6; \quad \Delta P_{III} = 9,2; \quad \Delta P_{IV} = 9,2; \quad \Delta P_{IV} = 14,3;$$

$$\Delta P_{VI} = 4,8; \quad \Delta P_{VII} = 4,8; \quad \Delta P_{VIII} = 2,7.$$

12. Втрати тиску на місцевих опорах, Па:

$$\Delta P_m = \sum \xi \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho_t.$$

$\sum \xi$  - сума коефіцієнтів місцевих опорів (табл. 3.1).

13. Усі задані та розраховані дані заносимо до таблиці 3.2.

14. Приймаючи опір циклону = 500 Па, розраховуємо втрати тиску у системі, Па:

$$\Delta P_0 = \Delta P_{I-1} + \Delta P_{II} + \Delta P_{III} + \Delta P_{IV} + \Delta P_V + \Delta P_{VI} + \Delta P_{VII} + \Delta P_{VIII} + \Delta P_q$$

$$\Delta P_0 = 50 = 11,8 + 9,6 + 11,2 + 21,9 + 10,9 + 22,2 + 14,2 + 500 = 651,8.$$

15. Якщо прийняти коефіцієнт запасу  $K = 1,2$ , то тиск, який повинен створювати вентилятор, буде дорівнює, Па:

$$P_e = 1,2 \cdot 651,8 = 782,16 \text{ Па} .$$

16. За необхідною витратою повітря  $Q = 47266 \text{ м}^3/\text{год}$  і тиском  $P_B = 782,16 \text{ Па}$  обираємо вентилятор ВВД № 8 з числом обертів  $n = 1200$  і ККД = 0,55.

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти місцевих опорів усіх ділянок

	$\xi$		$\xi$
Ділянка I-1		Ділянка 2	
Коліно при $\alpha = 30^\circ$	0,17	Бічне відгалуження	0,284
Відгалуження	0,175	Коліно	0,175
Конструкція Батурина	1,2	Конструкція Батурина	1,2
Дросель - клапан	0,3	Дросель - клапан	0,3
Приточний трійник	0,082	$\sum \xi$	1,969
$\sum \xi$	1,927	Ділянка 3	
Ділянка II		Бокове відгалуження	0,285
Приточний трійник	0,04	Коліно	0,175
Ділянка III		Конструкція Батурина	1,2
Приточний трійник	0,01	Дросель - клапан	0,3
Ділянка IV		$\sum \xi$	1,96
Приточний трійник	0,04	Участок 4	
Ділянка V		Бокове відгалуження	0,287
Дифузор	0,1	Коліно	0,175
Ділянка VI		Конструкція Батурина	1,2
Вихід із калорифера	0,15	Дросель - клапан	0,3
Ділянка VII		$\sum \xi$	1,962
Коліно	0,39	Ділянка 5	
Вхід в калорифер	0,04	Бокове відгалуження	0,32
$\sum \xi$	0,43	Коліно	0,175
Ділянка VIII		Конструкція Батурина	1,2
Коліно	0,39	Дросель - клапан	0,3
Приточна шахта	0,15	$\sum \xi$	1,995
$\sum \xi$	0,54		

Таблиця 3.2 – Задані та розраховані дані

Ділянка	$q_c, \text{ м}^3/\text{с}$	l, м	d, мм	W, м/с	$P_q, \text{ Па}$	R, Па/м	$\Delta P_1, \text{ Па}$	$\sum \xi,$	$\Delta P_m, \text{ Па}$	$\Delta P, \text{ Па}$
I	2,62	7	320	6,04	22,1	1,47	7,4	1,927	42,6	50
II	5,24	5	320	8,32	41,9	2,32	11,6	0,004	0,2	11,8
III	7,86	5	400	8,49	43,6	1,84	9,2	0,01	0,4	9,6
IV	10,48	5	500	8,98	48,8	1,83	9,2	0,04	2	11,2
V	13,1	5	560	11,2	75,9	285	14,3	0,1	7,6	21,9
VI	13,1	4	560	8,17	40,4	1,19	4,8	0,15	6,1	10,9
VII	13,1	4	600	8,17	40,4	1,19	4,8	0,43	17,4	22,2
VIII	13,1	5	600	5,94	21,3	0,53	2,7	0,54	11,5	14,2

Потужність на валу вентилятора, кВт:

$$N = \frac{Q \cdot \Delta P_{\epsilon}}{\eta} \cdot 10^{-3};$$

$$N = \frac{0,9 \cdot 782,16}{0,55} \cdot 10^{-3} = 1,3 \text{ кВт}.$$

Таким чином, було здійснено розрахунок припливної вентиляції та обрано необхідний для транспортування повітря вентилятор ВВД № 8 з числом оборотів  $n = 1200$  об/хв та ККД = 0,55%.

### 3.2 Розрахунок місцевої витяжної вентиляції від травильних ванн

Як місцевий відсмоктувач організуємо однобортовий відсмоктувач зі здувом. Бортові відсмоктувачі застосовуються для видалення виділень з поверхні ванн, в яких відбувається процес травлення, знешкодження, загартування, нанесення декоративних та антикорозійних покриттів. Система місцевої витяжної вентиляції у ЦХП показана на рис. 3.3.

Обсяг повітря, що видаляється через однобортові відсмоктувача визначають за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$L_{MO} = 1400 \cdot \frac{(0,53 \cdot B \cdot l + h)}{B + l} \cdot 1/3 \cdot B \cdot l \cdot C_t \cdot C_{tox} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3,$$

де  $B$  – розрахункова ширина ванн, яка приймається для однобортових відсмоктувачів, що дорівнює відстані між кромкою відсмоктування і бортом,  $B = 1$ ;

$l$  – довжина ванн,  $l = 7,5$ м;

$h$  – розрахункова відстань від дзеркала розчину до борту ванн,  $h = 1$ м;

$C_t$  – коефіцієнт, що враховує різницю температур розчину та повітря в приміщенні, що приймаються за таблицею 5 [24]  $C_t = 2,02$ ;

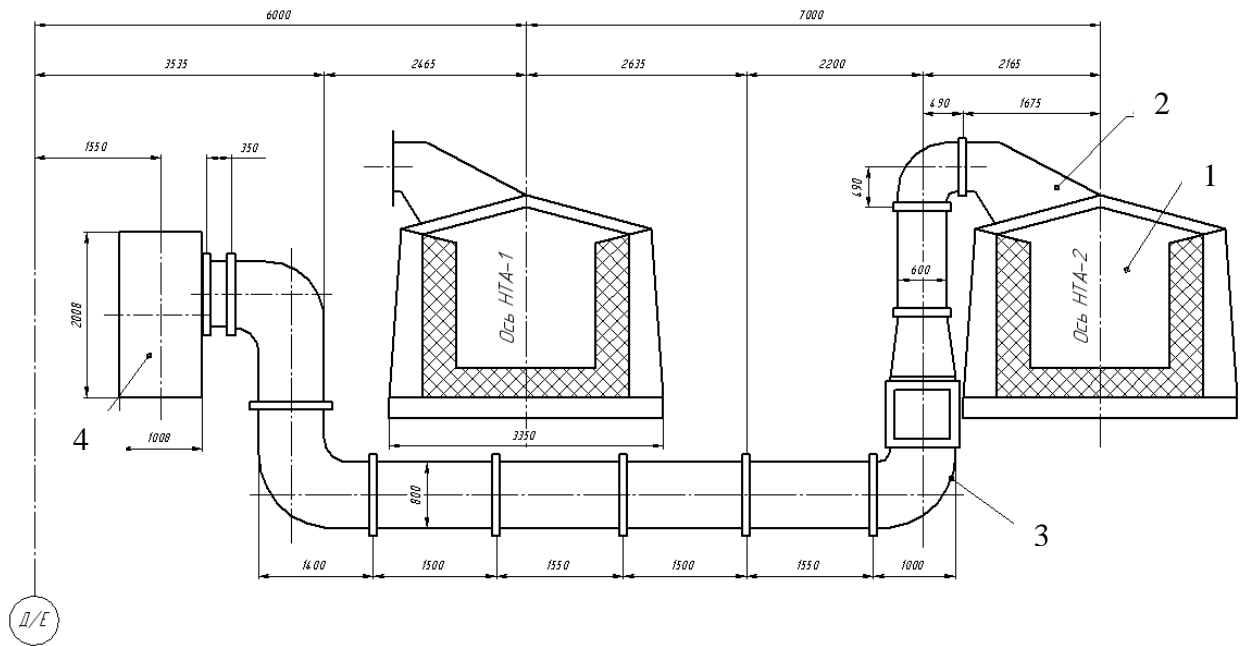
$C_{ток}$  – коефіцієнт обліку токсичності шкідливих речовин, що виділяються,

знаходяться по додатку 2 [24]  $C_{\text{ТОК}} = 1,6$ ;

$C_1$  – коефіцієнт, що враховує конструкцію відсмоктування, для звичайного однобортового відсмоктування він дорівнює  $C_1 = 1,8$  [24];

$C_2$  – коефіцієнт, який при повітряному перемішуванні дорівнює  $C_2=1,2$  [24];

$C_3$  – коефіцієнт, що враховує спосіб укриття дзеркала випаровування розчину; при укритті травильного розчину піноутворюючим шаром, дорівнює  $C_3= 0,5$  [24];



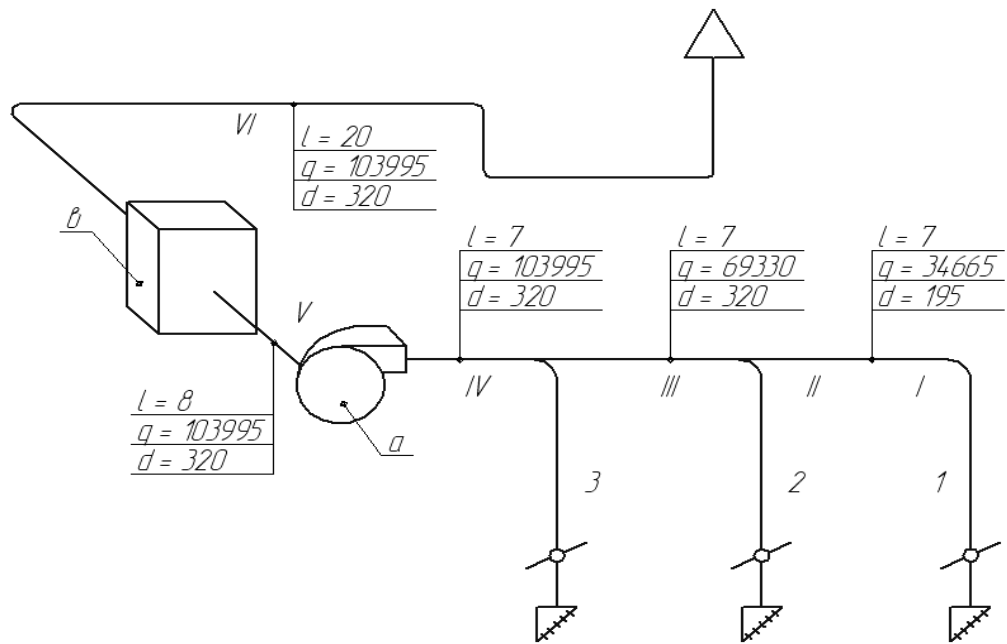
1 – травильна ванна; 2 – зонт; 3 – повітропровід; 4 – вентилятор

Рисунок 3.3 – Система місцевої витяжної вентиляції в ЦХП

Об'єм повітря, що видаляється через звичайні однобортові відсмоктувачі з поверхні однієї ванни, дорівнює,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L_{MO} = 1400 \cdot \frac{(0,53 \cdot 1 \cdot 7,5 + 1)}{1 + 7,5} \cdot 1/3 \cdot 1 \cdot 7,5 \cdot 2,02 \cdot 1,6 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 0,5 = 34665 \text{ м}^3 / \text{год} . .$$

**Аеродинамічний розрахунок місцевої витяжної вентиляції.** Схема витяжної вентиляції представлена на рисунку 3.4.



*I – VI* – ділянки магістрального повітроводу; 1-3 – відгалуження (відсмоктування від травільних ванн); а – вентилятор; в – фільтр-туманноуловлювач

Рисунок 3.4 – Розрахункова схема для аеродинаміки витяжної вентиляції

Втрати тиску (енергії  $1 \text{ м}^3$  газу)  $\Delta P$  складаються із втрат тиску на тертя  $\Delta P_l$  та втрат тиску на місцевих опорах  $\Delta P_m$ :

$$\Delta P = \Delta P_l + \Delta P_m.$$

Втрати тиску на тертя, Па:

$$\Delta P_l = \sum \lambda_i \cdot l_i \cdot \rho_p \cdot U^2 / (d_{\text{екв}} \cdot 2),$$

де  $i$  – індекс, що означає номер ділянки;

$\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору;

$l$  – довжина ділянки, м;

$d_{\text{екв}}$  – еквівалентний діаметр газоходу, м, для газоходу круглого перерізу

$d_{\text{екв}} = d$ ;

$\rho_p$  – щільність газу,  $\text{кг/м}^3$ ;

$U$  – середня за перерізом та довжиною газоходу швидкість потоку на



ділянці, м/с.

Щільність газу за робочих умов:

$$\rho_p = \rho_0 \cdot 273 \cdot (P_{бар} - P_z) / ((273 + t_z) \cdot 101,3),$$

де  $\rho_p$  – щільність газу за робочих умов, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_0$  – щільність газу за нормальних умов, кг/м<sup>3</sup>;

$P_{бар}$  – барометричний тиск, кПа;

$P_z$  – тиск газу, кПа;

$t_z$  – температура газу, °С.

Приймаємо  $\lambda = 0,02$  – коефіцієнт тертя. Витрата газу за робочих умов:

$$Q_p = Q_0 \cdot (273 + t_z) \cdot 101,3 / (273 \cdot (P_{бар} - P_z)),$$

де  $Q_z$  – витрата газу за робочих умов, м<sup>3</sup>/год;

$Q_0$  – витрата газу за нормальних умов, м<sup>3</sup>/год;

$t_z$  – температура газу, °С;

$P_{бар}$  – барометричний тиск, кПа;

$P_z$  – тиск газу, кПа.

Втрати тиску на місцевих опорах:

$$\Delta P_m = \sum \zeta_i \cdot \rho_{pi} \cdot U^2 i / 2,$$

де  $\zeta_i$  – коефіцієнт місцевого опору.

Температура газу на виході із травильної ванни  $t_z = 28^\circ \text{C}$ .

Щільність газу за нормальних умов,  $\rho = 1,293$  кг/м<sup>3</sup>.

Тиск газу на виході із травильної ванни,  $P_2 = -0,8$  кПа.

Витрата газу за нормальних умов,  $Q_0 = 9,62$  м<sup>3</sup>/с.

Розраховуємо щільність газової суміші за робочих умов:

$$\rho_t = 1,293(273/273 + 28) (99 - 0,8/101,3) = 1,14 \text{ кг/м}^3.$$

Витрата газу за робочих умов:

$$Q_2 = 9,26 \frac{1,293}{1,14} = 10,92 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Довжина ділянки  $l = 13$  м, швидкість газу в газоході приймаємо  $W = 15$  м/с. Визначимо діаметр газопроводу:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{U}}, \text{ м}.$$

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{10,92}{20}} = 0,83, \text{ м}.$$

Вибираємо стандартний діаметр газопроводу  $d_{cm} = 0,8$  м. Тоді фактична швидкість газу у трубопроводі  $W = 21,9$  м/с.

Повний розрахунковий опір газовідвідного тракту  $\Delta P$  визначають як суму опорів.

Визначимо втрати тиску за довжиною для ділянки I:

$$\Delta P_l = 0,02 (13/ 0,8) 1,14(21,9 / 2) = 88,8 \text{ Па}.$$

Види місцевих опорів на ділянці:

- вхід у газохід (вхід у канал розташований далеко від стінки)  $\xi = 0,5$ ;
- секційне коліно, 4 шт -1,56.

Визначимо втрати тиску на місцевих опорах, Па:

$$\Delta P_m = 2,06 21,9^2 / 2 1,14 = 563 \text{ Па}.$$

$$\Delta P = 88,8 + 563 = 651,8 \text{ Па.}$$

Приймаємо  $\Delta P = 651,8 \text{ Па}$ .

На основі аеродинамічного розрахунку вибирають вентилятор. Продуктивність вентилятора  $Q_e$  приймаємо із запасом 10% по відношенню до розрахункової кількості газів  $Q_p$  з урахуванням присоса повітря газовідвідним трактом незалежно від температури газів, але з поправкою на барометричний тиск  $P_{бар}$ :

$$Q_e = 1.1 \cdot Q_p \cdot 101.3 / P_{бар}$$

Тиск (розрідження), що створюється вентилятором, приведений до умов каталогу, за яким вибирається вентилятор  $\Delta P_{кат}$ , приймається рівним:

$$\Delta P_{кат} = 1,2 \cdot \Delta P_p \cdot K,$$

де 1,2 – коефіцієнт запасу;

$\Delta P_p$  – сумарний опір газовідвідного тракту, отриманий внаслідок аеродинамічного розрахунку;

$K$  – коефіцієнт перерахунку, що дорівнює:

$$K = (273 + t_r) 101.3 \cdot \rho_{oz} / (273 + t_{кат}) \cdot P_{бар} \cdot \rho_{ов},$$

де  $t_r$  – температура газу у вентилятора, °С;

$t_{кат}$  – температура, до якої віднесено каталожні дані, °С;

$\rho_{oz}, \rho_{ов}$  – щільність відповідно газу та повітря за нормальних умов, кг/м<sup>3</sup>.

Потужність, що споживається,  $N$  визначаємо за формулою:

$$N = Q_{кат} \cdot \Delta P_{кат} \cdot 10^{-3} / \eta_{кат} \cdot K = N_{кат} / K,$$

де  $\eta_{кат}$  і  $N_{кат}$  – каталожні значення відповідно ККД та потужності.

$$Q_D = 1,1 \cdot 10,92 \cdot 101,3 / 99 = 12,29 \text{ м}^3 / \text{с} = 44247,8 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

$$K = (273 + 28) \cdot 101,3 \cdot 1,293 / (273 + 100) \cdot 99 \cdot 1,293 = 1,016.$$

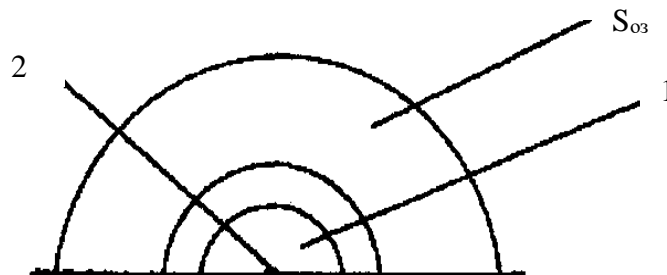
$$\Delta P_{кат} = 1,2 \cdot 651,8 \cdot 1,016 = 794,7 \text{ Па}.$$

$$N = 325 / 1,016 = 319,9 \text{ кВт}.$$

Вибираємо вентилятор типу ДН-15.

### 3.3 Інженерна розробка заходів захисту від шуму

Схема визначення площі небезпечної зони шкідливого впливу шуму показано на рис. 3.5.



$S_{03}$  – площу небезпечної зони; 1 – зона шуму; 2 – джерело шуму

Рисунок. 3.5 – Схема визначення площі небезпечної зони

Рівень звукового тиску на відстані «r» від джерела шуму [24]:

$$L_r = L_1 - 20 \lg \left( \frac{r}{r_1} \right), \text{ дБ}$$

де  $L_1$  – рівень звукового тиску на відстані від джерела шуму,  $L_1 = 95$  дБА;

$L_r$  – нормативне значення рівня звукового тиску,  $L_r = 80$  дБА;

$r_1$  – приймаємо рівним 1 метр.

Підставляючи числові значення у формулу, знаходимо значення  $r$  :

$$r = 10 \left( \frac{L_1 - L_r}{20} \right) = 10 \left( \frac{95 - 80}{20} \right) = 7,5 \text{ м.}$$

Площа небезпечної зони у цьому випадку буде:

$$S_{03} = \pi(r^2 - r_1^2) = 3,14(7,5^2 - 1^2) = 173,5 \text{ м}^2.$$

**Розрахунок звукоізовьованого поста управління.** Проектуємо звукоізовьований пост управління з мовним зв'язком за телефоном розмірами  $2,5 \times 1,5$  м та висотою 2,5 м у травильному відділенні, в якому розташовані 3 ванни.

Коригувальний рівень звукової потужності  $L_{pa}1 = 95$  дБА. Загальний рівень звукової потужності  $L_{pc}1 = 98$  дБА.

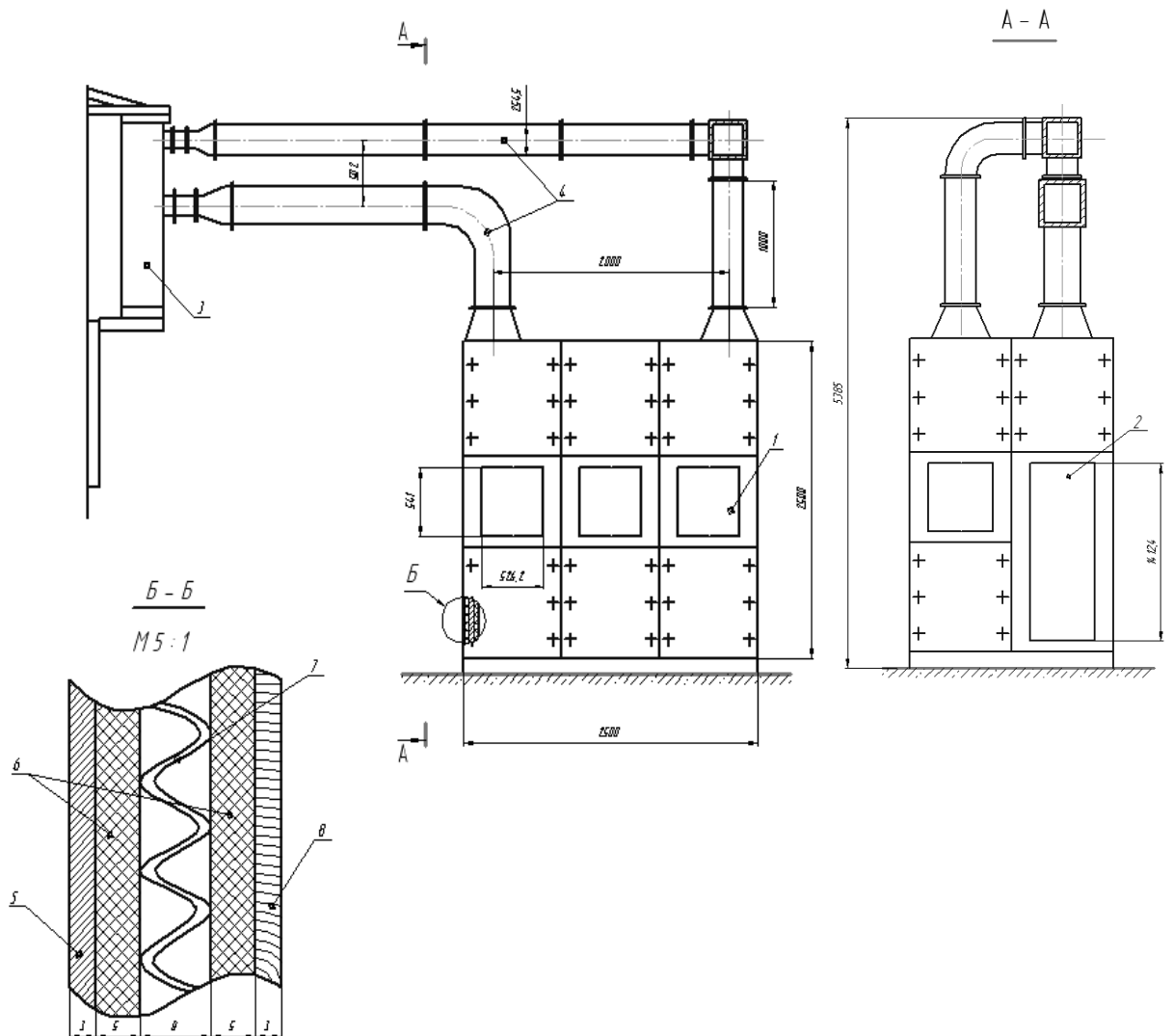
Сумарні рівні звукової потужності при обслуговуванні  $n = 3$  ванн згідно з формулами:

$$L_{pa} = 10 \lg \sum_{k=1}^3 10^{0,1L_{pak}} = L_{pa}1 + 10 \lg 3 = 99,8 \text{ дБА}$$

$$L_{pc} = L_{pc}1 + 10 \lg 3 = 102,8 \text{ дБА}$$

Пост управління має 5 вікон площею  $0,285 \text{ м}^2$  і 1 двері площею  $0,743 \text{ м}^2$ . Площа глухої частини стіни становить  $8,347 \text{ м}^2$ , площа даху  $3,75 \text{ м}^2$ , обсяг посту  $9,375 \text{ м}^3$ . Стіни звукоізовьовуючого поста управління мають такі будову: алюмінієвий лист ( $\delta=3$ мм), суха штукатурка ( $\delta = 5$  мм), листи азбошиферу ( $\delta = 8$  мм), плита ДВП ( $\delta = 3$  мм). Дах кабіни виконуємо з ДСП ( $\delta = 18$  мм). Подвійне вікно зі склом товщиною 3 мм і повітряним

проміжком 30 мм. Скло по контуру ущільнене гумою. Схема посту управління представлена на рис. 3.6.



1 – вікно; 2 – двері; 3 – кондиціонер; 4 – повітропровід; 5 – алюмінієвий лист;  
6 – суха штукатурка; 7 – листи азбошиферу; 8 – плита ДВП

Рисунок 3.6 – Звукоізолюваний пост управління

Необхідну звукоізоляцію визначаємо окремо для чотирьох різнорідних елементів.

Приймаємо для умов цеху  $m_{ui} = 1$  та для приміщення посту управління  $m_{ui} = 5$  [24]. Тоді необхідна звукоізоляція:

$$R_{AT1} = 99,8 - 80 - 7 \lg 3825 - 7 \lg 5 \cdot 10,6 + 10 \lg (S_1 / S_0) + 10 \lg 4 + 1,5 -$$

$$-1 + 6 + \Delta_s = 3,9 + 10 \lg(S_1 / S_0) + \Delta_s.$$

Тоді при

$$L_{pc} - L_A = 102,8 - 99,8 = 3 \text{ дБА},$$

знаходимо  $\Delta_c = \Delta_k = 8,2 \text{ дБА}$ ,  $\Delta_{ok} = 0,2 \text{ дБА}$ ,  $\Delta_d = 4 \text{ дБА}$  (для стандартного дверного полотна за конструкцією 2).

Тоді,

$$R_{ATc} = 3 + 10 \lg 10 + 8,2 = 21,2 \text{ дБА};$$

$$R_{ATk} = 3 + 10 \lg 4,5 + 8,2 = 17,7 \text{ дБА};$$

$$R_{ATok} = 4,92 + 10 \lg(5 \cdot 1) + 0,2 = 15,1 \text{ дБА};$$

$$R_{ATd} = 4,92 + 10 \lg(2 \cdot 1) + 4 = 16,8 \text{ дБА}.$$

Таким чином, спроектований пост управління у травильному відділенні знижує рівень шуму на робочому місці до допустимого рівня (80 дБА).

### **3.4 Розрахунок повторного заземлення нульового дроту та перевірка на відключаючу здатність**

Кількість споживачів  $n = 2$ . Необхідно розрахувати опір повторного заземлення і перевірити на відключаючу здатність.

Розрахунок та перевірка проводиться для першого та останнього споживача.

$$l = 650 \text{ м};$$

$$l_1 = \frac{l}{n} = \frac{650}{2} = 325 \text{ м};$$

$$I_{\text{доп}} = k \cdot I_{\text{ном}} = 2,5 \cdot 40 = 100 \text{ А},$$

де  $I_{\text{ном}}$  – номінальний струм спрацьовування запобіжників, А;

$k$  – коефіцієнт кратності струму.

Очікувана щільність струму:

$$i = \frac{I_{\text{доп}}}{S} = \frac{100}{60 \cdot 5} = 0,33 \text{ А/мм}^2,$$

де  $S$  – площа перерізу провідника.

Знаючи щільність струму знаходимо питомий опір провідника:  
 $r_w = 1,77 \text{ Ом/км}$  – активний опір провідників [20];  $x_w = 1,06 \text{ Ом/км}$  – індуктивний опір провідників [20].

Активний опір провідників:

$$R_{\phi} = R_n = r_w \cdot l_1 = 1,77 \cdot 325 \cdot 10^{-3} = 0,575 \text{ Ом}.$$

Індуктивний опір провідників:

$$x_{\phi} = x_n = x_w \cdot l_1 = 1,06 \cdot 325 \cdot 10^{-3} = 0,345 \text{ Ом}.$$

Зовнішній індуктивний опір петлі:

$$X_n = 0,6 \cdot l_1 = 0,6 \cdot 325 \cdot 10^{-3} = 0,195 \text{ Ом}.$$

Струм короткого замикання:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n},$$

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + (x_{\phi} + x_n + x_n)^2},$$



де  $R_\phi$  и  $R_n$  – активний опір фазного та нульового захисного провідника відповідно, Ом;

$x_\phi$ ,  $x_n$  – внутрішній індуктивний опір фазного та нульового захисного провідника відповідно, Ом;

$x_n$  – зовнішній індуктивний опір петлі, Ом.

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_m}{3} + \sqrt{(R_\phi + R_\phi)^2 + (x_\phi + x_n + x_n)^2}} =$$

$$= \frac{220}{\frac{0,2}{3} + \sqrt{(0,575 + 0,575)^2 + (0,345 + 0,345 + 0,195)^2}} = 144,9 \text{ A} > I_{\text{доп}}$$

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + (x_n + 0,5x_n)^2} = \sqrt{0,575^2 + (0,345 + 0,5 \cdot 0,195)^2} = 0,726 \text{ Ом}.$$

$$r_n = n \cdot r_0 \frac{U_{\text{нр.доп}}}{I_{\text{кз}} \cdot Z_n + U_{\text{нр.доп}}} = 2 \cdot 1,15 \frac{12}{144,9 \cdot 0,726 + 12} = 0,236 \text{ Ом},$$

де  $n$  – кількість повторних заземлювачів;

$r_0$  – опір нульового заземлювача.

Аналогічно розрахунок проводимо для другого заземлювача.

$l = 650 \text{ м}$ ;  $I_{\text{доп.}} = 100 \text{ А}$ ;  $i = 0,33 \text{ А/м}^2$ ;  $r_w = 1,77 \text{ Ом/км}$ ;  $x_w = 1,06 \text{ Ом/км}$ .

Активний опір провідників:

$$R_\phi = R_n = r_w \cdot l = 1,77 \cdot 650 \cdot 10^{-3} = 1,151 \text{ Ом}.$$

Індуктивний опір провідників:

$$x_\phi = x_n = x_w \cdot l = 1,06 \cdot 650 \cdot 10^{-3} = 0,689 \text{ Ом}.$$

Зовнішній індуктивний опір петлі:

$$X_n = 0,6 \cdot l = 0,6 \cdot 650 \cdot 10^{-3} = 0,390 \text{ Ом}.$$

Струм короткого замикання:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + \sqrt{(R_{\phi} + R_{\phi})^2 + (x_{\phi} + x_n + x_n)^2}} =$$

$$= \frac{220}{\frac{0,2}{3} + \sqrt{(1,151 + 1,151)^2 + (0,689 + 0,689 + 0,390)^2}} = 74,1A > I_{дон}$$

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + (x_n + 0,5x_n)^2} = \sqrt{1,151^2 + (0,689 + 0,5 \cdot 0,39)^2} = 1,451 \text{ Ом}.$$

$$r_n = n \cdot r_0 \frac{U_{нр.дон}}{I_{кз} \cdot Z_n + U_{нр.дон}} = 2 \cdot 1,15 \frac{12}{74,1 \cdot 1,451 + 12} = 0,23 \text{ Ом}.$$

Опір розтіканню струму одиночного заземлювача вертикального стрижня:

$$R_0 = \frac{\rho_{\epsilon}}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} = \frac{338}{2 \cdot 3,14 \cdot 4,6} \ln \frac{4 \cdot 4,6}{20 \cdot 10^{-3}} = 79,85 \text{ Ом},$$

де  $l = 2,3 \cdot 2 = 4,6$  м – довжина стрижня.

Орієнтовна кількість вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_0}{r_{n.\min}} = \frac{79,85}{0,23} = 347 \text{ шт}.$$

Приймаємо відстань між заземлювачами:

$$a=l; \quad a/l=1$$

Довжина горизонтальної сполучної смуги для контурного заземлення –

$$l_2 = a \cdot n = 4,6 \cdot 347 = 1596,2 \text{ м}.$$

Коефіцієнти використання  $\eta = f(a/l, n, \text{розташування})$ :

$$\eta_{\epsilon} = 0,69; \quad \eta_z = 0,45 [20].$$

Опір групи вертикальних заземлювачів:

$$R_6 = \frac{R_0}{n \cdot \eta_6} = \frac{79,85}{347 \cdot 0,69} = 0,334 \text{ Ом}.$$

Розрахунковий опір ґрунту для горизонтальної смуги:

$$p_2 = \Psi_2 \cdot p_0 = 2,0 \cdot 260 = 520 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

де  $\Psi_2$  – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача – 2,0 при  $l_2 \geq 50$  м [20].

Опір горизонтальної смуги:

$$R_2 = \frac{\rho_2}{\pi l_2 \eta_2} \ln \frac{4l_2}{\sigma} = \frac{520}{3,14 \cdot 1596,2 \cdot 0,45} \ln \frac{4 \cdot 1596,2}{0,02} = 2,92 \text{ Ом}.$$

Опір заземлювача в цілому:

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_6 + R_2} = \frac{0,334 \cdot 2,92}{0,334 + 2,92} = 0,299 \text{ Ом}.$$

Так як  $R_3 > r_{n \text{ min}}$ , то збільшуємо число вертикальних заземлювачів до 450 шт тоді:

$$l_2 = a \cdot n = 4,6 \cdot 450 = 2070 \text{ м}.$$

$$R_6 = \frac{R_0}{n \cdot \eta_6} = \frac{79,85}{450 \cdot 0,69} = 0,257 \text{ Ом}.$$

$$R_2 = \frac{\rho_2}{\pi l_2 \eta_2} \ln \frac{4l_2}{\sigma} = \frac{520}{3,14 \cdot 2070 \cdot 0,45} \ln \frac{4 \cdot 2070}{0,02} = 2,92 \text{ Ом}.$$

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_6 + R_2} = \frac{0,257 \cdot 2,92}{0,257 + 2,92} = 0,218 \text{ Ом} < r_{r \text{ min}}.$$

З розрахунку наведеного вище видно, що для повторного заземлення

нульового дроту необхідно 450 шт. заземлювачів розташованих «сіткою». Для безпечної роботи зроблено перевірку на відключаючу здатність. Час спрацювання відключення 0,2 с.

### **3.5 Захист від ураження електричним струмом електродвигунів стану 2800**

При пошкодженні ізоляції електроустаткування напруга може випадково підвищитися на металевих частинах (на корпусі, кожусі, станині тощо), які в нормальному положенні не знаходяться під напругою, виникає небезпека ураження електричним струмом.

Найбільш поширеним, конструктивно простим і дуже ефективним заходом захисту є захисне заземлення. Захисні функції заземлювального пристрою полягають у зниженні до безпечної величини напруги щодо землі на металевих частинах, що опинилися випадково під напругою, що дозволяє усунути небезпеку ураження людини, що до них доторкнулася.

Захисне заземлення застосовується в електроустановках до 1000 В, що живляться від мереж із ізольованою нейтраллю, його застосовують як при ізольованій так і при заземленій нейтралі. При цьому необхідно контурне розміщення заземлювачів для вирівнювання потенціалу на поверхні землі.

***Розрахунок засобів захисту від ураження електричним струмом електродвигунів стану 2800.*** На стані 2800 встановлені 4 електродвигуни приводу вивків клітей та електродвигун приводу моталки. Кожен електродвигун живиться від мережі 460 В, 1000 А.

Заземлювач передбачається виконати із вертикальних труб  $l = 100$  см із зовнішнім діаметром  $d = 6$  см, верхні кінці яких з'єднуються між собою за допомогою горизонтального електрода – сталевий смуги перерізу  $4 \times 60$  мм, покладеної в землю на глибині  $t = 0,8$  м. Питомий опір ґрунту  $-1 \cdot 10^4$  Ом·см.

Визначаємо опір розтіканню струму одиночного заземлювача у вигляді сталевий труби вертикально забитої в землю.:

$$R_m = \frac{2,32 \rho \lg \frac{4l}{d}}{2\pi d};$$

$$R_m = \frac{2,32 \cdot 1 \cdot 10^4 \lg \frac{4 \cdot 100}{6}}{2 \cdot 3,14 \cdot 100} = 67,35 \text{ Ом}.$$

Як видно з розрахунку, опір розтіканню струму одиночного заземлювача відповідає вимогам ПУЕ, так як він має бути не більше 4 Ом. Немає практичного сенсу збільшувати розміри одиночного заземлювача з метою забезпечення вимог безпеки ПУЕ, т.к. вони можуть вийти дуже великими.

Розрахуємо опір розтіканню струму системи, що складається з декількох одиночних заземлювачів, з'єднаних заземлюючою смугою.

Знаходимо число заземлювачів у контурі за умови, що контур заземлення замкнутий.

$$m = \frac{R_m}{\eta_1 \eta_2 R_c},$$

де  $\eta_1$  – коефіцієнт, що враховує взаємоекранування заземлювачів,  $\eta_1 = 0,74$ .

$\eta_2$  – коефіцієнт, що враховує взаємоекранування заземлювача зі смугою, що з'єднує труби,  $\eta_2 = 0,9$ .

$$m = \frac{67,35}{0,74 \cdot 0,9 \cdot 4} = 25 \text{ шт}.$$

Довжина смуги, що з'єднує заземлювачі:

$$l_1 = 1,05 \cdot a \cdot m, \text{ см}$$

де  $a$  – відстань між заземлювачами:

$$a = 2l = 2 \cdot 100 = 200 \text{ см}.$$

$$l_1 = 1,05 \cdot 200 \cdot 25 = 525 \text{ см.}$$

Опір ділянки заземлюючої смуги, що з'єднує заземлювачі:

$$R_n = \frac{2,32 \rho \lg \frac{4l_1}{b}}{\pi l_1};$$

$$R_n = \frac{2,32 \cdot 1 \cdot 10^4 \lg \frac{4 \cdot 5250}{6}}{3,14 \cdot 5250} = 4,99 \text{ Ом.}$$

Загальний опір системи заземлення:

$$R_{об} = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n};$$

$$R_{об} = \frac{4 \cdot 4,99}{4 + 4,99} = 2,22 \text{ Ом.}$$

З отриманого вище видно, що опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою менше допустимого ПУЕ. Це дозволяє зменшити кількість заземлювачів і тим самим здешевити заземлювальний пристрій.

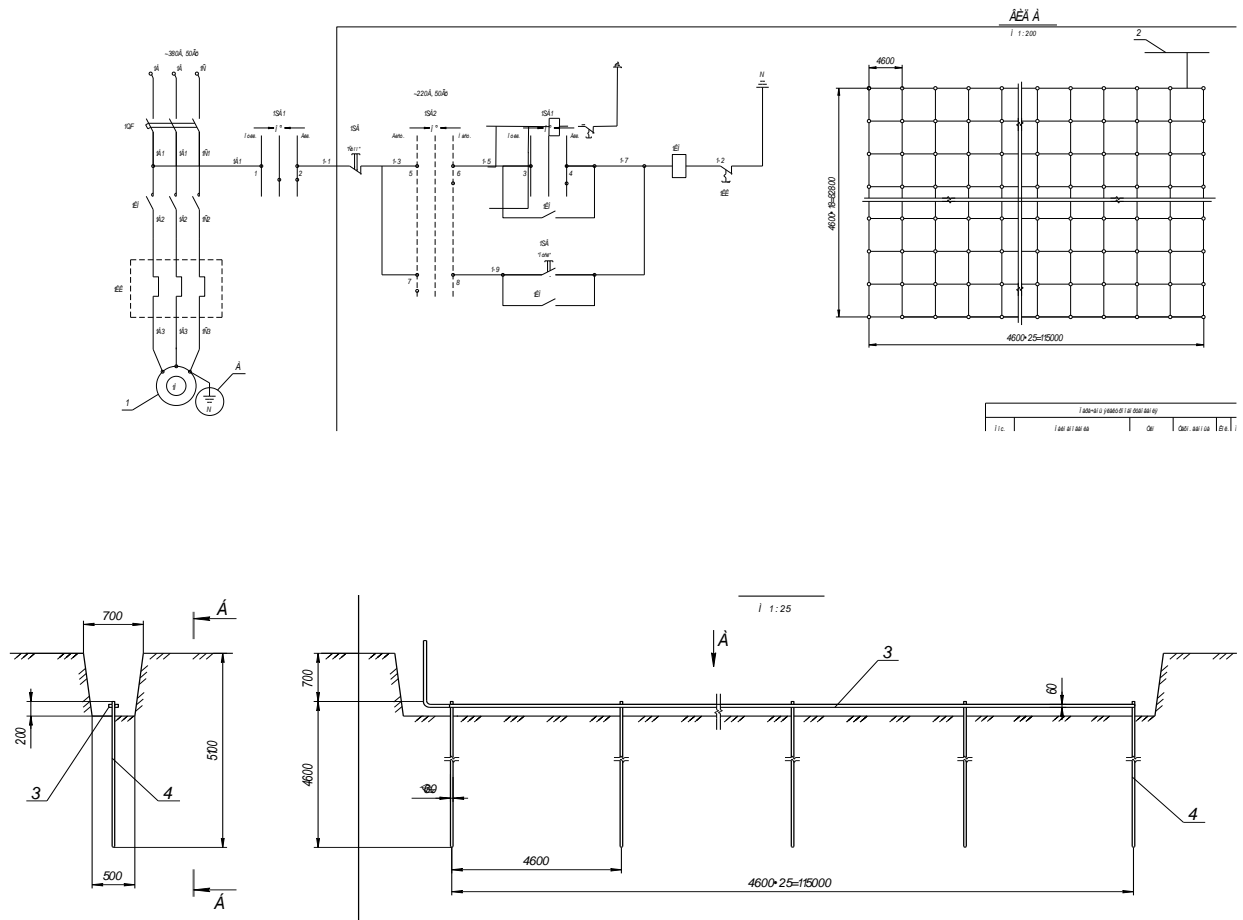
Визначаємо загальний опір при 5-ти заземлювачах:

$$l_1 = 1,05 \cdot 200 \cdot 5 = 1050 \text{ см.}$$

$$R_n = \frac{2,32 \cdot 1 \cdot 10^4 \lg \frac{4 \cdot 1050}{6}}{3,14 \cdot 1050} = 20 \text{ Ом.}$$

$$R_{об} = \frac{4 \cdot 20}{4 + 20} = 3,33 \text{ Ом.}$$

Схема захисного заземлення, отримана в результаті розрахунку, показана на рис. 3.7.



1 – електроустановка; 2 – внутрішній контур заземлення; 3 – сполучна смуга; 4 – заземлювач; 5 – скоба кріплення

Рисунок 3.7 – Схема захисного заземлення електродвигунів стану 2800

### 3.6 Розрахунок необхідної кількості генераторів вогнегасного аерозолію

#### *Розрахунок №1: Машинний зал агрегату загартування.*

Сумарний об'єм приміщення, що захищається  $V = 310,5 \text{ м}^3$ ;

Площа огорожувальних конструкцій  $S_{ок} = 392 \text{ м}^2$ ;

Площа відкритих отворів  $S_{он} = 0,4 \text{ м}^2$ ;

Маса аерозолеутворюючого заряду  $M = 6,7 \text{ кг}$ .

Сумарна маса аерозолеутворюючого складу, призначена для гасіння пожежі в приміщенні заданого об'єму та негерметичності, визначається за формулою, кг:

$$M_{aoc} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot V \cdot q;$$

де  $V$  – об'єм приміщення, що захищається;

$q$  – нормативна вогнегасна здатність (величина вказується в технічній документації);  $q=0,05$ ;

$K_1$  – коефіцієнт запасу, що враховує нерівномірність розподілу аерозолію (залежить від об'єму приміщення);

$K_1 = 1,1$  при об'ємі до  $50 \text{ м}^3$ ;

$K_1 = 1,2$  при об'ємі від  $50$  до  $250 \text{ м}^3$ ;

$K_1 = 1,3$  при об'ємі від  $250$  до  $5000 \text{ м}^3$ ;

$K_2$  - коефіцієнт, що враховує категорію пожежі:

$K_2 = 1,1$  при категорії класу В;

$K_2 = 1,3$  при категорії класу А;

$K_3$  - коефіцієнт, що враховує вплив негерметичності приміщення, що захищається:

$K_3 = 1,1$  при негерметичності від  $0,1\%$  до  $0,2\%$ ;

$K_3 = 1,3$  при негерметичності від  $0,2\%$  до  $0,4\%$ ;

$K_3 = 1,6$  при негерметичності від  $0,4\%$  до  $0,5\%$ .

Відповідно до характеристик приміщення приймаємо значення коефіцієнтів:

$$K_1 = 1,3; \quad K_2 = 1,3 \quad K_3 = 1,1.$$



Коефіцієнт негерметичності визначається ставленням площі відкритих прорізів до площі огорожувальних конструкцій.

$$K = (0,4/392) \cdot 100\% = 0,01\%$$

Звідси:

$$M_{aoc} = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 310,5 \cdot 0,05 = 28,86 \text{ кг} .$$

Загальна кількість генераторів визначається за формулою:

$$N = M_{aoc} / M_{ген}; (\text{шт}).$$

де  $M_{aoc}$  – сумарна маса аерозолі утворюючого складу;

$M_{ген}$  – маса одного зарядженого генератора.

Загальна кількість генераторів:

$$N = 28,86 / 6,7 = 4,31 \text{ шт} .$$

Згідно з наведеними розрахунками, для захисту приміщення необхідна кількість генераторів «АГС-7/2» складає 5 штук.

**Розрахунок №2: Підвал машинного залу стану 2800.**

Сумарний об'єм приміщення, що захищається,  $V = 4952 \text{ м}^3$ ;

Площа огорожувальних конструкцій  $S_{ок} = 4980 \text{ м}^2$ ;

Площа відкритих отворів  $S_{он} = 1,2 \text{ м}^2$ ;

Маса аерозолеутворюючого заряду  $M = 6,7 \text{ кг}$ ;

Відповідно до характеристик приміщення приймаємо значення коефіцієнтів:

$$K_1=1,3; \quad K_2=1,3 \quad K_3=1,1.$$

Коефіцієнт негерметичності визначається ставленням площі відкритих прорізів до площі огорожувальних конструкцій.

$$K = (1,2 / 4980) \cdot 100\% = 0,024\%.$$

Звідси:

$$M_{aoc} = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 4952 \cdot 0,05 = 460,29 \text{ кг}.$$

Загальна кількість генераторів:

$$N = 460,29 / 6,7 = 68,7 \text{ шт}.$$

Згідно з наведеними розрахунками, для захисту приміщення необхідна кількість генераторів «АГС-7/2» складає 69 штук.

### ***Розрахунок №3: Кабельний тунель АППР.***

Сумарний об'єм приміщення, що захищається,  $V = 299,2 \text{ м}^3$ ;

Площа огорожувальних конструкцій  $S_{ок} = 552 \text{ м}^2$ ;

Площа відкритих отворів  $S_{он} = 0,5 \text{ м}^2$ ;

Маса аерозолеутворюючого заряду  $M = 3,25 \text{ кг}.$

Відповідно до характеристик приміщення приймаємо значення коефіцієнтів:

$$K_1=1,3; \quad K_2=1,3; \quad K_3=1,1.$$

Коефіцієнт негерметичності визначається ставленням площі відкритих прорізів до площі огорожувальних конструкцій.

$$K = (0,5 / 552) \cdot 100\% = 0,09\%.$$

Звідси:

$$M_{aoc} = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 299,2 \cdot 0,05 = 27,81 \text{ кг}.$$

Загальна кількість генераторів:

$$N = 27,81 / 3,25 = 8,56 \text{ шт}.$$

Згідно з наведеними розрахунками, для захисту приміщення необхідна кількість генераторів «АГС-7/2» складає 9 штук.

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

### 4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму

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

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

Коефіцієнт частоти захворювань:

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

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

Коефіцієнт важкості захворювань:

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

$$K_{Тз} = 1500 / 150 = 10.$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

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

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

Коефіцієнт важкості травматизму:

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

$$K_{\text{ТТ}} = 90/3 = 30.$$

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

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

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$\text{ДН} = \text{ДН}_3 + \text{ДН}_{\text{Т}}.$$

$$\text{ДН} = 1500 + 90 = 1590.$$

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

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

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

Собівартість цього об'єму продукції:

$$C = SP \cdot Z.$$

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

Відносне збільшення собівартості:

$$ZC = C \cdot UP.$$

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

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

$$B_T = 5N_T \cdot BH.$$

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

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$B_3 = DN_3 \cdot BH.$$

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

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$B = B_T + B_3.$$

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

Загальний економічний збиток:

$$З = ЗС + В + Н_ТШ.$$

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

#### **4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в цеху холодної прокатки**

У проєктній частині кваліфікаційного проєкту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності: система припливної вентиляції, система місцевої витяжної вентиляції від травильних ванн, звукоізоляційний пост управління, захисне заземлення електроустаткування прокатного стану, аерозольне пожежогасіння машинного залу агрегату загартування.

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

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть: система припливної вентиляції ( $OB_1$ ) – 300 тис. грн., система місцевої витяжної вентиляції від травильних ванн ( $OB_2$ ) – 700 тис. грн.; звукоізоляційний пост управління ( $OB_3$ ) – 300 тис. грн.; захисне заземлення електроустаткування прокатного стану ( $OB_4$ ) – 300 тис. грн.; аерозольне пожежогасіння машинного залу агрегату загартування ( $OB_5$ ) – 156,923 тис. грн. Поточні витрати ( $TЗ$ ) збільшаться за рік на 5000 грн.

Загальні одноразові витрати:

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

$$OB = 700\,000 + 300\,000 + 300\,000 + 300\,000 + 156\,923,336 = 1\,756\,923,336 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

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

Зменшення днів непрацездатності:

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

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

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ.$$

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

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч.$$

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

Приріст продуктивності праці:

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

$$П_r = [(330 + 0,36) / 330 - 1] 100 = 0,11 \text{ \%}.$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot 3 \cdot П_r \cdot УП.$$



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

Скорочення виплат по листках непрацевдатності:

$$E_l = (5 \cdot \Delta H_T + \Delta ДН_3) \cdot ВН.$$

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

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{ш} = Ш \cdot \Delta Н.$$

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

Загальний економічний ефект:

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

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

Термін окупності одноразових витрат:

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

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

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = (E_c + E_l + E_{ш} - ПВ) / OB.$$

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

Отримані данні заносимо до табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в цеху холодної прокатки

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

## ВИСНОВКИ

1. У першому розділі розглядається опис технологічного процесу холодного прокату сталі на стані 2800, процес травлення металу, процес відпалу у термічному відділенні цеху.

Основні операції технологічного процесу виробництва такі: підготовка металу до прокатки, нагрівання металу перед прокаткою, прокатка, обробка, включаючи різання, охолодження, виправлення, видалення поверхневих дефектів та інше.

Умови праці в цехах холодної прокатки залежать від негативного впливу широкого комплексу шкідливих факторів, пов'язаних з особливістю технології в різних відділеннях цеху, що застосовується. Стандартна технологія типового прокатного цеху включає наступні послідовні операції.

Товарний рулон надходить з цеху гарячої прокатки тонкого листа і піддається травленню в розчині сірчаної або соляної кислоти. Після травлення смугу промивають, очищають, сушать підігрітим повітрям, промаслюють і на моталках змотують в рулони.

В травильних ваннах використовують систему уловлювання шкідливих виділень парів кислот. Смуги по транспортеру передають в прокатне відділення, для подальшої обробки на прокатних станах. Потім рулони потрапляють в термічне відділення для відпалу, звідки вони надходять на дресирувальний стан. Після стану листи ріжуть, сортують, упаковують і відвантажують споживачеві.

2. У другому розділі розглянуті безпека технологічного процесу та виробничого обладнання, потенційно небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху холодної прокатки і на основі цього дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища прокатного виробництва.

Аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища в цеху холодної прокатки показує, що умови і характер праці в

цеху належать до III класу 3-го ступеня, робоче місце має в наявності: 2 фактори 1-го ступеня, 2 фактори 2-го ступеня, 2 фактори 3-го ступеня. За показниками робоче місце варто вважати місцем з особливо шкідливими умовами праці.

Також були розглянуті заходи щодо захисту від пилу та газу, боротьби з шумом, вентиляція та кондиціонування, освітлення, очищення повітря від парів сірчаної кислоти у травильному відділенні, захист від ураження електричним струмом у травильному відділенні, характеристика цеху з пожежної небезпеки, засоби пожежогасіння.

3. У третьому розділі дипломного проєкту наведено заходи щодо покращення санітарно-гігієнічних умов, а саме:

- виконано розрахунок припливної місцевої системи вентиляції (кількість повітря, що подається  $\approx 43970$  м<sup>3</sup>/год) і обраний необхідний для транспортування повітря вентилятор ВВС № 8 з числом оборотів  $n = 1200$  об/хв і ККД = 0,55%;

- як місцевий відсмоктувач організований однобортний відсмоктувач зі здувом. Об'єм повітря, що видаляється через однобортні відсмоктувачі за результатами розрахунку склав 34665 м<sup>3</sup>/год. Також виконано аеродинамічний розрахунок місцевої витяжної вентиляції. Вибрано вентилятор типу ДН-15;

- пропонуються заходи щодо захисту від впливу шуму, а саме спроектований та розрахований звукоізований пост управління – зниження рівня шуму на 15 дБА;

- виконано розрахунок повторного заземлення нульового дроту і перевірка на відключаючу здатність, а також розрахунок засобів захисту від ураження електричним струмом електродвигунів стану 2800, а саме розрахунок захисного заземлення 4-х електродвигунів приводу валків клітей стану і електродвигуна приводу моталки. Кількість заземлювачів – 5 шт;

- виконано розрахунок необхідної кількості генераторів вогнегасного аерозолі. Для захисту машинного залу агрегату загартування необхідна

кількість генераторів «АГС-7/2» складає 5 штук, для підвалу машинного залу – 69 штук, для кабельного тунелю – 9 штук.

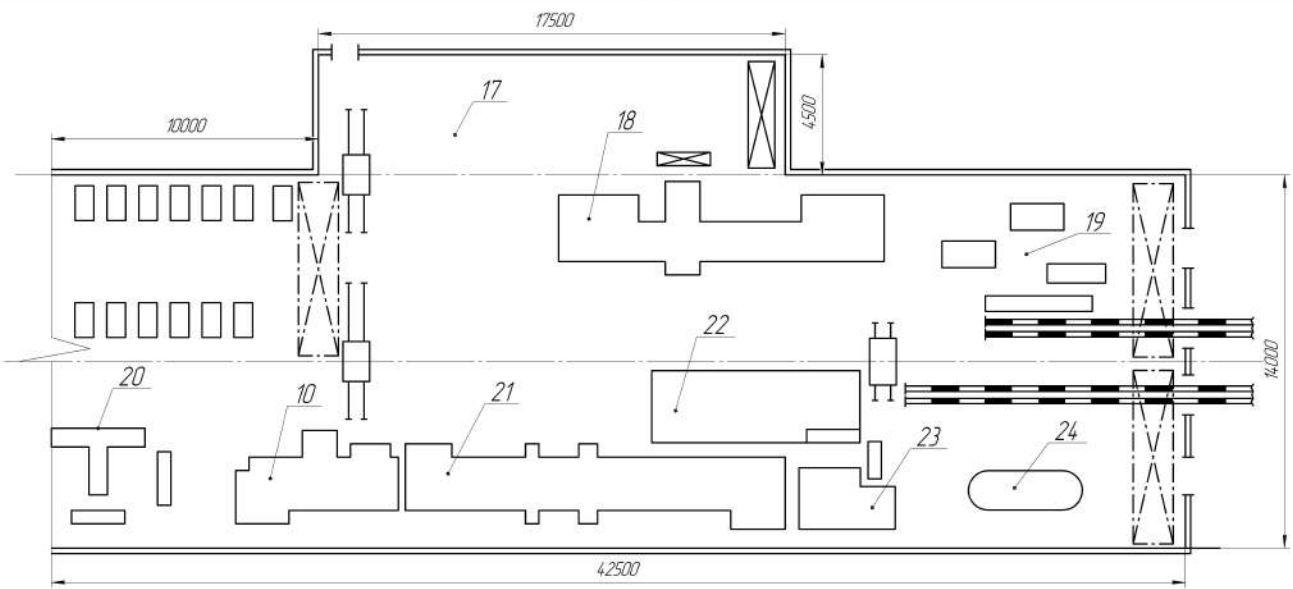
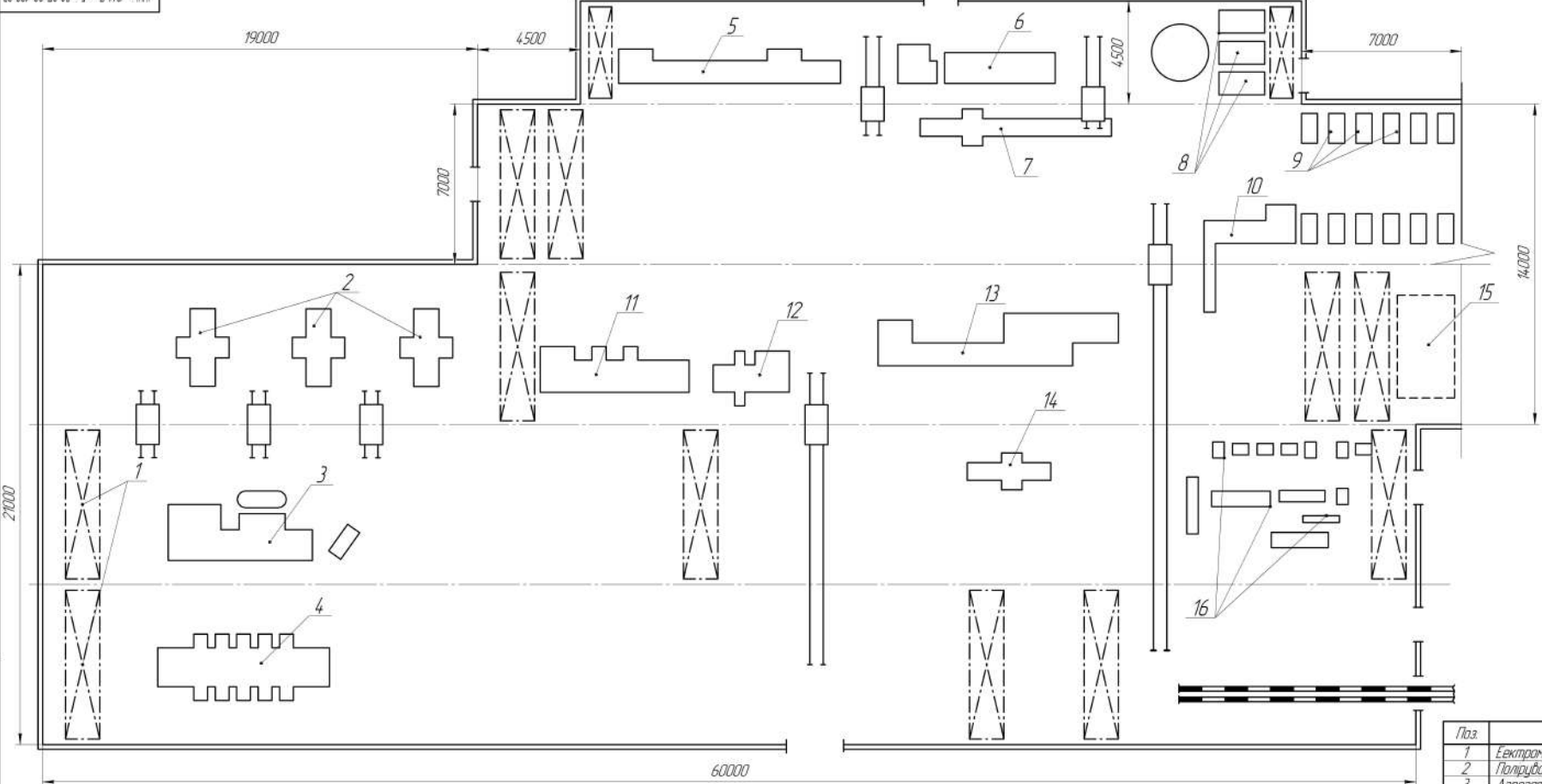
4. У четвертому розділі розглянуто заходи щодо покращення умов праці на ділянці ЦХП травильного відділення. Зокрема поставлено звукоізований пост управління, бортовий відсмоктувач, припливна вентиляція. Соціальний ефект від впровадження запропонованих заходів виразиться у зменшенні травматизму та професійної захворюваності. Очікуваний річний економічний ефект від запропонованих заходів за рахунок скорочення виплат по листках непрацездатності травмованим та зниження собівартості продукції складе 154 776, 58 грн. Запропоновані засоби захисту з охорони праці в цеху холодної прокатки окупляться за 4,2 роки.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Орехова О.В. Сучасний стан умов праці в металургійному виробництві України. *ScienceRise. Medical science*. 2016. № 10. С. 34–39.
2. НПАОП 27.1-1.04-09. Про затвердження правил охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу [Чинний від 2009-07-29]. Київ : Державний комітет з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2009. 65 с.
3. Молчанова З.В. Охрана труда в прокатном производстве. Москва : Metallurgiya, 1973. 248 с.
4. Середа Б.П. Прокатне виробництво. Навч. Посібник для вчз. ЗДІА. Запоріжжя: ЗДІА, 2008. 310 с.
5. Полухин П.И., Федосов Н.М., Королев А.А., Матвеев Ю.М.. Прокатное производство. Москва : Metallurgiya, 1982. 696 с.
6. Севрюков Н.И., Кузьмин Б.А. Общая металлургия. изд. 3-е. Москва : Metallurgiya, 1976. 568 с.
7. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. Москва : ИКЦ «Академкнига», 2005. 767 с.
8. Гребенник В.М., Иванченко Ф.К., Павленко Б.А. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование конверторных и мартеновских цехов. Київ : Высшая школа, 1990. 288 с.
9. Кудрин В.А. Металлургия стали. Москва : Metallurgiya, 1989. 560 с.
10. Зеркалов Д.В. Безпека праці : монографія. Київ : Основа, 2012. 637.
11. Тарасов В.К. Безпека технологічних процесів і обладнання : навч. посібник. Запоріжжя : РВВ ЗДІА, 2005. 164 с.
12. Трахтенберг А.М., Коршун М.М., Чебанова О.В. Гигиена труда и производственная санитария. Киев : 1997. 462 с.
13. Тарасов В.К., Воденнікова О.С., Куріс Ю.В., Матяшева О.Б., Воденнікова Л.В., Бабошко Д.Ю. Дослідження заходів покращення умов праці в цехах холодної прокатки. *Вчені апіски Таврійського національного*

*університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки». 2020. Т. 31(70). № 3. С. 191–196.*

14. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2002. 320 с.
15. Геврик Є.О. Охорона праці : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
16. Лапін В.М. Основи охорони праці : навч. посіб. Львів : ЛБУ НБУ, 2004. 124 с.
17. Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. Проектирование промышленной вентиляции : справочник. Киев, 1983 351с.
18. Гусев В.М. Теплоснабжение и вентиляция. Ленинград : Стройиздат, 1992. 311 с.
19. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Минск : Беларусь, 1987. 479 с.
20. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках : учебное пособие для вузов. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 448 с.
21. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
22. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии. Москва : Металлургия, 1991. 132 с.
23. Рожков А.П. Пожарная безопасность на производстве. Киев : Охрана труда, 1997. 448с.
24. Юдина Е.Я. Справочник по борьбе с шумом и вибрацией на предприятии. Москва : Машиностроение, 1985. 400с.

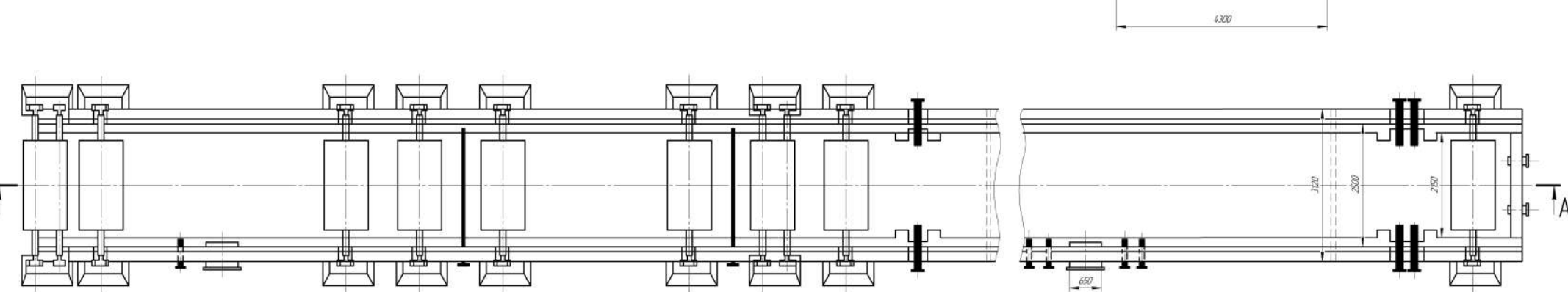
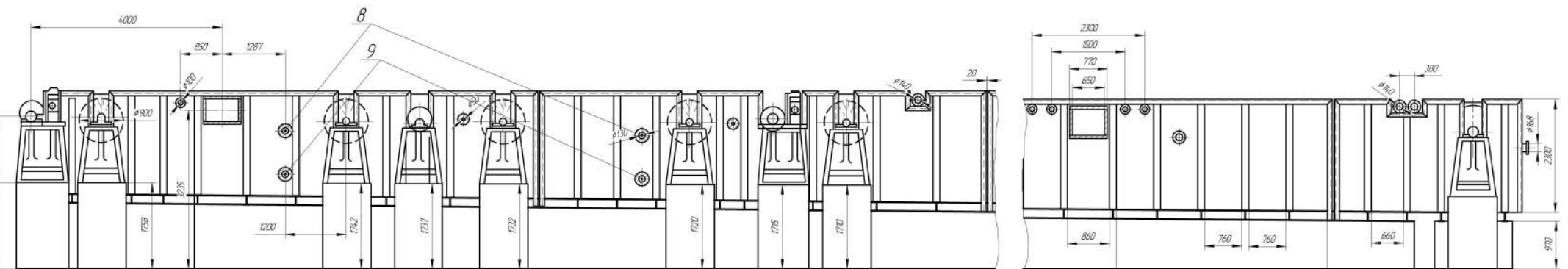
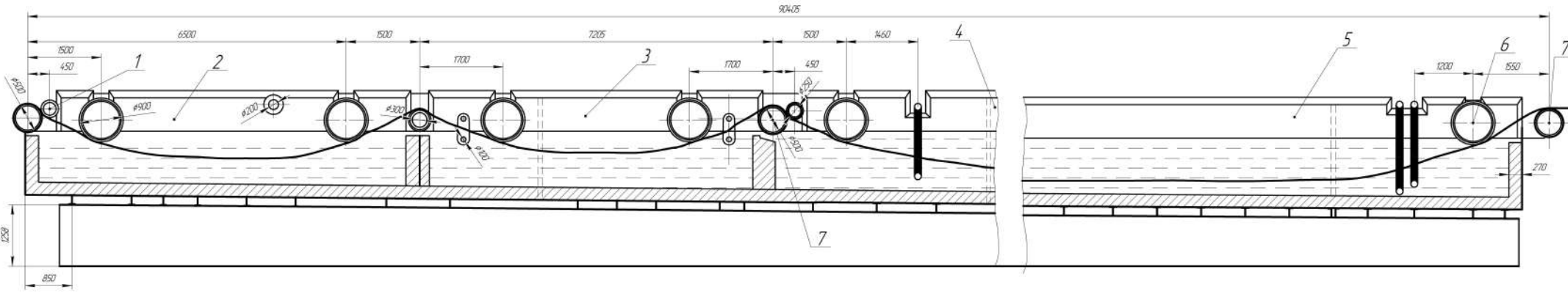


Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Екстремальні крани	17	
2	Полірувальні верстати	3	
3	Агрегат миття та нанесення покриттів	1	
4	Агрегат шліфування смуг	1	
5	Гартувальна піч	1	
6	Лижна ванна	1	
7	Чистильно-мильний агрегат	1	
8	Ванна кислотного травлення	3	
9	Каплайдні печі	25	
10	Агрегат різання ролів	2	
11	Верстат із тягучими роликами	1	
12	Верстат з твердим столом	1	
13	Агрегат шліфування пластин	1	
14	Листопрохідна машина	1	
15	Лінійка сартування	1	
16	Механічна майстерня	1	
17	Машинний зал стану "2800"	1	
18	Стан "2800"	1	
19	Майстерня з ремонту валків	1	
20	Гільотинні ножці	2	
21	Агрегат поздовб'яно-поперечного різання	1	
22	Пакувальний майданчик	1	
23	Промаслювальна машина	1	
24	Склад готової продукції	1	

				ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 100 ЗВ		
Вид	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб	Рубана Е.В.			Розробка заводів щодо покращення умов праці в цехі колідної праски	1/Н	1:100
Прод.	Мандица Е.А.				Лист	1/Листів
Начальн.	Мандица Е.А.					10
Начальн. ввід.	Беларусь К.В.			План-схема розташування технологічних ділянок та обладнання ЦХТ		Місцевість: адмін. межу: ІНН ім. Ю.М. Петельні ЗНП корп. ІБСДІ пр. В.26.30-3
Ввід.	Колеснік Т.В.			Логограф		Формат А1



A-A



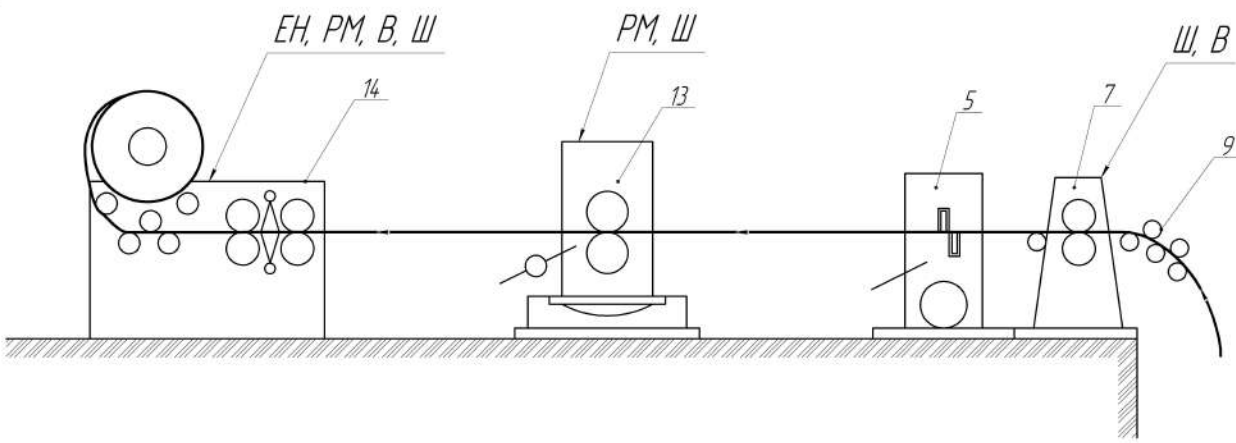
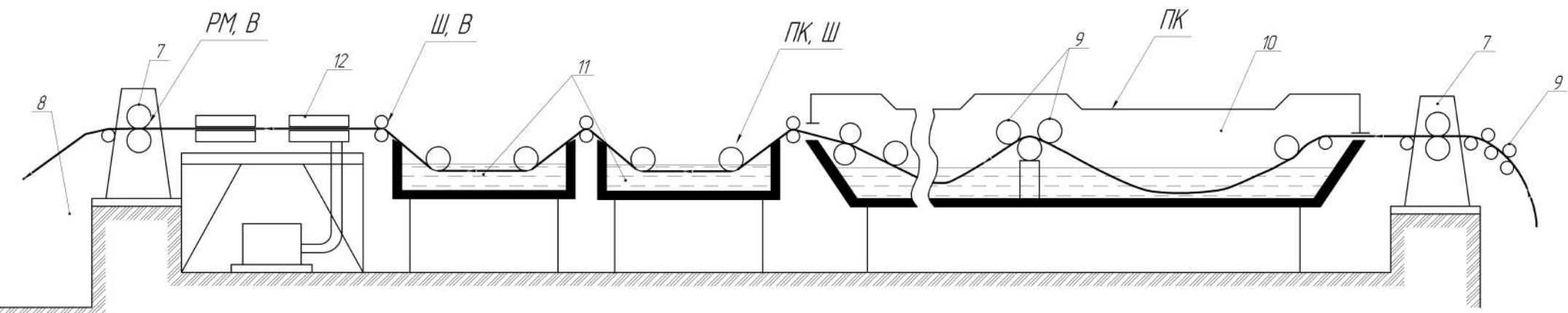
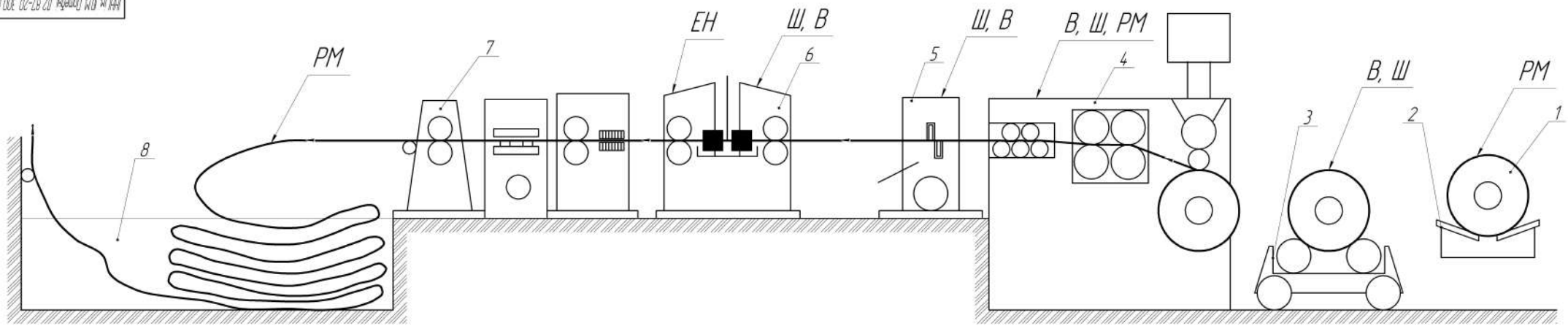
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 201	Ролік віджимний	2	
2	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 202	Секція №5	1	
3	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 203	Секція №4	1	
4	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 204	Кислотна ванна №4	1	
5	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 205	Кислотна ванна №1	1	

ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 100 ОВ

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
6	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 206	Ролік напівсківи	6	
7	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 207	Отвірний ролік	6	
8	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 208	Трубопровід для перебіду	6	
9	ІНН ім. Ю.М. Петельні. Д2 87-20. 209	Трубопровід для зливу	2	

Розробка заводів щодо покращення умов праці в цехі колдодів прискотки  
 Інженер: Рибалка В.В.  
 Проєкт: Мандиба Е.А.  
 Конструктор: Мандиба Е.А.  
 Інженер: Бєсарєв К.В.  
 Зам.: Коженко Т.В.  
 Маса: 1100  
 Діаметр: 10  
 Матеріал: сталь  
 Місцевість складу: м. Київ  
 Завод: ІНН ім. Ю.М. Петельні  
 ЗНД кар. ІЕОТ зм. В.26.30-3  
 Формат: А1

Лист № 1  
 Лист № 2  
 Лист № 3  
 Лист № 4  
 Лист № 5  
 Лист № 6  
 Лист № 7  
 Лист № 8  
 Лист № 9  
 Лист № 10  
 Лист № 11  
 Лист № 12  
 Лист № 13  
 Лист № 14  
 Лист № 15  
 Лист № 16  
 Лист № 17  
 Лист № 18  
 Лист № 19  
 Лист № 20  
 Лист № 21  
 Лист № 22  
 Лист № 23  
 Лист № 24  
 Лист № 25  
 Лист № 26  
 Лист № 27  
 Лист № 28  
 Лист № 29  
 Лист № 30  
 Лист № 31  
 Лист № 32  
 Лист № 33  
 Лист № 34  
 Лист № 35  
 Лист № 36  
 Лист № 37  
 Лист № 38  
 Лист № 39  
 Лист № 40  
 Лист № 41  
 Лист № 42  
 Лист № 43  
 Лист № 44  
 Лист № 45  
 Лист № 46  
 Лист № 47  
 Лист № 48  
 Лист № 49  
 Лист № 50

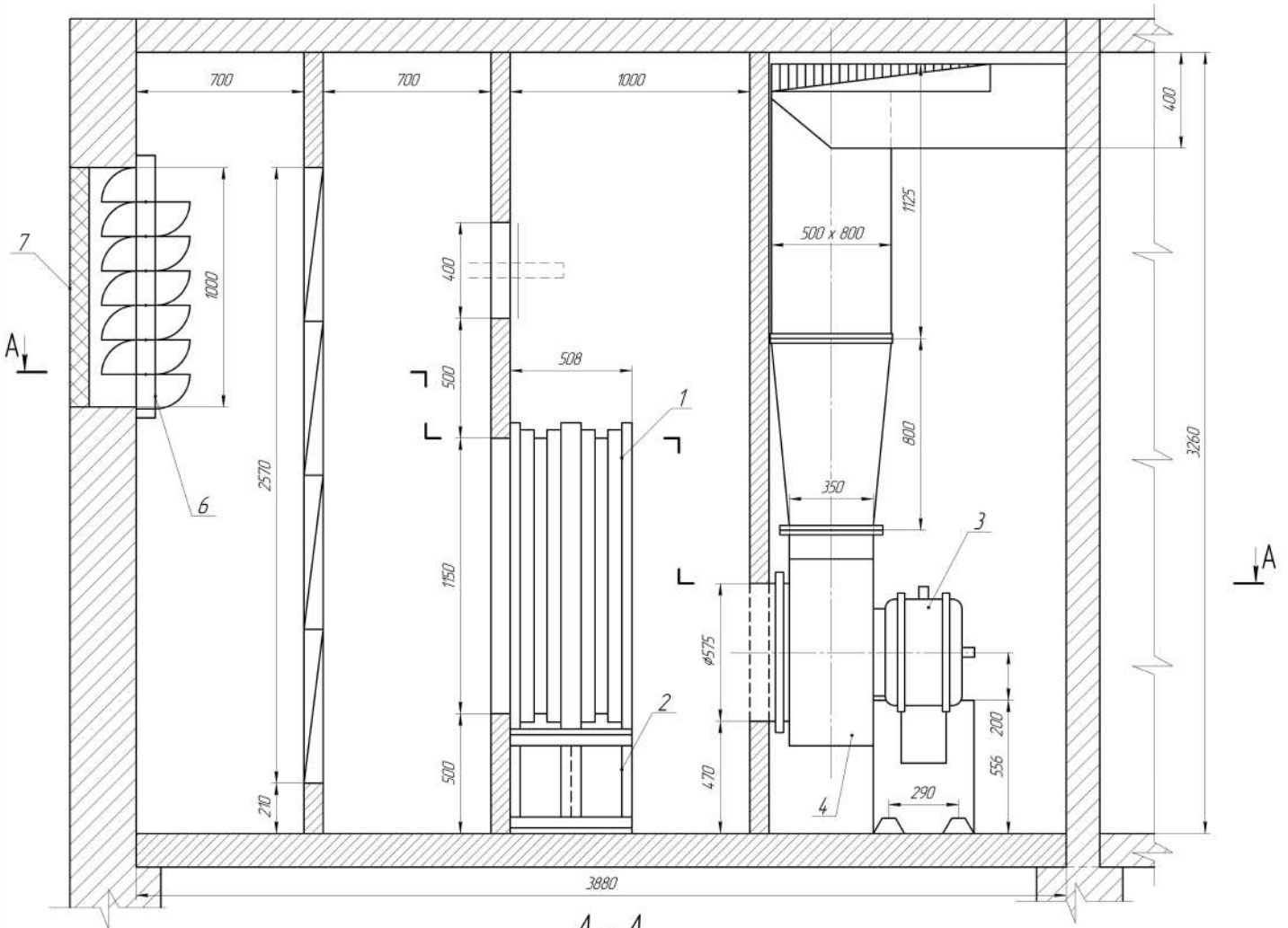


Позначення	Найменування
В	Вібрація
Ш	Шум
PM	Рухомі механізми
ПН	Полужелезна
ЕН	Електроннедієзлепа
ПК	Пари кислоти

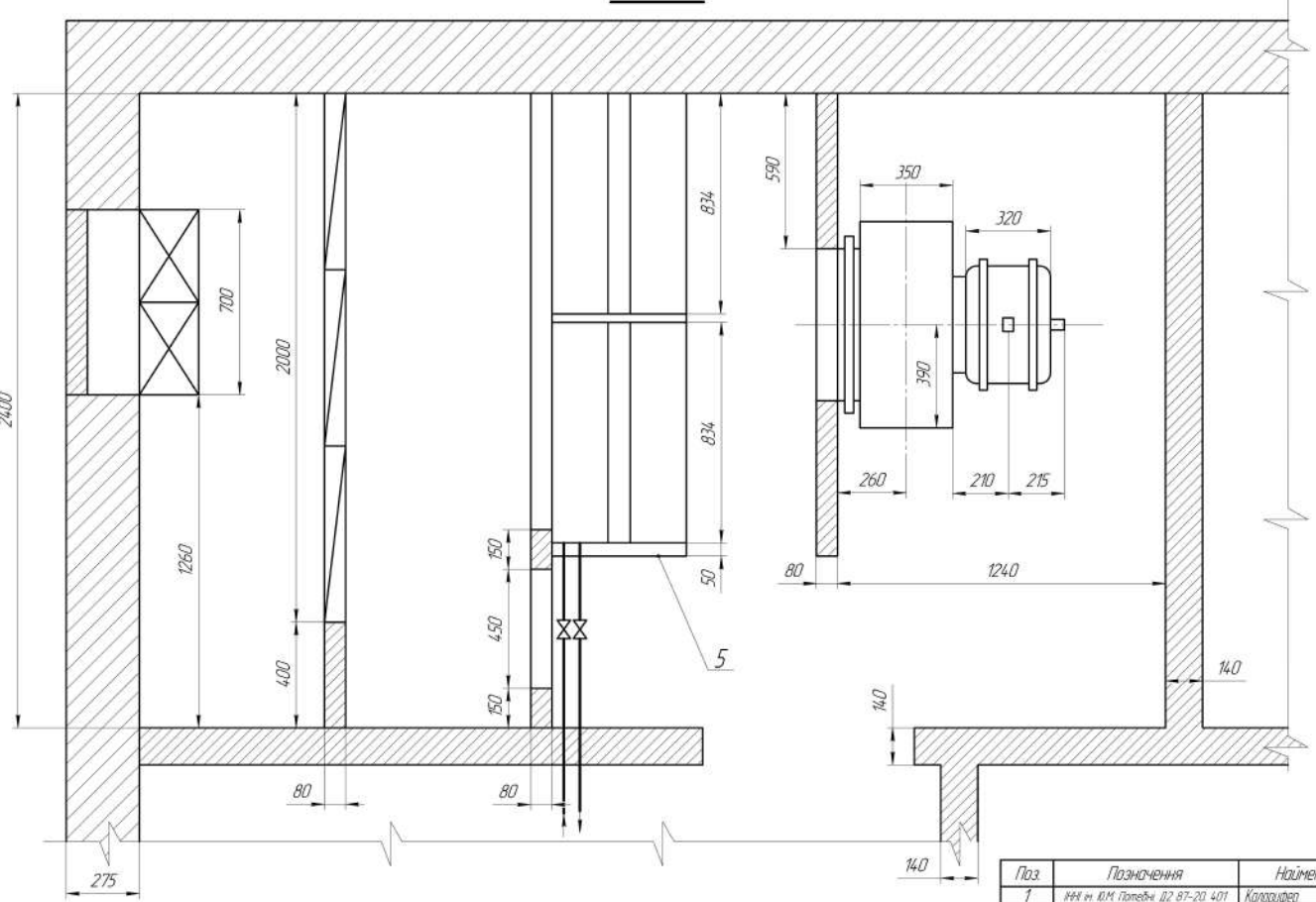
Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Рулони для прокатки	1	
2	Конвеєр подачі ролонів	1	
3	Візок	1	
4	Розміщач та трапильна машина	1	
5	Ножичи	2	
6	Стиклозварювальна машина	1	
7	Тягнути роліки	4	
8	Летильна яма	1	
9	Трапильні роліки	12	
10	Трапильна яма	1	
11	Ванна	2	
12	Установка для сушіння смуги	1	
13	Дискові ножичи	1	
14	Промисловий пристрій для намотки ролівкового туги	1	

				ІННІ ім. Ю.М. Петербі. ДІ 87-20. 300 СХ		
Вид	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Лист
Розроб	Рибаків Е.В.					
Проєк	Мандиба Е.А.					
Констру	Мандиба Е.А.					
Начальн	Беларов К.В.					
Зам.	Колесніченко Г.В.					
				Розробка заводів щодо покращення умов праці в цеху ковальної прокатки		
				Лист	3	Листів
				Апаратно-технологічна складова частини виробничого процесу прокатки дротів		
				Місцевість: одити / надрукувати / зняти / ІННІ ім. Ю.М. Петербі / ЗНД / карт. ІЕ07 / стр. 8.26.30-3		
				Додаток А1		

Лист № 1 з 1



A - A



Лист 4	Лист 1	Лист 2	Лист 3	Лист 4	Лист 5	Лист 6	Лист 7	Лист 8	Лист 9	Лист 10	Лист 11	Лист 12	Лист 13	Лист 14	Лист 15	Лист 16	Лист 17	Лист 18	Лист 19	Лист 20	Лист 21	Лист 22	Лист 23	Лист 24	Лист 25	Лист 26	Лист 27	Лист 28	Лист 29	Лист 30	Лист 31	Лист 32	Лист 33	Лист 34	Лист 35	Лист 36	Лист 37	Лист 38	Лист 39	Лист 40	Лист 41	Лист 42	Лист 43	Лист 44	Лист 45	Лист 46	Лист 47	Лист 48	Лист 49	Лист 50	Лист 51	Лист 52	Лист 53	Лист 54	Лист 55	Лист 56	Лист 57	Лист 58	Лист 59	Лист 60	Лист 61	Лист 62	Лист 63	Лист 64	Лист 65	Лист 66	Лист 67	Лист 68	Лист 69	Лист 70	Лист 71	Лист 72	Лист 73	Лист 74	Лист 75	Лист 76	Лист 77	Лист 78	Лист 79	Лист 80	Лист 81	Лист 82	Лист 83	Лист 84	Лист 85	Лист 86	Лист 87	Лист 88	Лист 89	Лист 90	Лист 91	Лист 92	Лист 93	Лист 94	Лист 95	Лист 96	Лист 97	Лист 98	Лист 99	Лист 100
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------

Поз	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
1	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 401	Калорифер	2	
2	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 402	Рама під калорифери	1	
3	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 403	Електродвигун	1	
<b>ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 400 ЗВ</b>				
4	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 404	Відцентровий вентилятор	1	
5	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 405	Слінка калориферна	1	
6	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 406	Холодильні ґрати	1	
7	ІНН ім. Ю.М.Потебні Д2 87-20. 407	Фільтр	1	

№	Лист	М	Докум	Титул	Дата
Розроб	Рідкоба В.В.				
Проб	Мандиба Е.А.				
Ухвал	Мандиба Е.А.				
Начисл	Бєсєдін М.В.				
Інж	Кокєвич Г.В.				

Розробка заклад шовд поліпшення умов праці в цехі холодильної камери

Міністерство освіти і науки України ІНН ім. Ю.М.Потебні ЗНУ м.п. Дніпро, пр. В.Григор'єва, 110

Система припливної вентиляції, що застосовується в ЦХП

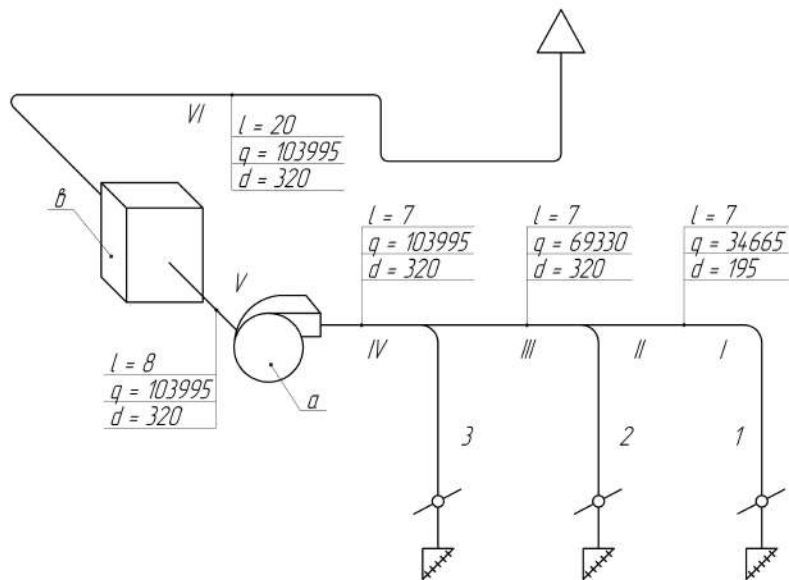
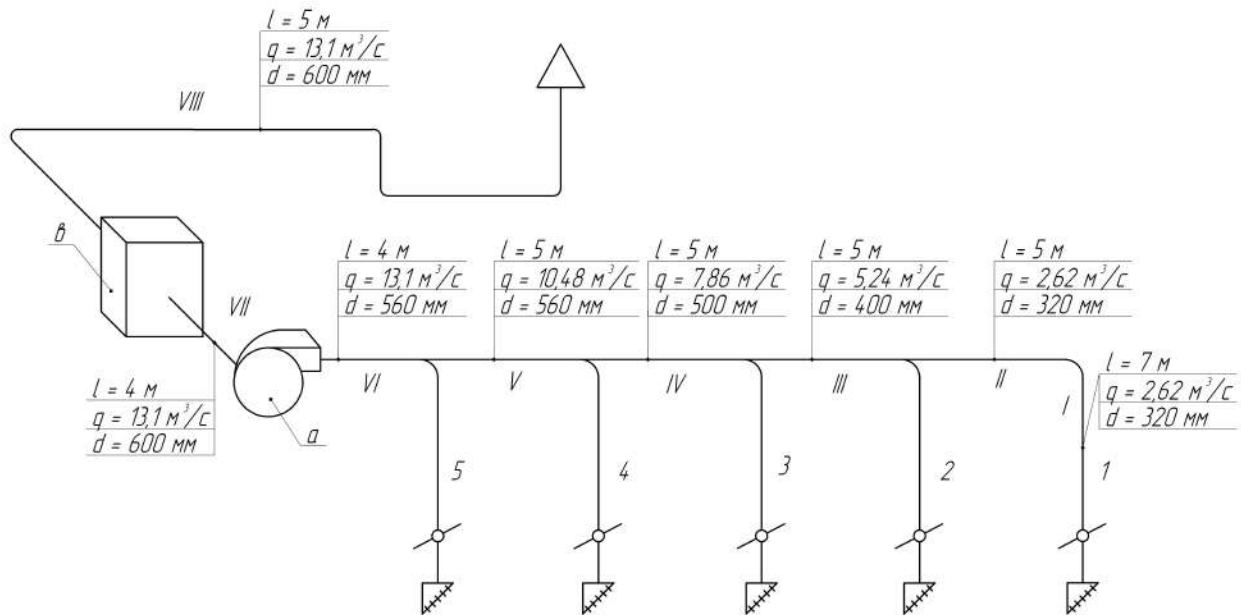
Калорифер

Лист 4 з 1 Листів 10

Масштаб 1:200

Формат А1



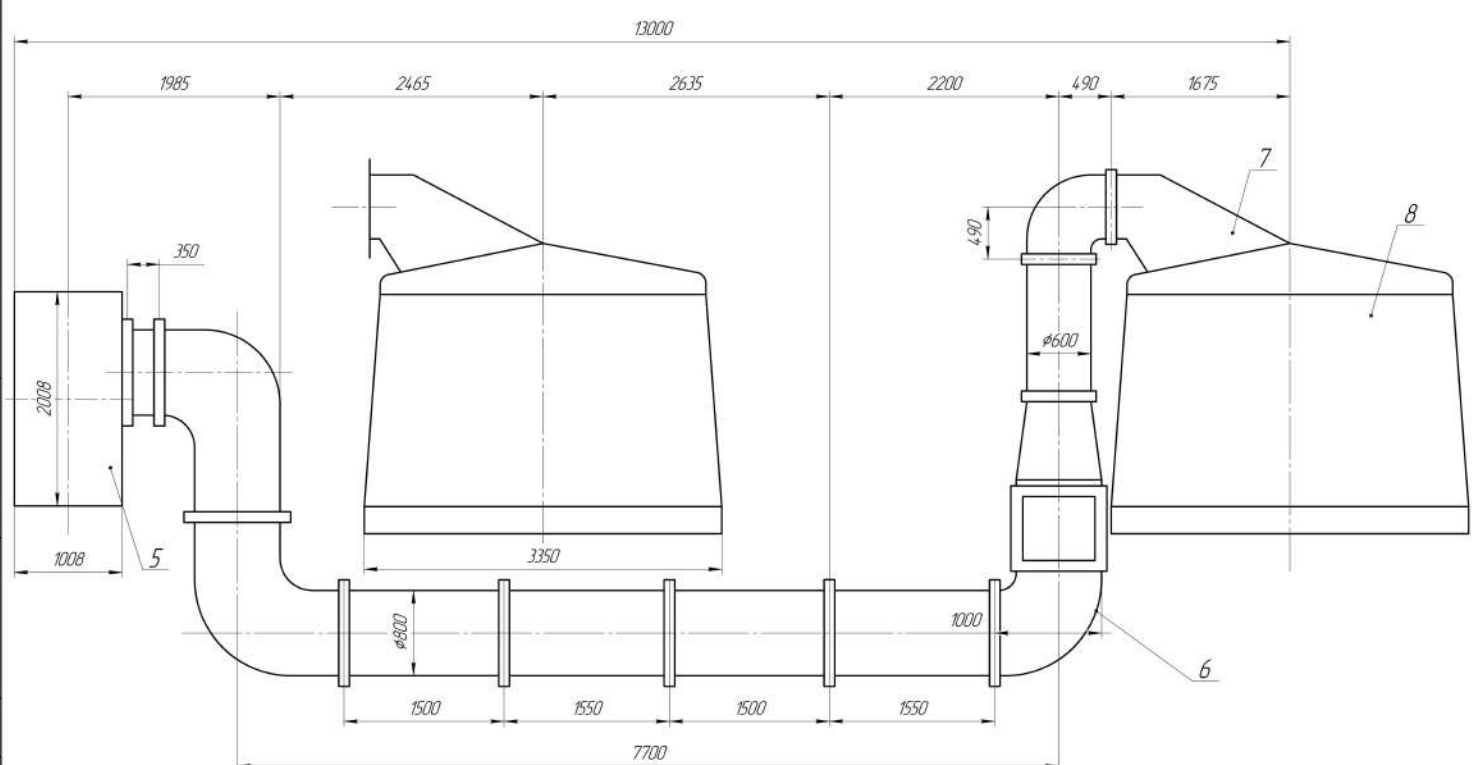
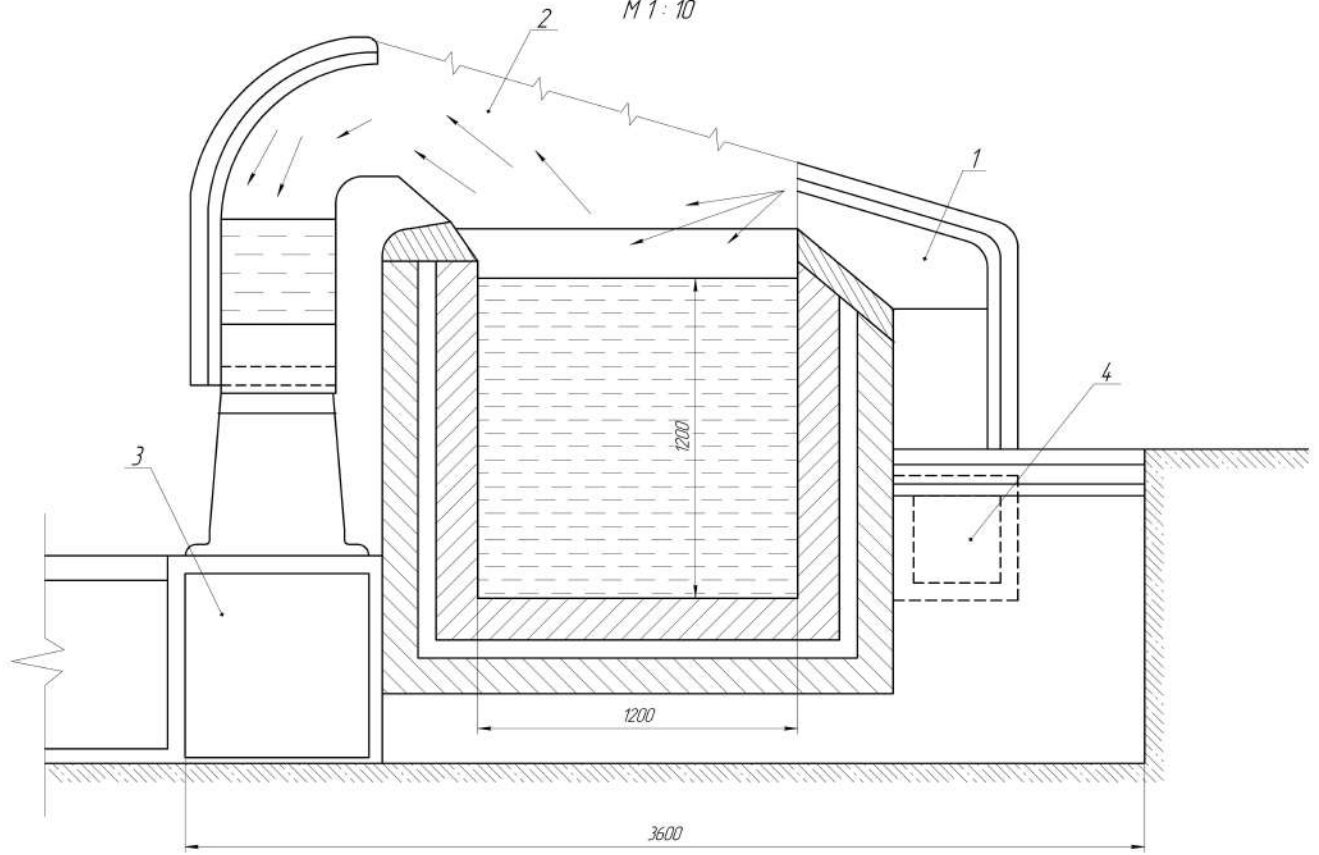


I - VI - ділянки магістрального повітроводу;  
 1 - 3 - відгалуження (відсмоктування від травильних ванн);  
 а - вентилятор;  
 в - фільтр - туманоуловлювач.

				ІННІ ім. Ю.М. Потебні. ДІ 87-20. 500 СХ		
Вид	Лист	№ докум.	Група	Дата	Лист	Масштаб
Розроб	Рубанко Е.В.				125	
Проєкт	Мандиба Е.А.					
Конструктор	Мандиба Е.А.					
Начальник	Беларусь К.В.					
Інженер	Колесніченко Т.В.					
Схеми для аеродинамічного розрахунку витяжної вентиляції					Місцевість: місто Івано-Франківськ	
Логографія					Формат А1	

Поз. 8

M 1:10

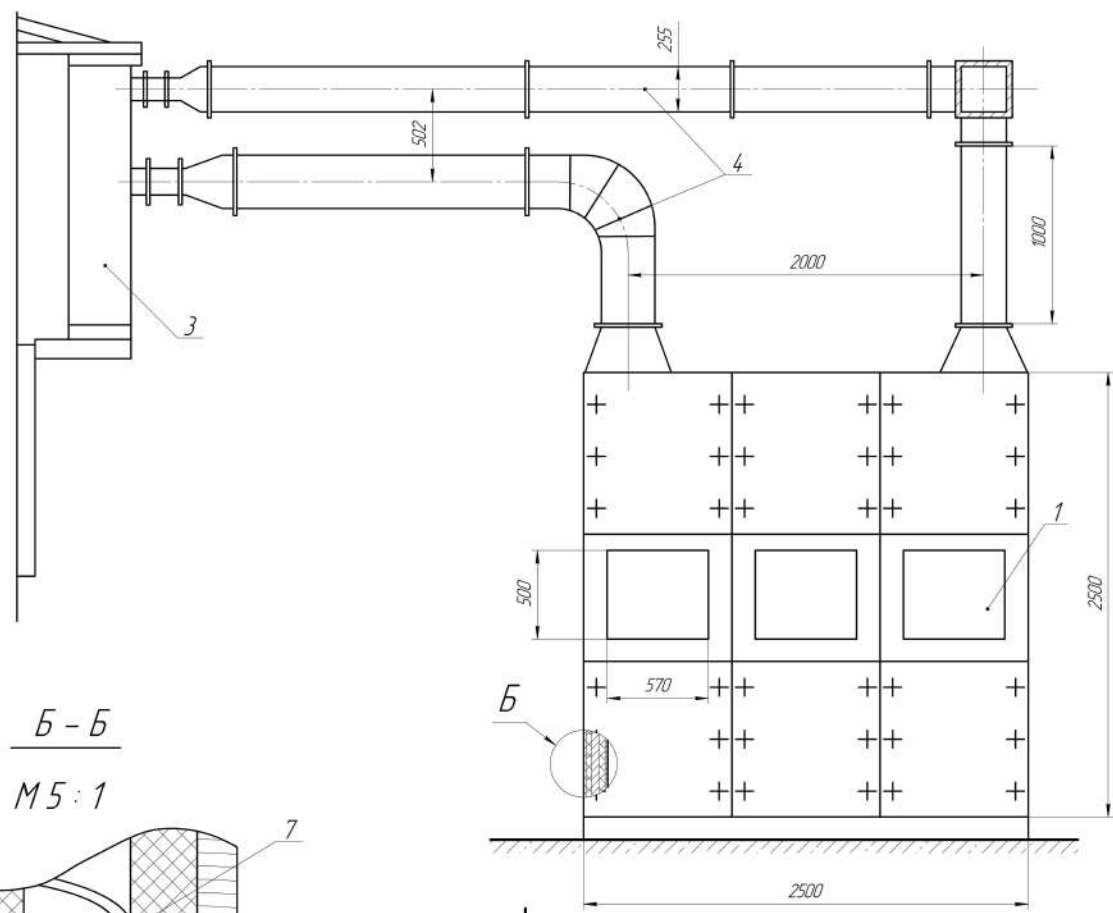


Поз.	Позначення	Найменування	Кільк./Примітка
1	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 601	Биробиди збудовані	3
2	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 602	Биробиди відокремлені з регуляційним пристроєм	3
3	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 603	Залізобетонний відокремлюючий канал	1
4	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 604	Канал для збудовані	3
5	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 605	Вентилятор	3
6	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 606	Підстроєний	3
7	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 607	Зонт	3
8	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 608	Трапляльна ванна	3

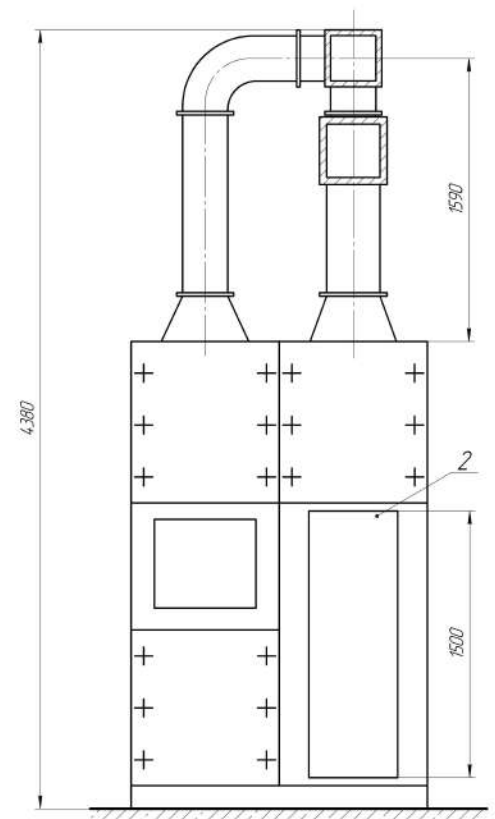
ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 600 ЗВ			
Імен./Лист	М. Докум.	Лист	Шкала
Розроб.	Різдво І.В.		
Проб.	Мандиш Є.А.		
Контр.	Мандиш Є.А.		
Начальн.	Богданів М.В.		
Інж.	Коваленко Г.В.		
Розробка заходів щодо поліпшення умов праці в цехових холодильних камерах		Лист	Масштаб
Система місцевих витяжних вентиляцій в ДНП		Лист	Масштаб
Міністерство освіти і науки України ІНН ім. Ю.М. Потебні		Лист	Масштаб
ЕНУ ім. Д.П. Потебні, пр. В.Телухи, 1		Лист	Масштаб
Корпус		Лист	Масштаб

Лист 1 з 1  
Лист 2 з 2  
Лист 3 з 3  
Лист 4 з 4  
Лист 5 з 5  
Лист 6 з 6  
Лист 7 з 7  
Лист 8 з 8  
Лист 9 з 9  
Лист 10 з 10  
Лист 11 з 11  
Лист 12 з 12  
Лист 13 з 13  
Лист 14 з 14  
Лист 15 з 15  
Лист 16 з 16  
Лист 17 з 17  
Лист 18 з 18  
Лист 19 з 19  
Лист 20 з 20  
Лист 21 з 21  
Лист 22 з 22  
Лист 23 з 23  
Лист 24 з 24  
Лист 25 з 25  
Лист 26 з 26  
Лист 27 з 27  
Лист 28 з 28  
Лист 29 з 29  
Лист 30 з 30  
Лист 31 з 31  
Лист 32 з 32  
Лист 33 з 33  
Лист 34 з 34  
Лист 35 з 35  
Лист 36 з 36  
Лист 37 з 37  
Лист 38 з 38  
Лист 39 з 39  
Лист 40 з 40  
Лист 41 з 41  
Лист 42 з 42  
Лист 43 з 43  
Лист 44 з 44  
Лист 45 з 45  
Лист 46 з 46  
Лист 47 з 47  
Лист 48 з 48  
Лист 49 з 49  
Лист 50 з 50  
Лист 51 з 51  
Лист 52 з 52  
Лист 53 з 53  
Лист 54 з 54  
Лист 55 з 55  
Лист 56 з 56  
Лист 57 з 57  
Лист 58 з 58  
Лист 59 з 59  
Лист 60 з 60  
Лист 61 з 61  
Лист 62 з 62  
Лист 63 з 63  
Лист 64 з 64  
Лист 65 з 65  
Лист 66 з 66  
Лист 67 з 67  
Лист 68 з 68  
Лист 69 з 69  
Лист 70 з 70  
Лист 71 з 71  
Лист 72 з 72  
Лист 73 з 73  
Лист 74 з 74  
Лист 75 з 75  
Лист 76 з 76  
Лист 77 з 77  
Лист 78 з 78  
Лист 79 з 79  
Лист 80 з 80  
Лист 81 з 81  
Лист 82 з 82  
Лист 83 з 83  
Лист 84 з 84  
Лист 85 з 85  
Лист 86 з 86  
Лист 87 з 87  
Лист 88 з 88  
Лист 89 з 89  
Лист 90 з 90  
Лист 91 з 91  
Лист 92 з 92  
Лист 93 з 93  
Лист 94 з 94  
Лист 95 з 95  
Лист 96 з 96  
Лист 97 з 97  
Лист 98 з 98  
Лист 99 з 99  
Лист 100 з 100

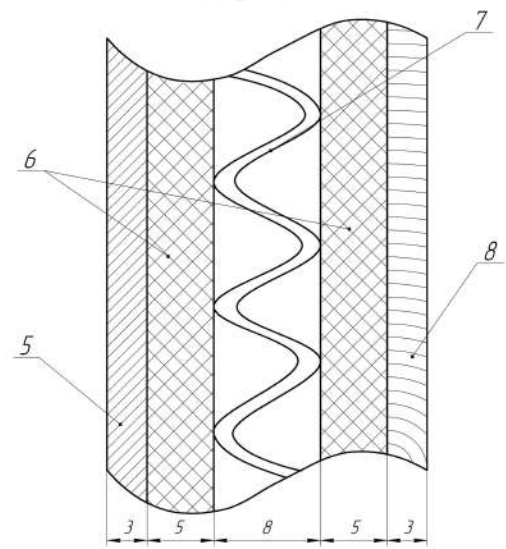
A - A



A - A



B - B  
M 5 : 1

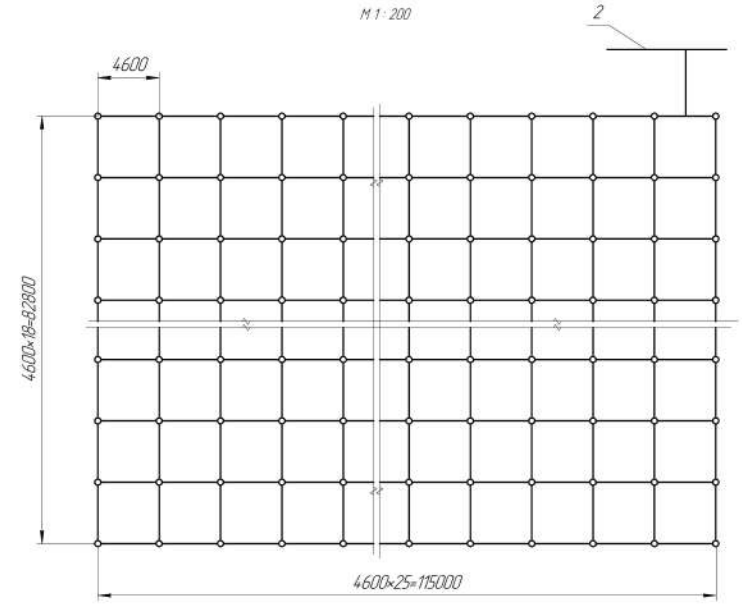
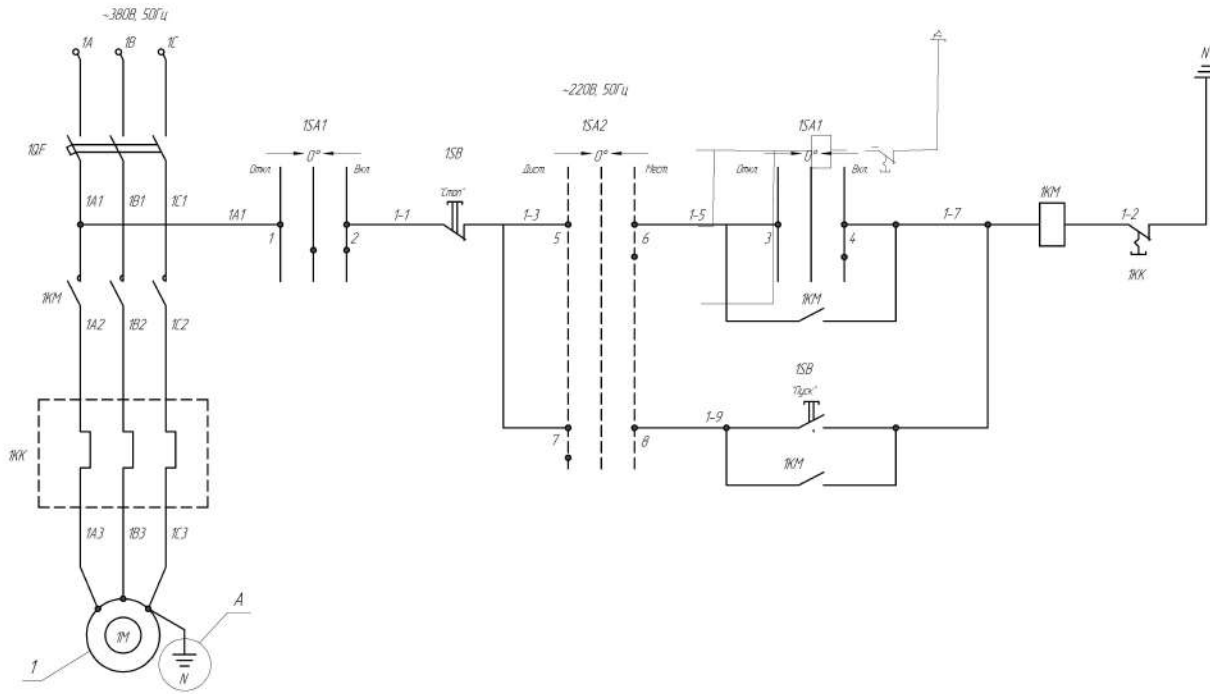


Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Вікно	1	
2	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Двері	1	
3	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Кондиціонер	1	
4	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Побитраправід	2	
5	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Алюмінієвий лист	1	
6	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Суша шпакатурка	2	
7	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Листи азбестиферу	1	
8	ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700	Плита ДВП	1	

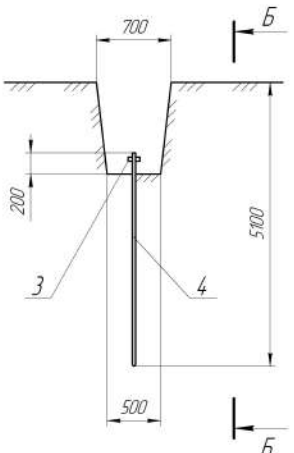
ІНН ім. Ю.М. Потебні ДЗ 87-20 700 ОВ				Лист	Масштаб
Вид	Лист	№ докум.	Прод.	Дата	
Розроб.	Рибаків Е.В.				
Проєкт.	Мандиш Е.А.				
Конструктор	Мандиш Е.А.				
Начальник	Беларусь К.В.				
Інженер	Колесніченко Т.В.				
Звукоізоляційний пост управління				Лист	1 / 1
Розробка заводів щодо покращення умов праці в цехах заводів працотехні				Відп.	1:100
Місцевість: одиту / мірку				Листів	20
Число: ІНН ім. Ю.М. Потебні					
ЗНА кар. 1:1001 пр. 8.26.30-3					
Додаток					
Формат					

ВИД А

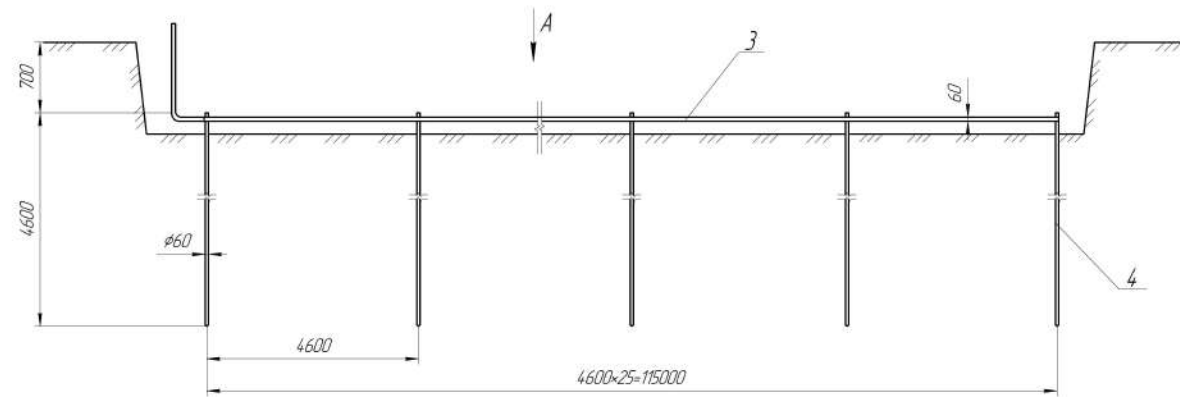
М 1 : 200



А



Б - Б  
М 1 : 25



Перелік електроустаткування					
Поз.	Найменування	Тип	Техн. дан.	Кіл.	Прим.
ІСВ, ІСВ	Вимикач автоматичний	ВА 51-33	$I_n = 63A$ $I_c = 380B$	2	
ІСМ, ІСМ	Пускан магнетичний неперервний 5-ї величини з тепловим реле	ПММ-520104	$I_n = 60A$ $I_c = 220B$	2	
ІСР, ІСР	Реле електромагн.	Р1А-2059	$I_n = 47-66A$ $I_c = 380B$	2	
ІСА1, ІСА2	Перемикач універсальний			2	
ІСА1, ІСА2	Перемикач універсальний			2	
	Кабельний пост управління	КПЧБ-21121-5452		2	
ІСВ-пуск	Кнопка управління	КЕ-081			
ІСВ-пуск	исп.2, тиж. "ч", "Пуск"	КЕ-081			
ІСВ-стат	Кнопка управління исп.2	КЕ-081			
ІСВ-стат	исп.2, тиж. "к", "Стоп"	КЕ-081			

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20 801	Електроустановка	2	
2	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20 802	Внутрішній контур заземлення	1	
3	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20 803	Сполучна шпилька	1	
4	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20 804	Заземлювач	450	
5	ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20 805	Схеда кріплення	18	

ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20 800 СХ

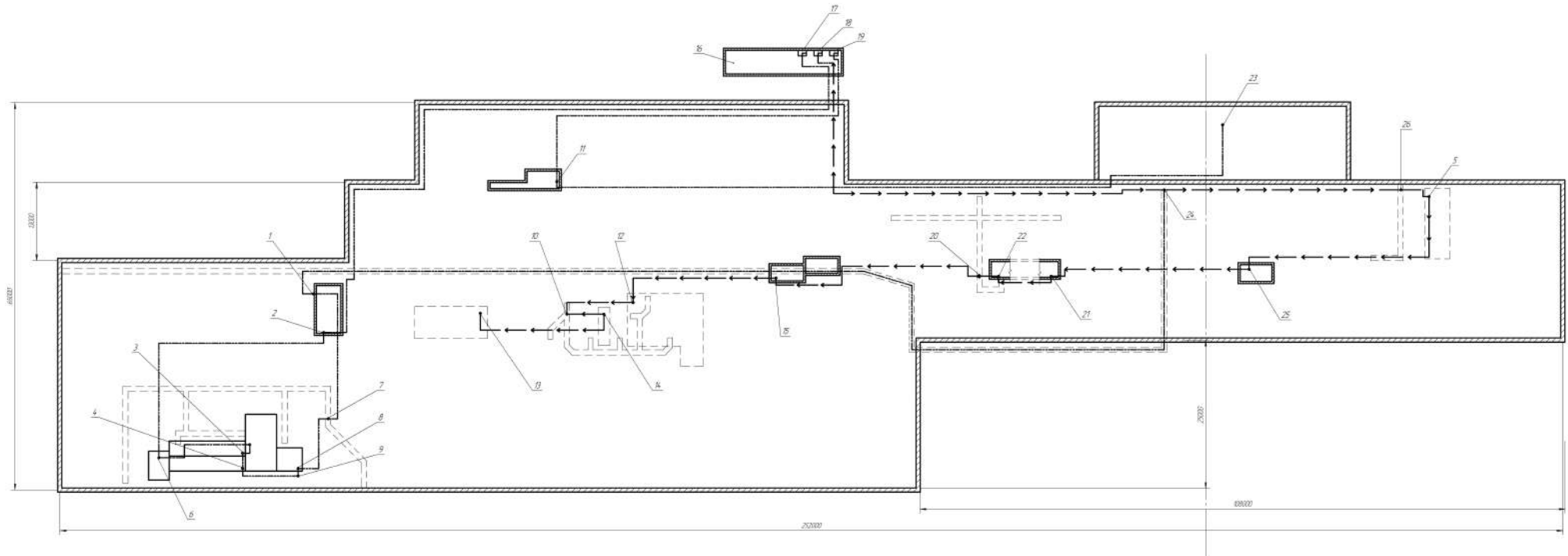
Ім'я	Діст.	М. розробки	Підпис	Дата	Лист 8	Листів 10
Розроб.	Суботка В.В.				8	10
Перевір.	Потебня Е.А.					
Конструктор	Потебня Е.А.					
Начальн. від.	Богданов І.В.					
Мет.	Коваленко Г.Б.					

Розробка засвідчена підписанням упов. пров. в.с.м.м. молодшої проєкту.

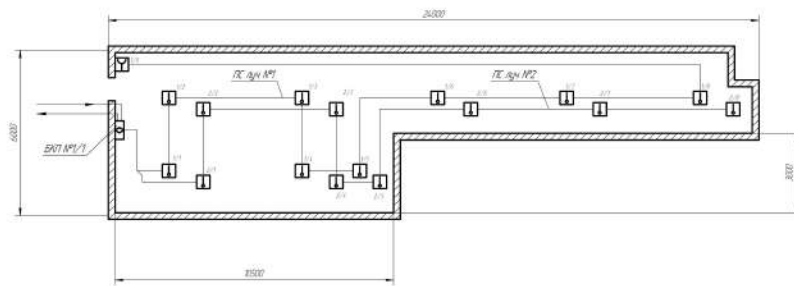
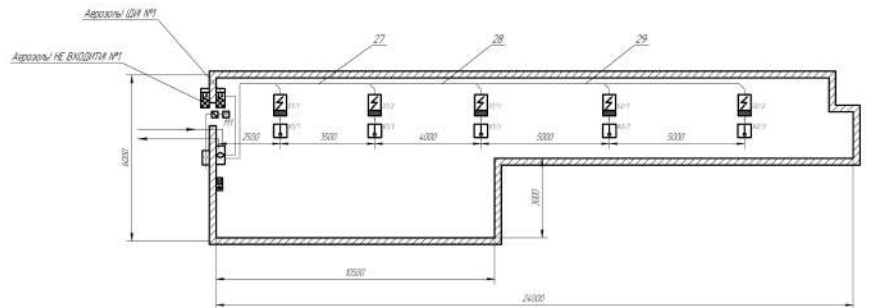
Схеда загальної заземлення електрообладуваної станції 2800

Масштаб: 1:25

Лист 8 з 10



П03.11  
М 1: 1000



1	2	3	4	5
15	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 915	Машинный зал обработки аппаратуры АТР-3 (АТК)	1	
16	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 916	АБК (АТ)	1	
17	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 917	"Альта 2000" №3	1	
18	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 918	"Альта 2000" №2	1	
19	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 919	"Альта 2000" №1	1	
20	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 920	Кабельный туннель п/ст Ж (направление ПТ №1)	1	
21	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 921	Трансформаторная камера №2 п/ст Ж (направление ПТ №6)	1	
22	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 922	Трансформаторная камера №1 п/ст Ж (направление ПТ №7)	1	
23	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 923	Лобовый щитовый стелаж 2800 (направление ПТ №2)	1	
24	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 924	Кабельный туннель АТР (направление ПТ №27)	1	
25	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 925	Машинный зал АТР-2 (направление ПТ №5)	1	
26	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 926	Кабельный туннель СН-Ю (направление ПТ №3)	1	
27	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 927	Направление ПТ №1	1	
28	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 928	Линия запусков №1	1	
29	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 929	Линия запусков №2	1	

Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	2	3	4	5
1	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 901	Кабельный туннель Т1 в/дск №1 №2 №3 (направление ПТ №2, №3, №5, №6)	1	
2	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 902	Машинный зал для кабельных лобовых щитов №3 (направление ПТ №5, №6)	1	
3	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 903	Технический аппарат шифрования лобов. в/дск №3 (направление ПТ №5)	1	
4	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 904	Технический аппарат шифрования лобов. в/дск №2 (направление ПТ №2)	1	
5	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 905	Масштабный стелаж 2800 (направление ПТ №4)	1	
6	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 906	Насосно-кислородный клапанный технологический №2 (направление ПТ №7)	1	
7	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 907	Кабельный туннель Т2 в/дск №5 (направление ПТ №2)	1	
8	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 908	Насосно-кислородный клапанный технологический №1 (направление ПТ №2)	1	
9	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 909	Технический аппарат шифрования лобов. в/дск №1 (направление ПТ №2)	1	
10	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 910	Кабельный туннель Т3 в/дск №4 (направление ПТ №2)	1	
11	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 911	Машинный зал аппаратуры запусков №3 (направление ПТ №3)	1	
12	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 912	Технический аппарат шифрования лобовых в/дск №1 №2 (направление ПТ №3, №1)	1	
13	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 913	Промышленный фильтр "Маномат" (направление ПТ №6)	1	
14	ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 914	Насосно-кислородный клапанный технологический №3 (направление ПТ №3)	1	

ИИИ м. ЮИ/Помебн. Д2 87-20 900 3В		
Лист	Листа	Листов
1	1	1350

Имя	Фамилия	Подпись	Дата
Разработчик	Рылова В.В.		
Проверенный	Мельникова Е.А.		
Конструктор	Мельникова Е.А.		

Исполнитель	Содержание	Исполнитель
Исполнитель	Выполнение работ по автоматической подаче сигнализации при аварийном повреждении	Исполнитель



