Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім Ю.М. Потебні

(назва факультету)

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(перший (бакалаврський) рівень)

на тему «Розробка системи знешкодження стічних вод цеху гарячого прокату»

Виконала: студентка 4 курсу, групи 6.1831-з

Ольшанська С.І.

(ПІБ) (підпис)

спеціальності

183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

Технології захисту навколишнього середовища

(шифр і назва)

Керівник Вагін А.В.

(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2025 року

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

Кафедра *металургійних технологій, екології та техногенної безпеки*

Рівень вищої освіти *перший бакалаврський рівень*

Спеціальність *183 Технології захисту навколишнього середовища*
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма *Технології захисту навколишнього середовища*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *МТЕТБ*
Ю.О. Бєлоконь
«12» 05 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ) СТУДЕНТУ

Ольшанська Софія Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка системи знешкодження стічних вод цеху гарячого прокату
керівник роботи (проєкту) Вагін Андрій Вікторович, к.ф.-м.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджена наказом вищого навчального закладу від «27»12 2024 року № 2031-с

2. Строк подання студентом роботи (проєкта) 12.05.2025

3. Вихідні дані до роботи (проєкта) стічна вода, у кількості 4700 м^3/год, C_0=800 мг/л; $C_к$=300 мг/л, питома витрата стічних вод на один відстійник q_0 = 1,1 м^3/м^2·год.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) реферат, вступ, загальна частина, спеціальна частина, охорона праці та техногенна безпека, висновки, список використанних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) презентаційний матеріал, 14 слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	Вагін А.В., доцент	
Розділ 2	Вагін А.В., доцент	
Розділ 3	Вагін А.В., доцент	
Нормоконтроль	Вагін А.В., доцент	

7. Дата видачі завдання 10.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	до 17.02.2025	
2	Реферат	до 24.02.2025	
3	Розділ 1	до 10.03.2025	
4	Розділ 2	до 14.04.2025	
5	Розділ 3	до 31.05.2025	
6	Висновки	до 12.05.2025	

Здобувач _____ Ольшанська С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ Вагін А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка системи знешкодження стічних вод цеху гарячого прокату»: 63 стор., 1 табл., 9 рис., 15 джерел.

ПРОКАТ, ЗНЕШКОДЖЕННЯ, ОКАЛИНА, СТІЧНІ ВОДИ, ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ ВІДСТІЙНИК, ЗЕРНИСТИЙ ФІЛЬТР, НАСОС, ЗРОШУВАЧІ, ОХОЛОДЖЕННЯ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи знешкодження стічних вод цеху гарячого прокату.

У першому розділі розглянуто опис технологічного процесу гарячої прокатки, водопостачання цеху гарячого прокату, охолодження валків станів гарячої прокатки, роликів, рольгангів та пилок гарячого та холодного різання, системи водопостачання машинних залів прокатних цехів, характеристику стічних вод цеху гарячого прокату, існуючі способи очищення стічних вод цеху гарячого прокату.

У другому розділі наведено опис схеми очищення води прийнятої у кваліфікаційній роботі. Виконано розрахунки: апаратів та споруд з очищення стічних вод, перерахунок витрат, ями для окалини, горизонтального відстійника, відкритого зернистого фільтра, висотної схема очисних споруд. Виконано підбір насосного обладнання та приймальних резервуарів.

У розділі «Охорона праці та техногенна безпека» було розглянуто прокатне виробництво як пожежо- та вибухонебезпечний об'єкт. Охарактеризували ділянки прокатного цеху з погляду пожежної небезпеки. Наведено застосовувані та необхідні протипожежні заходи для прокатного виробництва, а також описані засоби гасіння пожеж, що застосовуються на різних ділянках технологічного процесу прокатки. Виконано розрахунок гасіння пожежі в маслопідвалі прокатного цеху.

Зміст

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 7

1.1 Опис технологічного процесу гарячої прокатки . . . 7

1.2 Водопостачання цеху гарячого прокату 9

1.3 Характеристика стічних вод цеху гарячого прокату . . 15

1.4 Існуючі способи очищення стічних вод цеху гарячого прокату 17

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 25

2.1 Опис схеми очищення води прийнятої у кваліфікаційній роботі 25

2.2 Розрахунок апаратів та споруд з очищення стічних вод . . 26

2.2.1 Перерахунок витрат 26

2.2.2 Розрахунок ями для окалини 32

2.2.3 Розрахунок горизонтального відстійника 33

2.2.4 Розрахунок відкритого зернистого фільтра . . . 36

2.3 Висотна схема очисних споруд 43

2.4 Підбір насосного обладнання 44

2.5 Підбір приймальних резервуарів 45

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА . . 46

3.1 Основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори . . 46

3.2 Заходи зі зниження шкідливих та небезпечних факторів . 50

3.3 Засоби гасіння пожеж на ділянках прокатного виробництва . 54

3.4 Розрахунок кількості зрошувачів для гасіння пожеж . . 56

ВИСНОВКИ 61

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ 62

ВСТУП

В даний час все більша увага приділяється розширенню сортаменту та покращенню якості прокату. Останнім часом частка листового прокату у загальному обсязі продукції прокатних цехів безперервно підвищувалася, що спричинено швидким розвитком машинобудівної, електротехнічної та інших галузей промисловості. Розвиток виробництва листового прокату йде шляхом будівництва широкосмугових високошвидкісних станів. В даний час експлуатується ряд таких станів зі швидкостями прокатки, що досягають 20-23 м/с. Потреба в листовому прокаті зросте, що визначає випереджаюче зростання виробництва порівняно із сортовим прокатом. Виробництво сортового прокату буде розвиватися головним чином шляхом освоєння нових економічних профілів, до яких відносяться: широкополочні двотаврові балки, спеціальні фасонні профілі високої точності з постійним та періодичним поперечним перерізом та ін.

Однією з головних завдань, що стоять перед прокатним виробництвом, є підвищення якості сортового та листового прокату шляхом додаткової обробки за допомогою термічного та термомеханічного зміцнення, а також нанесення різних покриттів.

Прискорений розвиток прокатного виробництва спричинив різке збільшення витрат води, необхідних для охолодження обладнання та продукції, що призвело до появи нових видів забруднень (технологічні мастила при гарячій прокатці листа та сорту), що надходять у стічні води, зміні хімічного складу та фізико-хімічних характеристик забруднень (окалини), посилення вимог до якості охолоджувальної води, тощо [1]. Тому головним завданням кваліфікаційної роботи є розробка та розрахунок очисних спруд оборотної схеми водопостачання цеху гарячого прокату.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологічного процесу гарячої прокатки

Технологічний процес прокатки є завершальною стадією металургійного виробництва. Більшість сталі, що виплавляється, проходить прокатку. Вихідним матеріалом для прокатки є зливки з квадратним або прямокутним поперечним перерізом. Кінцеву продукцію складає прокат різного сортаменту та призначення: рейки, балки, швелери, кутова кругла та квадратна сталь, смуги, товста та тонка листова сталь, профілі спеціального призначення.

Технологічний процес прокатки сортової сталі складається з двох стадій – прокатка зливка у напівпродукт (заготівлю) та прокатка напівпродукту у готовий прокат. Прокатку великих зливків ведуть на потужнихобтискних станах – блюмінгах. Продукцією блюмінгу є блюм перетином від 200×200 до 350×350мм. Для отримання дрібної заготівлі використовують заготівельні стани.

Виробництво листової сталі також складається з двох стадій: прокатка зі зливків заготівок – слябів та прокатка зі слябів листів. Сляби прокочують на сильних обтискних станах – слябінгах, також на блюмінгах.

Прокатне виробництво характеризується наявністю станів гарячої та холодної прокатки. Більшість профілів металу може бути отримана тільки з нагрітого металу, у зв'язку з чим велике поширення набула гаряча прокатка. Значне місце у обсягу виробленого прокату займає листопрокатне виробництво.

Основними операціями технологічного процесу гарячої прокатки є: підготовка вихідного матеріалу до прокатки; нагрівання вихідного матеріалу прокаткою; прокатка; обробка, що включає різання, охолодження, редагування, видалення поверхневих дефектів та ін.

Підготовка вихідних матеріалів перед прокаткою полягає у видаленні

різних поверхневих дефектів, що призводять до браку готової продукції. Видимі дефекти вирубують пневмозубилами або випалюють кисневими різаками (вогнева зачистка). Перед прокатуванням блюми, сляби та заготівки нагрівають у рекуперативних металургійних тризонних печах, що працюють на суміші коксового та доменного газів або на природному газі. Основна операція при прокатці – пластична деформація, яка відбувається у валках, що обертаються, які є основним робочим інструментом кожного стану. Валки обертаються у підшипниках, встановлених у робочій кліті. Привід валків здійснюється електродвигуном через проміжні передавальні механізми та пристрої. Охолодження валків є першорядним завданням проходження технологічного процесу. Крім основної операції на прокатному стані виконуються різноманітні допоміжні операції: транспортування вихідних матеріалів до робочої кліті, кантування під час прокатки, прибирання після прокатки, різання, правка тощо. Обладнання, на якому виробляють допоміжні операції, також потребує обов'язкового охолодження.

Готову продукцію сортового прокату, профілі загального призначення та спеціального випускають сортопрокатні стани, які умовно поділяють на рельсобалочні стани, велико-, середньо- та дрібносортні та дротяні. Крупносортні та рельсобалочні стани часто складаються з чотирьох клітей, розташованих у дві лінії, середньосортні стани ливарного типу зазвичай складаються з п'яти клітей, розташованих у дві лінії. Робочі кліті дрібносортних станів розташовані у дві-три лінії. Оздоблювальні операції (охолодження, різання, редагування, термічна обробка, видалення поверхневих дефектів) при виробництві сортового прокату виконують на обладнанні, встановленому в потоці технологічного процесу.

Головною тенденцією у розвитку листопрокатних станів є будівництво широкосмугових станів напівбезперервного та безперервного типів. Сучасні листові стани складаються з двох груп робочих клітей: чорнової та чистової, розташованих послідовно одна за одною. Перед чорновою групою встановлюються окалиноламателі з горизонтальними та вертикальними

валками, що забезпечують механічне зламування первинної окалини, не втискуючи її в метал. Перед чистовими клітями встановлюється чистовий окалиноломатель, що зламує вторинну окалину. Крім механічного зламування окалини за допомогою валків окалиноломателей, для її видалення застосовують воду високого тиску – гідрозбив окалини. Частина продукції безперервних листових станів як листів піддається обробці у цеху; значна кількість смуг, змотаних у рулони, прямує на стани холодної прокатки для подальшого переділу. Порівняно невелика частина гарячепрокатаної смуги в рулонах є товарною продукцією. Для обробки листів у цеху гарячої прокатки встановлюються агрегати різання, термічної обробки, травлення, плавки, дресирування та промаслювання [2].

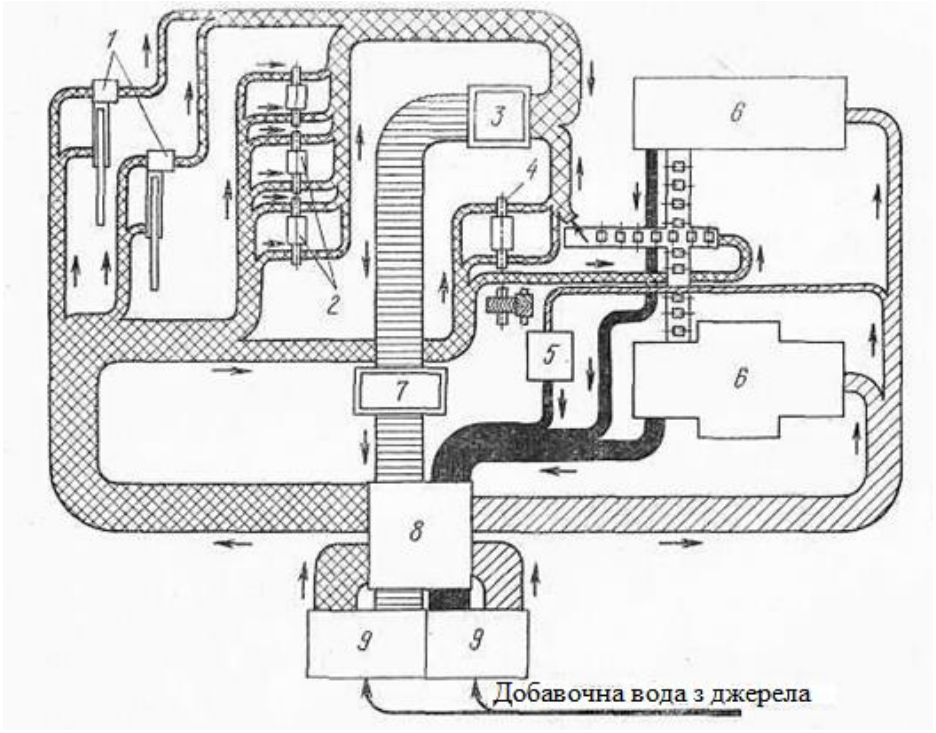
1.2 Водопостачання цеху гарячого прокату

У цехах гарячого прокату вода використовується для охолодження елементів нагрівальних печей (балок, водяних затворів, глісажних труб, засувок, заслінок), охолодження обладнання стану (валків і підшипників валків, рольгангів, роликів, повітроохолоджувачів, електрообладнання, мастильних пристроїв), охолодження смуги у групі чистових клітей, для гідрозбиву та для гідрозмиву окалини [2].

У всіх нових та реконструйованих прокатних цехах застосовується лише оборотне водопостачання (рис. 1.1). При цьому незабруднені води піддають лише охолодженню, а води, забруднені окалиною та олією, – відстоюванню і потім охолодженню [3].

Охолодження валків станів гарячої прокатки, роликів, рольгангів та пилок гарячого та холодного різання. Ці водоспоживачі особливих вимог до води не висувають. Зазвичай подається оборотна вода брудного оборотного циклу окалиновмісних стоків, що пройшла двоступінчасте очищення у відстійниках і охолоджена на градирні. Враховуючи, що температурний перепад очищеної води, що подається, і відведених стічних вод дуже

невеликий і коливається в межах 1-4 °С, часто на градирню подається тільки частина очищеної води, що скорочує розміри водоохолоджувальних пристроїв. Нормальна температура охолодженої води для водоспоживачів прокатних цехів може бути прийнята 28-30 °С і у окремих випадках може підніматися до 35 і навіть 40 °С.



1 – ножиці; 2 – прокатні кліті; 3 – первинний відстійник (яма для окалини); 4 – обтискна кліть; 5 – маслоохолоджувач; 6 – нагрівальні печі; 7 – вторинний відстійник; 8 – насосна станція оборотної води; 9 – охолоджувач оборотної води

Рисунок 1.1 – Схема оборотного водопостачання прокатного цеху

Оброблена вода після пилок, валків, станів, роликів рольгангів зливається в лотки і використовується для гідравлічного транспортування окалини.

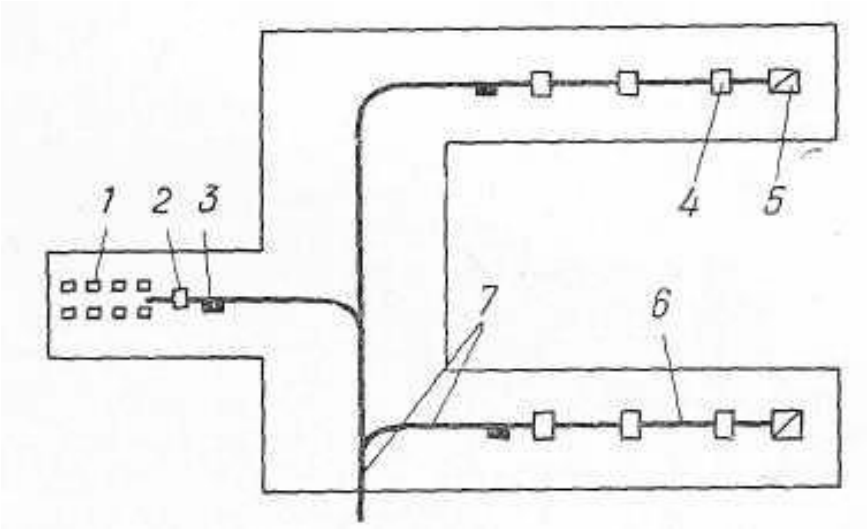
Пристрої для гідрозбиву окалини розташовують біля прокатних станів гарячої прокатки. Метал, що надходить на прокатний стан з нагрівальних печей або колодязів, в процесі нагрівання окислюється і покривається шаром

окалини. Завданням гідрозбиву є видалити з металу цей шар окалини. Одним із рішень цього питання є збиття окалини струменем води з тиском 100-200 ат. Вимоги до якості води пред'являються лише за кількістю суспензій, що містяться в ній. Вимог до кількості завислих речовин у воді, що подається на гідрозбив окалини, заводи-постачальники обладнання не мають. Виходячи з того, що при великому тиску будуть великі швидкості руху води в трубопроводах та соплах, технологи вимагають подати цим водоспоживачам чисту технічну воду, що використовується для охолодження печей. Вода після гідрозбиву окалини стікає під табір і змішується з окалиновмісними стоками. Якщо на гідрозбив окалини подати воду, що пройшла печі, то вийде переповнення брудного зворотного циклу, що небажано. Найбільш доцільно подавати на гідрозбив окалини оборотну воду брудного оборотного циклу окалиновмісних стоків, попередньо відфільтровану на фільтрах.

У процесі прокатки окалина випадає як під станом, так і під рольгангами, в нагрівальних печах і під холодильниками. Найбільша кількість окалини випадає під станами і на ділянці рольганга від нагрівальних печей до стану. На цих ділянках випадає найбільша окалина. Видалення цієї окалини може бути здійснено різними методами: вручну під час зупинки стану, механічними пристроями або гідравлічним шляхом. У переважній більшості випадків застосовується гідравлічний транспорт окалини – гідрозмив (рис.1.2).

Схема роботи гідрозмиву окалини наступна: окалина падає в лотки під рольгангами та станом. У ці ж лотки стікає вода від охолодження станів та рольгангів і самопливом транспортує окалину по лотках у первинний відстійник. Для дрібносортних прокатних станів іноді первинний відстійник не ставлять, і окалиновмісні стоки самопливом або через станцію перекачування подаються відразу у вторинний відстійник або гідроциклон. На ділянки лотків під рольгангами, якими не протікає вода, що скидається від охолодження обладнання, додатково подається вода спеціально для змиву окалини. Вода, що подається на змив окалини, може бути будь-якої якості.

Вона подається або з брудного оборотного циклу окалиновмісних стоків (та сама, що і на охолодження валків станів) або відразу після первинного відстійника без подальшого очищення та охолодження.



1 – нагрівальні колодязі; 2 – кліть блюмінгу; 3 – яма для окалини; 4 – кліті прокатних станів; 5 – нагрівальні печі; 6 – рольганги; 7 – лотки для гідрозмиву окалини

Рисунок 1.2 – Принципова схема гідрозмиву окалини у прокатному цеху

При подачі води після первинного відстійника значно скорочуються габарити та вартість споруд обігового циклу.

Витрата води на змив окалини визначається з розрахунку від 5 до 15 кг окалинина 1 м^2 води залежно від крупності окалини. Швидкість протоку води по лотках при змиві окалини становить від 15 до 25 м/с. В окремих випадках при змиві дрібної окалини швидкість протоки може бути прийнята 1,3 м/с і навіть до 1 м/с.

Для ділянок лотків, особливо призначених тільки для змиву окалини з-під рольгангів і холодильників, на які не надходить вода від охолодження обладнання, найчастіше розрахункова витрата води на змив окалини диктується не кількістю окалини, а необхідністю отримання в лотку

необхідної для змиву окалини швидкості протоки і необхідного мінімального його наповнення.

З метою скорочення витрати води на змив окалини останнім часом стали застосовувати періодичний змив окалини. Для цього встановлюють низку сифонних бачків у тупикових ділянках лотків, на наповнення яких подають воду з невеликою постійною витратою.

При заповненні бачка заряджається сифон і весь об'єм бачка за короткий проміжок часу спорожняється в лоток для змиву окалини. Таким чином, досягається періодичність змиву окалини великою кількістю води з великими швидкостями при невеликій середньогодинній витраті.

Лотки змиву окалини необхідно прокладати в прохідних тунелях, щоб забезпечити можливість їх обслуговування та прочищення. На тих ділянках, де в лотки зсипається окалина, прохід поруч із лотком захищається залізобетонними або металевими козирками, що направляють окалину в лотки.

Для ***охолодження підшипників прокатних станів*** машинобудівні заводи вимагають подачі чистої води, що не містить завислих речовин, оскільки вони можуть пошкодити поліровану шийку валків.

На деяких заводах на охолодження підшипників подається вода з брудного оборотного циклу, і підшипники при цьому працюють задовільно, проте, безумовно, переведення на чисту воду покращить роботу підшипників і збільшить термін роботи валків між ремонтами.

Конструкція станів, що випускаються машинобудівними заводами, передбачає скидання відпрацьованої води від охолодження підшипників під стан, де вона змішується з брудною водою.

Подача чистої води на охолодження підшипників створює дисбаланс води у брудному зворотному циклі. Тому раціональнішим рішенням буде подача на підшипники води брудного оборотного циклу, відфільтрованої на напірних або безнапірних фільтрах. Ці фільтри можна встановити у насосній

станції оборотного циклу або в цеху. В останньому випадку вода від промивання фільтра може бути скинута в лотки для змиву окалини.

Система ***водопостачання машинних залів*** прокатних цехів складається із двох частин:

1) охолодження ртутників чи тиристорів.

Ця частина системи працює за внутрішнім замкнутим зворотним циклом дистильованої води з охолодженням її в теплообміннику технічною водою;

2) охолодження повітря та олії в повітроохолоджувачах та маслоохолоджувачах технічною водою.

Витрата води на охолодження повітря перед надходженням його в двигун для охолодження останнього є одним із найбільших витрат води у прокатних цехах.

Згідно з вимогами заводів-виробників електрообладнання максимальна температура води, що подається на охолодження повітря, повинна бути не вище 28°С, а вміст завислих речовин в ній не вище 5-10 мг/л. Але, як правило, практично використовується технічна вода із заводського водогону, причому в окремі періоди температура досягає 30 °С.

При витратах води на охолодження повітря, що задаються машинобудівними заводами, температурний перепад охолоджувальної води до і після повітроохолоджувачів становить від 1,5 до 4 – 6 °С.

Для забезпечення водою масло- та повітроохолоджувачів машинних залів прокатних цехів застосовують: оборотне водопостачання. На охолоджувачі повітря подається оборотна вода з чистого оборотного циклу. Оборотний цикл водопостачання машинного залу може бути самостійним або об'єднаним із водою, що йде на охолодження печей.

Крім охолоджувачів повітря, в машинних залах вода витрачається для охолодження ртутних випрямлячів і тиристорів. Однак для цього потрібно вода з великим електричним опором. Виходячи з цього, водопостачання ртутних випрямлячів та тиристорів здійснюється внутрішнім оборотним

циклом знесоленої води, що охолоджується у теплообмінниках технічною водою. Поповнення втрат знесоленої води здійснюється або дистилятом від дистиляційних установок, що спеціально встановлюються, або конденсатом від цехових паропроводів.

У печах прокатних цехів вода проходить закриті холодильники і безпосередньо з металом, що прокочується, не стикається. Таким чином, у процесі виробництва вода не забруднюється, а лише нагрівається. Нагрів води в залежності від конструкції елементів печі та витрати води становить від 2 – 3 до 15 – 20 °С.

Найчастіше печі охолоджуються водою чистого оборотного циклу. Іноді економічною буває схема повторного використання оборотної або свіжої води після охолоджувачів повітряних машинних залів на охолодження печей. При цій схемі витрата чистої оборотної води, що подається в цех, сильно скоротиться, що дозволить зменшити діаметри трубопроводів та скоротити продуктивність насосних агрегатів насосного оборотного циклу.

1.3 Характеристика стічних вод цеху гарячого прокату

Забруднені стічні води в прокатних цехах виходять від охолодження валків, шийок валків та підшипників, змиву та транспортування окалини, а також охолодження допоміжних механізмів – пилок, ножиць та ін.

Кількість забруднених стічних вод від прокатних станів коливається у межах залежно від типу прокатного устаткування й сорту прокату.

Кількість забруднених стічних вод при прокатці, $м^3$ на 1 т прокатаного металу [3, 4]:

Заготівля та великий сорт……2–6

Середній сорт. … … … … … … 3–7

Листовий прокат…… ……4–6.

Характерними забрудненнями вод є окалина та мастило.

Найбільше надходження окалини в стічні води спостерігається від чорнових окалиноломачів з гідрозбивом і сягає 5000 мг/л. Мінімальна кількість окалини надходить від ділянок охолодження смуги та моталок – 40 мг/л. Попадання мастил від більшості технологічних операцій приблизно однаково – 15-30 мг/л.

Окалину, що утворюється, ділять на велику, що залишилася в ямі під станом (крупністю більше 10 мм), середню, що вимивається з ями під станом і відноситься водою по дну каналу (крупністю 10 мм і менше), дрібну (крупністю менше 2 мм), що знаходиться у воді. У середньому кількість всієї окалини (у відсотках по масі металу, що прокочується) становить для станів: заготівельних 3, дрібносортних 4, великосортних 2, дротяних 4, середньосортних 3.

Кількість дрібної та середньої окалини (по відношенню до загальної кількості окалини) становить для станів, %: заготівельних і великосортних 10, середньосортних 20, дрібносортних 30. Абсолютна кількість середньої та дрібної окалини коливається в залежності від типу стану і прокатуваного сорту металу: від великосортних у межах 0,6-2,5 г/л; від середньосортних 0,6-1,5 г/л; від дрібносортних 0,2-0,65 г/л; від листопрокатних - до 0,3 г/л. Велика окалина вловлюється в первинних відстійниках, розташованих у прокатних цехах. У середньому вміст окалини у воді, що надходить у вторинні відстійники, становить до 0,6 г/л, зокрема від середньосортних і листопрокатних станів 0,3 - 0,35 г/л, від дрібносортних 0,06 - 0,18 г/л.

Хімічний склад окалини не однаковий, і, за даними заводських лабораторій, міститься: 33,5 – 65,5% FeO; 6,28 – 26,9% Fe_2O_3 та 0,5 – 7,6% нерозчинних у соляній кислоті речовин (вугілля, піску тощо) [3]. Щільність окалини коливається не більше 4,6-4,9 г/см^3 [2].

В останній час при гарячій прокатці листа застосовують технологічні мастила різних марок. Застосування мастил підвищує стійкість валків, покращує якість продукції, знижує енерговитрати тощо. Рекомендується

кілька типів мастил: поверхнево-активні речовини (ПАР), тверді та рідкі мастила у вигляді різних масел або нафтопродуктів.

Через нещільності в системах змащування у стічні води станів гарячого прокату потрапляють різні мастила та нафтопродукти. Індустріальні мастила та солідоли, що містяться у стічних водах, мають щільність відповідно 0,879 та 0,923 г/см^3. Частина мастил, що містяться у стічних водах, затримується в спорудах першого ступеня очищення (особливо солідоли).

Мастила та нафтопродукти, що містяться у стічних водах, можуть перебувати у чотирьох агрегатних станах: грубодисперсному, краплинному (розмір крапель до 100 мкм); тонкодисперсному, метастабільному (1-20 мкм); емульгованому, що має стабільну оболонку, яка володіє кінетичною та термодинамічною стійкістю (1 мкм), і розчиненим.

Концентрація розчинених мастил у воді незначна і становить трохи більше 1 мг/л. У воді після вторинних відстійників лише 1 % від загального вмісту масел перебуває у грубодисперсному стані, 58 % – у тонкодисперсному та 41 % – в емульсованому [5].

1.4 Існуючі способи очищення стічних вод цеху гарячого прокату

Стічні води прокатних цехів бувають двох видів:

1) незабруднені води від охолодження нагрівальних печей, колодязів, повітро- та маслоохолоджувачів, електричного обладнання;

2) води, забруднені окалиною та мастилом від прокатних станів (від охолодження підшипників та валків та від гідравлічного змиву окалини).

Первинний ступінь очищення стічних вод. Забруднені води, що містять окалини більше 300 мг/л, надходять спочатку в цехові первинні відстійники (ями для окалини) для осадження великої окалини, потім перекачуються (або надходять самопливом) на вторинні відстійники, розташовані поза цехом і призначені для виділення з води дрібної окалини.

Окалина, що випадає під станом та рольгангами, водою транспортується в первинний відстійник (рис. 1.3). Первинний відстійник являє собою залізобетонний резервуар довжиною до 16 м і глибиною до 10 м, що складається з осадової камери (яма) *1*, в яку стічна вода надходить по тунелю. Освітлена в осадовій камері вода перетікає водорозподільну камеру *2*, з якої насосами *3*, розташованими в машинному залі *4*, перекачується на вторинні відстійники. Осад з камери *1* періодично перевантажується бункер *5* для зневоднення; вода від зневоднення з бункера *5* зливається через вікна *6* в камеру осаду *1*. За мінімальну ємність первинного відстійника приймають ємність, рівну 5-хвилинній витраті стічних вод, що надходять в нього. Кількість окалини, що виноситься з водою в первинний відстійник, становить близько 2% від маси прокату. У первинному відстійнику із води випадає приблизно 90 % окалини. Об'ємна маса окалини близько 3 т/м^3.

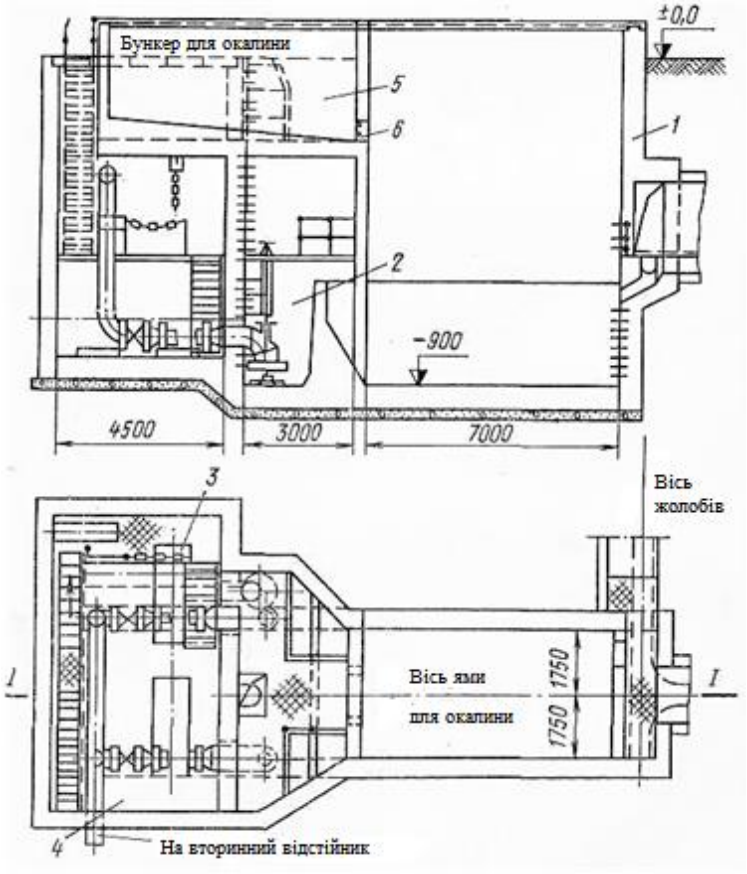


Рисунок 1.3 – Первинний відстійник прокатного цеху з торцевим примиканням насосної станції

Розміри відстійника визначаються часом перебування в ньому стічних вод (до 5 хв) та швидкістю руху води у відстійнику (0,10÷0,15 м/с).

Кількість виділеної суспензії (окалини) зі стічних вод різних станів після первинних відстійників складає, % : від заготівельних і відмінних сортів приймати 80%.

Кінетика процесу випадання осаду зі стічних вод після первинних відстійників різних прокатних станів не однакова. Однак основна маса окалини випадає протягом 30-40 хв і близько 10-15% загальної кількості їх залишається у воді протягом декількох годин. Наявність цих дуже дрібних частинок, а також мастила зумовлює фарбування води, що негативно впливає на роботу прокатних станів [3].

Роль ями для окалини (первинного відстійника) може виконувати горизонтальний відстійник або відкритий гідроциклон.

При горизонтальному первинному відстійнику вивантаження окалини здебільшого здійснюється грейферним краном. Залежно від кліматичних умов та пори року окалину вивантажують безпосередньо на залізничний або автотранспорт, або попередньо в проміжну ємність (бункер) для стоку води з окалини перед відправкою її за межі цеху, щоб уникнути змерзання окалини в дорозі. При вивантаженні окалини грейфером стіни та днище первинного відстійника захищаються від ударів грейфера рейками або металевим листом.

Яма гідроциклонного типу служить для очищення стічних вод ділянки охолодження смуги та моталок. Окалина з ями видаляється шламовими насосами чи грейферним краном [6].

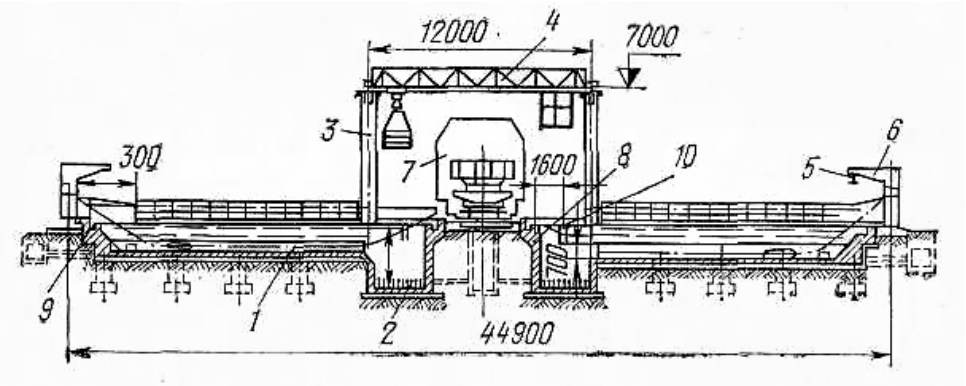
Вторинний ступінь очищення стічних вод. Конструкції вторинних відстійників бувають різними і залежить від витрати стічної води.

За невеликих витрат води (від 100 до 800 $м^3$/год) рекомендується секційний відстійник. Кожна секція має розміри 20,0×6,0 м. Чищення відстійника здійснюється за допомогою пересувної або стаціонарної лебідки. Прибирання масла з поверхні води виконується за допомогою дошки, що

пересувається вручну в мастилозбірний лоток, яким мастило транспортується в колодязь і далі вивозиться автоцистерною для утилізації або спалювання.

Прибирання мастила здійснюється через 10-15 днів залежно від товщини шару, що накопичився. Розрахункове навантаження на кожну секцію приймається у 100-160 м^3/год води [7].

При витрачанні води до 3000 м^3/год рекомендується застосовувати горизонтальні відстійники. Горизонтальні відстійники бувають (рис. 1.4) прямокутні, багатосекційні довжиною ~18 м, з приямком (довжиною 3,2-4,2 м і глибиною 3,7 м) і обладнані мостовим грейферним краном, за допомогою якого очищають від окалини з навантаженням у вагони-думпкари. Окалину до приямка підгортають скреперною машиною [8].



1 – відстійник; 2 – приямок; 3 – естакада; 4 – бруківка грейферний кран; 5 – монорейка; 6 – колони; 7 – вагон-думкар; 8 – вхід стічних вод; 9 – вихід освітлених вод; 10 – мастилозатримувальні щити

Рисунок 1.4 – Типовий вторинний відстійник великої продуктивності для стічних вод прокатного цеху

Конструкції зазначених відстійників розроблені 10-20 років тому і мають такі недоліки:

1) недосконалістю пристроїв впуску, розподілу та збору води. Це призводить до того, що в об'ємі відстійників спостерігається струменевість потоків і наявність мертвих зон;

2) недосконалістю мастилоуловлювальних пристроїв, що вимагають ручного регулювання при зміні витрат води;

3) періодичним видаленням шламу, що призводить до скорочення корисного об'єму відстійників і не дозволяє отримувати стабільну якість очищеної води.

Задовільний ступінь очищення стічних вод у горизонтальних відстійниках може бути досягнутий при дуже низьких питомих гідравлічних навантаженнях, менших 0,8-1,1 $м^3/(м^2 \cdot год)$, що потребує значних виробничих площ розміщування очисних споруд.

Відстійники, призначені для очищення стічних вод прокатних цехів, відрізняються від відстійників, що використовуються при очищенні стічних вод газоочисток металургійних агрегатів, наявністю системи мастилоуловлення. Система мастилоловлювання являє собою радіальну щілинну трубу (або лоток), яка має зовнішню похилий майданчик. Верхня кромка труби (або лотка) розташована вище за рівень води. Мастила транспортуються хребтом, що коливається, підвішеним до поворотного мосту, і по похилому майданчику скидаються в мастиловідвідний пристрій.

При навантаженні $3м^3/(м^2 \cdot год)$ без коагуляції концентрація суспензії у освітленій воді становить 80-180 мг/л, олій 60–70 мг/л; при коагуляції хлорним залізом та ПАА – відповідно 50 – 60 мг/л, мастил 40 – 50 мг/л [1].

Основними нормативами до розрахунку вторинних відстійників є: горизонтальна швидкість в активному шарі – 3-5 мм/с, вертикальна швидкість випадання суспензії – 0,2-0,5 мм/с, глибина активного шару – 1 м.

При розрахунку вторинних відстійників концентрацію суспензії в очищеній воді, що подається на заготівельні та великосортні стани, слід приймати рівною 0,08 г/л; на середньосортні та тонколистові стани 0,05 % г/л; при загальній подачі води на заготівельні та сортопрокатні стани 0,06 г/л. Концентрація мастил в очищеній і подаваємій споживачам воді повинна бути для всіх прокатних станів з бронзовими підшипниками рівною 0,01-0,015 г/л і з текстолітовими підшипниками 0,02-0,03 г/л; швидкість випадання осаду зі

стічних вод різних прокатних станів у вторинних відстійниках, що забезпечує необхідний ступінь очищення води, становить мм/с: для заготівельних та великосортних 0,5-0,3, середньосортних та трубопрокатних 0,3-0,2, дрібносортних та тонколистових 0,2-0.

При загальному сумісному очищенні стічних вод заготівельних і різних сортопрокатних станів найменша швидкість випадання осаду дорівнює 0,3 – 0,2 мм/с [8].

Останнім часом ведуться дослідження та промислове випробування різних конструкцій напірних і безнапірних гідроциклонів на доочищенні окалиновмісних стоків після первинних відстійників. Експлуатація напірних циклонів, а також безнапірних одноярусних та багатоярусних на кількох заводах підтверджує доцільність їх використання для очищення стічних вод.

В даний час для очищення різних видів стічних вод, ущільнення пульп, класифікації твердих частинок широко застосовують напірні гідроциклони. Однак на підприємствах чорної металургії для очищення стічних вод прокатних цехів та газоочищення металургійних печей та агрегатів вони не знайшли застосування у зв'язку із забиванням окалиною та абразивним зносом піскових насадок, а також через низьку ефективність, обумовлену дрібнодисперсним складом завислих речовин.

Найбільш перспективним пристроєм для очищення стічних вод прокатних цехів є безнапірні гідроциклони.

Доочищення стічних вод. Необхідність повного замикання оборотного циклу водопостачання прокатних цехів вимагала остаточного очищення стічних вод застосовувати фільтри тієї чи іншої конструкції.

Актуальність глибокого очищення стічних вод методом фільтрування визначається підвищенням вимог до якості води, що використовується при деяких операціях прокатки.

Дуже перспективним є спосіб доочистки стічних вод прокатних цехів на напірних фільтрах з плаваючою завантаженням. Фільтр являє собою металевий циліндр, усередині якого розташовано дві сітчасті поперечні

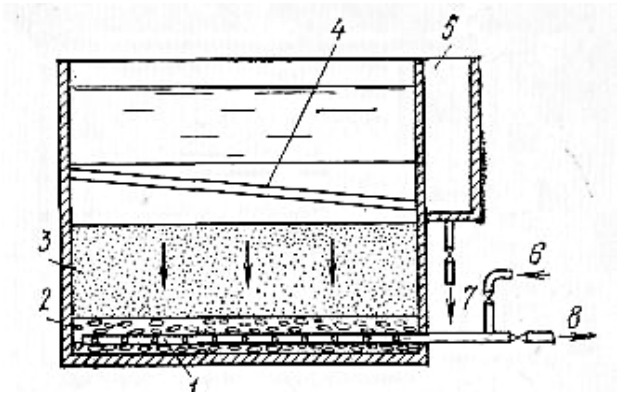
перегородки, зверху циліндр закривається приболченою кришкою, а внизу – конусом для приймання шламу під час промивання фільтра. У конусі фільтра передбачено патрубок із засувкою для подачі води, що освітлюється, в нижній частині патрубка приварений штуцер для випуску шламу. У кришці є патрубок із засувкою для освітленої води, має штуцер для подачі промивної води при вимкненому фільтрі. Завантаження являє собою гранули зі спіненого полістиролу, що має питому вагу менше одиниці. Завантаження спливає і підтримується сіткою, гранули перед нижньою сіткою більші за гранули перед верхньою сіткою.

Глибоке очищення стічних вод від твердих механічних домішок, масел і нафтопродуктів проводиться фільтруванням через зернисте мінеральне завантаження, намивний шар, зважене завантаження, що плаває, через сітки та інші незернисті матеріали.

В даний час важко віддати перевагу якомусь із зазначених видів фільтрування, так як вони постійно вдосконалюються. Найчастіше у практиці очищення води застосовуються фільтри із завантаженням зернистими матеріалами, переважно мінеральними. Фільтри із зернистим завантаженням мають різну швидкість фільтрування. При невеликих швидкостях фільтрування відбувається через плівку, утворену забрудненнями на верхньому фільтрувальному шарі завантаження. Розмір часток, що затримуються, в більшості випадків перевищує розміри пор. При великих швидкостях фільтрація полягає в адгезії домішок поверхнею фільтруючого матеріалу у всьому обсязі, причому розмір часток, що затримуються, може бути значно менше розмірів пор і каналів. При такому механізмі фільтрації ефективність затримки завислих речовин і масел зростає зі збільшенням висоти шару фільтрувального завантаження [4].

Також дуже перспективним є спосіб доочищення стічних вод прокатних цехів на безнапірних (відкритих) фільтрах. Для очищення стічних вод використовують фільтри з низхідним потоком (згори донизу) і з висхідним (знизу догори) потоком.

У фільтрах із напрямком потоку зверху донизу (рис. 1.5) дренаж захищений від попадання неочищених вод. Швидкість фільтрації для фільтрів із низхідним потоком становить 10 – 15 м/год.



1 – дренажна система; 2 – підтримують гравійні шари; 3 – завантаження фільтра; 4 – жолоби для подачі вихідної води; 5 – розподільна кишеня; 6 – подача промивної води; 7 – відведення промивної води; 8 – відведення фільтрату

Рисунок 1.5 – Відкритий швидкий фільтр із напрямком потоку зверху донизу

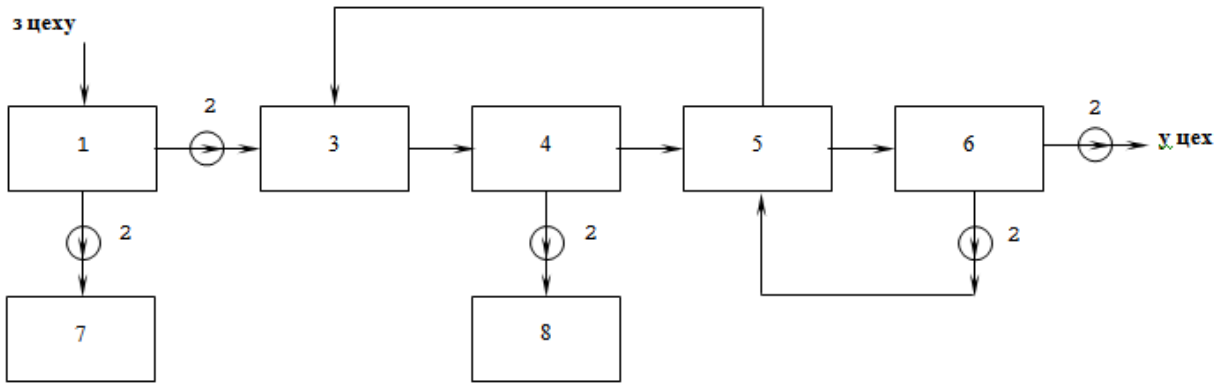
Завантаження фільтрів приймається одношаровим або багатошаровим. Як фільтруючий матеріал можуть бути використані гравій, щебінь, мармурова крихта, кварцовий пісок, антрацит, керамзит, доменний шлак і т.д.

Регенерація завантаження одношарових фільтрів залежить від складу стічних вод, що очищаються, і матеріалу завантаження. Інтенсивність водяного промивання 16-18 л/(с·м^2), тривалість промивання 6-8 хв [9, 10].

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Опис схеми очищення води прийнятої у кваліфікаційній роботі

У кваліфікаційній роботі передбачено очищення стічних вод цеху гарячого прокату, принципова схема якої представлено на рисунку 2.1.



1 – яма для окалини; 2 – насос; 3 – приймальний резервуар; 4 – горизонтальний відстійник; 5 – зернистий фільтр; 6 – резервуар для очищеної води; 7 – майданчик для окалини; 8 – споруди з обробки осаду

Рисунок 2.1 – Принципова схема очищення води цеху гарячого прокату, що прийнята у кваліфікаційній роботі

Стічна вода, у кількості 4700 м^3/год, надходить з цеху в яму для окалини для осадження великої окалини, яка потім подається насосом на майданчики для окалини.

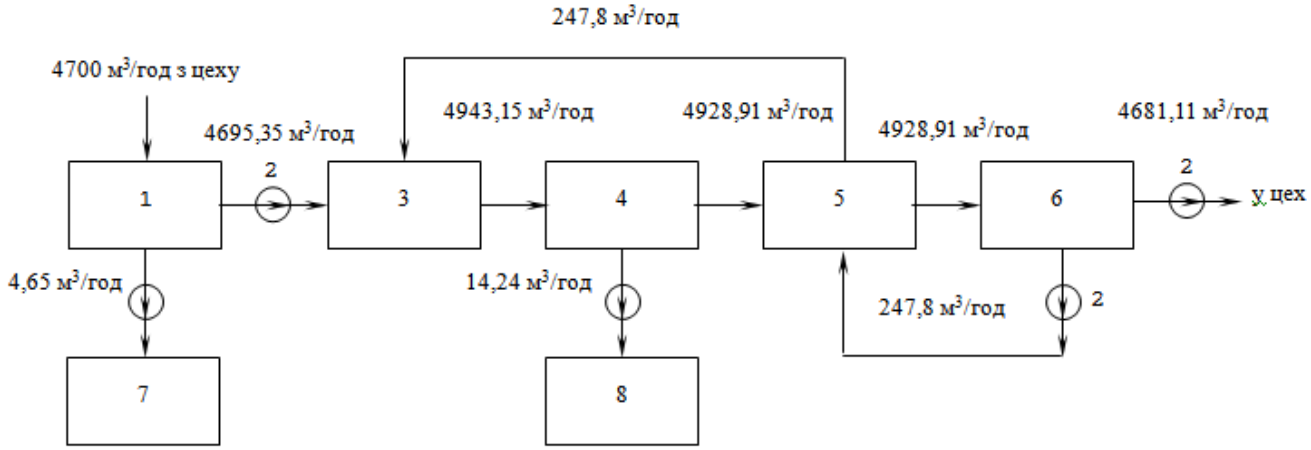
З ями для окалини вода насосом перекачується в приймальний резервуар, а з нього стічна вода самопливом надходить на вторинний горизонтальний відстійник, призначений для виділення з води дрібної окалини та олії, які потім перекачується насосом на споруди з обробки осаду.

Освітлена вода із горизонтального відстійника самопливом надходить на зернистий фільтр для остаточного очищення. Потім вода з фільтра перетікає в резервуар для очищеної води, з якого насосом у потрібній кількості знову поставляється на фільтр для його промивання. Решта очищеної води насосом прямує до цеху.

Вода, утворена після промивання фільтра, самопливом надходить у приймальний резервуар.

2.2 Розрахунок апаратів та споруд з очищення стічних вод

2.2.1 Перерахунок витрат



1 – яма для окалини; 2 – насос; 3 – приймальний резервуар; 4 – горизонтальний відстійник; 5 – зернистий фільтр; 6 – резервуар для очищеної води; 7 – майданчик для окалини; 8 – споруди з обробки осаду

Рисунок 2.2 – Схема очищення води цеху гарячого прокату

Для перерахунку витрат необхідні такі формули:

Об'єм уловленого осаду, м^3/добу:

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot G_{сух} \cdot 1{,}2}{(100 - W_{oc}) \cdot \rho_{oc}},$$

де $W_{ос}$ – вологість осаду, %;

$G_{сух}$ – маса уловленого осаду, т/год;

$\rho_{ос}$ – щільність осаду, т/м^3.

Маса уловленого осаду, т/год:

$$G_{сух} = \frac{C_н \cdot E \cdot Q}{1000 \cdot 1000},$$

де $C_н$ – початкова концентрація суспензії, мг/л;

E – ефект освітлення, %;

Q – витрата стічної води, м^3/год.

Ефект освітлення, % :

$$E = \frac{C_н - C_к}{C_н} \cdot 100,$$

де $C_к$ – кінцева концентрація суспензії, мг/л.

Щільність осаду, т/м^3:

$$\rho_{ос} = \frac{W \cdot \rho_в + (100 - W) \cdot \rho_{взв}}{100},$$

де $\rho_в$ – щільність води, т/м^3;

$\rho_{взв}$ – щільність суспензії, т/м^3.

1) Яма для окалини:

Ефект освітлення, % :

$$E = \frac{800 - 300}{800} \cdot 100 = 62{,}5\%,$$

де C_0=800 мг/л;

$C_к$=300 мг/л [3].

Маса уловлюваного осаду, т/год:

$$G_{сух} = \frac{800 \cdot 0{,}625 \cdot 4700}{1000 \cdot 1000} = 2{,}35 \text{ т/год.}$$

Щільність осаду, т/м^3:

$$\rho_{ос} = \frac{70 \cdot 1 + (100 - 70) \cdot 4{,}4}{100} = 2{,}02 \text{ т/м}^3,$$

де $\rho_в$=1 т/м^3;

$\rho_{взв}$=4,4 т/м^3;

$W_{ос}$=70% [5].

Об'єм уловленого осаду, м^3/добу:

$$V'_{ос} = \frac{100 \cdot 2{,}35 \cdot 1{,}2}{(100 - 70) \cdot 2{,}02} = 4{,}65 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Кількість води, яка надходить у приймальний резервуар після ями для окалини:

$$Q_{пр.рез.} = 4700 - 4{,}65 = 4695{,}35 \text{ м}^3\text{/добу.}$$

2) Горизонтальний відстійник:

Ефект освітлення, % :

$$E = \frac{300 - 80}{300} \cdot 100 = 73{,}33\%,$$

де $C_к$ = 80 мг/л [3].

Маса уловленого осаду, т/год:

$$G_{сух} = \frac{300 \cdot 0{,}7333 \cdot 4700}{1000 \cdot 1000} = 1{,}03 \text{ т/год.}$$

Щільність осаду, т/м^3:

$$\rho_{ос} = \frac{93 \cdot 1 + (100 - 93) \cdot 4{,}4}{100} = 1{,}24 \text{ т/м}^3,$$

де $W_{ос}$ = 93% [5].

Об'єм уловленого осаду, м^3/добу:

$$V''_{ос} = \frac{100 \cdot 1{,}03 \cdot 1{,}2}{(100 - 93) \cdot 1{,}24} = 14{,}24 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Кількість води, що надходить на зернистий фільтр після горизонтального відстійника:

$$Q_{зер.фильтру} = 4695{,}35 - 14{,}24 = 4681{,}11 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Для того, щоб порахувати кількість промивної води, яка надходить на зернистий фільтр, необхідно знайти сумарну площу фільтрів, загальну кількість фільтрів та площу одного фільтра.

Сумарна площа фільтрів, м^2:

$$F_ф = \frac{Q_ф}{\left(T_{ст} \cdot V_н - n_{пр} \cdot q_{пр} \cdot t_{пр} - n_{пр} \cdot \tau_{пр} \cdot V_н\right)},$$

де $Q_ф$ – продуктивність фільтра, м^3/добу;

$Q_ф$ = 4681,11м^3/год =112346,64 м^3/добу;

$T_{ст}$ – тривалість роботи станції протягом доби, год; $T_{ст}$ = 24 год.

$V_н$ – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год; приймаємо $V_н$ = 6 м/год [6];

$n_{пр}$ – число промивок одного фільтра на добу, рівне 2...3; приймаємо 2 промивання на добу;

$q_{пр}$ – питома витрата води на одну промивку,м^3/(м^2·год); $q_{пр}$ = 7л/м^2·с [6];

$t_{пр}$ – час промивання становить 6-8 хв [6], приймаємо 8 хв или 0,13 год;

$\tau_{пр}$ – тривалість простою фільтра у зв'язку з промиванням, год, $\tau_{пр}$ = 0,33 [7].

$$F_ф = \frac{112346,64}{\left(24 \cdot 6 - 2 \cdot 7 \cdot \left(\frac{3600}{1000}\right) \cdot 0,13 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6\right)} = 841,6 \text{ м}^2.$$

Число фильтрів:

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F_ф}\ .$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{841,6} = 14,5\,.$$

Приймаємо 15 штук.

Площа одного фільтра:

$$F_1 = \frac{F_ф}{N}\,.$$

$$F_1 = \frac{841,6}{15} \approx 56 \text{ м}^2.$$

Тоді кількість промивної води необхідної для всіх фільтрів, м^3/год:

$$Q_{пр} = \frac{F_1 \cdot q_{пр} \cdot \frac{t_{пр}}{60} \cdot n_{пр} \cdot N}{24}.$$

$$Q_{пр} = \frac{56 \cdot 7 \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \frac{8}{60} \cdot 2 \cdot 15}{24} = 235{,}2 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Кількість води, що надходить у приймальний резервуар, з урахуванням промивної води:

$$Q_{\text{прием.рез.}} = 4695{,}35 + 235{,}2 = 4930{,}55 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Тоді на зернистий фільтр надходить:

$$Q_{\text{зер.фильтр}} = 4930{,}55 - 14{,}24 = 4916{,}31 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$F_ф = \frac{117991{,}44}{\left(24 \cdot 6 - 2 \cdot 7 \cdot \left(\frac{3600}{1000}\right) \cdot 0{,}13 - 2 \cdot 0{,}33 \cdot 6\right)} = 884 \text{ м}^2.$$

$$N = 0{,}5 \cdot \sqrt{884} = 14{,}86.$$

Приймаємо 15 штук.

$$F_1 = \frac{884}{15} \approx 59 \text{ м}^2.$$

$$Q_{пр} = \frac{59 \cdot 7 \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \frac{8}{60} \cdot 2 \cdot 15}{24} = 247{,}8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

При перерахунку з витратою промивної води, що змінилася, рівним

247,8м^3/год, площа одного зернистого фільтра не змінилася, а значить, і кількість промивної води залишається незмінною. На цьому перерахунок видатків завершуємо.

Тоді кількість води, що надходить у приймальний резервуар, з урахуванням промивної води:

$$Q_{прием.рез.} = 4695{,}35 + 247{,}8 = 4943{,}15 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Тоді на зернистий фільтр надходить:

$$Q_{зер.фильтр} = 4943{,}15 - 14{,}24 = 4928{,}91 \text{ м}^3/\text{год}.$$

У цех надходить очищена вода:

$$Q_{цех} = 4928{,}91 - 247{,}8 = 4681{,}11 \text{ м}^3/\text{год}.$$

2.2.2 Розрахунок ями для окалини

При розрахунку ями для окалини спочатку слід визначити обсяг ями для окалини, м^3:

$$V = Q \cdot t,$$

де t – час перебування стічних вод у ямі для окалини; t = до 5 хв [3], приймаємо 3 хв або 0,05 год.

$$V = 4700 \cdot 0{,}05 = 235 \text{ м}^3.$$

Потім визначаємо площу ями для окалини, м^2:

$$S = \frac{V}{H},$$

де H – глибина ями, H = 1,5 м [3].

$$S = \frac{235}{1{,}5} \approx 157 \text{ м}^2.$$

Знайдемо ширину і довжину ями для окалини, м:

$$B = B_1 \cdot n,$$

де B_1 – ширина секції, м, B_1 = 3,5 [3];

n – кількість секцій, м, приймаємо n = 4.

$$B = 3{,}5 \cdot 4 = 14 \text{ м}.$$

$$L = \frac{S}{B} = \frac{157}{14} = 11{,}2 \text{ м}.$$

2.2.3 Розрахунок горизонтального відстійника

При розрахунку горизонтальних відстійників спочатку слід визначити площу відстійника, м^2:

$$F = \frac{Q_{гор.отс.}}{q_0},$$

де $Q_{гор.отс.}$ – кількість стічних вод, що надходять у горизонтальний відстійник, м^3/год;

q_0 – питома витрата стічних вод на один відстійник, q_0 = 0,8 – 1,1 м^3/м^2·год [1], приймаємо q_0 = 1.1 м^3/м^2·год.

$$F = \frac{4943{,}15}{1{,}1} = 4493{,}77 \text{ м}^2.$$

Знайдемо ширину відділень відстійника, м:

$$B = \frac{Q_{гор.отс.}}{n \cdot H \cdot v},$$

де n – число відділень;

H – робоча глибина відстійника, м, H = 1 м;

v – швидкість робочого потоку, м/с, v = 5 – 10 мм/с [6], приймаємо v = 10 мм/с.

$$B = \frac{4943{,}15}{3600 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}01} = 137{,}3 \text{ м.}$$

Тоді число секцій відстійника становитиме:

$$n = \frac{B}{B_1},$$

де B_1 – ширина однієї секції, B_1 = 3 м.

$$n = \frac{137{,}3}{3} = 45{,}8 \text{ секцій.}$$

Приймаємо n = 46 секцій.

Тоді

$$B = B_1 \cdot n, \text{ м}$$

$$B = 3 \cdot 46 = 138 \text{ м.}$$

Довжина відстійника буде рівна, м:

$$L = \frac{F}{B}.$$

$$L = \frac{4493{,}77}{138} = 33 \text{ м}.$$

Об'єм осадової частини відстійника, м^3:

$$V'_{ос} = \frac{B \cdot L \cdot (H_1 + L \cdot i)}{2},$$

де H_1 – висота нейтрального шару, дорівнює 0,3 м;

i – ухил днища, i = 0,005 – 0,5, приймаємо i = 0,005.

$$V'_{ос} = \frac{138 \cdot 33 \cdot (0{,}3 + 33 \cdot 0{,}005)}{2} = 1059 \text{ м}^3.$$

Об'єм приямка для осаду, м^3:

$$V''_{ос} = \frac{V_{ос} \cdot t}{24} - V'_{ос},$$

де t – час накопичення осаду, год, t = 2 доби або 48 год.

$$V''_{ос} = \frac{14{,}24 \cdot 48}{24} - 1059 = -1030{,}52 \text{ м}^3.$$

Витрата осаду на кожне відділення відстійника:

$$Q_1 = \frac{V_{ос}}{n}.$$

$$Q_1 = \frac{14{,}24}{46} = 0{,}31 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Об'єм осаду, м^3:

$$V = Q_1 \cdot t\ .$$

$$V = \frac{0{,}31 \cdot 48}{3600} = 0{,}004 \text{ м}^3.$$

Приймаємо $d_{\min}$ = 200 мм, $V_{тр}$ = 1,1 м/с у трубопроводі, через який видаляється осад, тоді витрата цього осаду:

$$Q = V_{тр} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

$$Q = 1{,}1 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}04}{4} = 0{,}035 \text{ м}^3/\text{с} = 126 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Час викачування осаду:

$$t = \frac{V}{Q},$$

$$t = \frac{0{,}004}{0{,}035} = 0{,}11 \text{ год, або 7 хв.}$$

2.2.4 Розрахунок відкритого зернистого фільтра

Сумарна площа фільтрів, м^2:

$$F_ф = \frac{Q_ф}{\left(T_{ст} \cdot V_н - n_{пр} \cdot q_{пр} \cdot t_{пр} - n_{пр} \cdot \tau_{пр} \cdot V_н\right)},$$

де $Q_ф$ – продуктивність фільтра, м^3/добу;

$Q_ф$ = 4928,91 м^3/ч = 118293,84 м^3/добу;

$T_{ст}$ – тривалість роботи станції протягом доби, ч; $T_{ст}$ = 24 год.

$V_н$ – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год; приймаємо $V_н$ = 6 м/год [6];

$n_{пр}$ – число промивок одного фільтра на добу, рівне 2...3; приймаємо 2 промивання на добу;

$q_{пр}$ – питома витрата води на одну промивку,м^3/(м^2·год); $q_{пр}$ =7 л/(м^2·с) [6];

$t_{пр}$ – час промивання становить 6 – 8 хв [6], приймаємо 8 хв або 0,13 год;

$\tau_{пр}$ – тривалість простою фільтра у зв'язку з промиванням, год, $\tau_{пр}$ =0,33 [8].

$$F_ф = \frac{118293{,}84}{\left(24 \cdot 6 - 2 \cdot 7 \cdot \left(\frac{3600}{1000}\right) \cdot 0{,}13 - 2 \cdot 0{,}33 \cdot 6\right)} = 886 \text{ м}^2.$$

Число фільтрів:

$$N = 0{,}5 \cdot \sqrt{F_ф},$$

$$N = 0{,}5 \cdot \sqrt{886} = 14{,}88.$$

Приймаємо 15 штук.

Площа одного фільтра:

$$F_1 = \frac{F_ф}{N}.$$

$$F_1 = \frac{886}{15} \approx 59 \text{ м}^2,$$

а розмір його у плані 7,7×7,7 м.

Швидкість фільтрації у форсованому режимі:

$$V_{ф} = \frac{V_{н} \cdot N}{\left(N - N_{р}\right)},$$

де $N_{р}$ – число фільтрів, що знаходяться в ремонті, при числі фільтрів до 20 – один, при більшій кількості – два.

$$V_{ф} = \frac{6 \cdot 15}{15 - 1} = 6{,}4 \text{ м/год.}$$

Далі розраховуємо розподільну систему фільтра.

Кількість промивної води, м^3/год, необхідної для одного фільтра:

$$Q_{пр_1} = F_1 \cdot q_{пр}.$$

$$Q_{пр1} = 59 \cdot 7 \cdot \frac{3600}{1000} = 1486{,}8 \text{ м}^3\text{/год} = 0{,}41 \text{ м}^3\text{/с}.$$

Кількість промивної води, м^3/год, необхідної для всіх фільтрів:

$$Q_{пр} = \frac{Q_{пр1} \cdot \frac{t_{пр}}{60} \cdot n_{пр} \cdot N}{24}.$$

$$Q_{пр} = \frac{1486{,}8 \cdot \frac{8}{60} \cdot 2 \cdot 15}{24} = 247{,}8 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Діаметр колектора розподільної системи визначають за рекомендованою швидкістю води $V_{кол}$=0,8…1,2 м/с:

$$d_{кол} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{пр1}}{\pi \cdot V_{кол}}}$$

$$d_{кол} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}41}{3{,}14 \cdot 1{,}2}} = 0{,}66 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний діаметр колектора 700 мм.

Тоді фактична швидкість:

$$V_{кол.ф} = \frac{4 \cdot Q_{пр1}}{\pi \cdot d^2}.$$

$$V_{кол.ф} = \frac{4 \cdot 0{,}41}{3{,}14 \cdot 0{,}66^2} = 1{,}07 \text{ м/с.}$$

Площа дна фільтра, м^2, яка посідає одне відгалуження:

$$f_{отв} = (B - d_{кол}) \cdot \frac{m}{2},$$

де B – ширина фильтра, м, приймаємо B = 7,7 м;

$d_{кол}$ – зовнішній діаметр колектора, м;

m – відстань між осями відгалужень, 0,25…0,35 м.

$$f_{отв} = (7{,}7 - 0{,}7) \cdot \frac{0{,}3}{2} = 1{,}05 \text{ м}^2.$$

Витрата промивної води, м^3/с, через одне відгалуження:

$$q_{отв} = f_{отв} \cdot q_{пр}.$$

$$q_{отв} = 1{,}05 \cdot 7 \cdot \frac{3600}{1000} = 26{,}46 \text{ м}^3\text{/год} = 0{,}007 \text{ м}^3\text{/с.}$$

Діаметр труб відгалужень приймається для забезпечення швидкості руху води $V_{отв}$=1,6…2 м/с:

$$d_{отв} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{отв}}{\pi \cdot V_{отв}}}.$$

$$d_{отв} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}007}{3{,}14 \cdot 1{,}8}} = 0{,}1 \text{ м}.$$

Напір води на початку розподільчої системи, м:

$$H_0 = 2{,}91 \cdot h_0 + \frac{\left(V_{кол}{}^2 + V_{отв}{}^2\right)}{2 \cdot g},$$

де h_0 – висота завантаження фільтра, м, h_0 = 1,5 м.

$$H_0 = 2{,}91 \cdot 1{,}5 + 13{,}5 \cdot \frac{\left(1{,}2^2 + 1{,}8^2\right)}{2 \cdot 9{,}81} = 7{,}6 \text{ м}.$$

Загальна площа отворів:

$$\sum f_0 = \frac{Q_{пр}}{\mu_n \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0}},$$

де μ_n – коефіцієнт витрати, для відгалужень – 0,62.

$$\sum f_o = \frac{0{,}41}{0{,}62 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 7{,}6}} = 0{,}05 \text{ м}^2.$$

Загальна кількість отворів:

$$n_o = \frac{4 \sum f_o}{\pi \cdot d_o{}^2},$$

де d_o – діаметр отвору, 0,01…0,012 м.

$$n_o = \frac{4 \cdot 0{,}05}{3{,}14 \cdot 0{,}012^2} \approx 444 \text{ отв.}$$

Загальна кількість відгалужень на кожному фільтрі:

$$n_{отв} = \frac{2 \cdot L}{m}.$$

$$n_{отв} = \frac{2 \cdot 7{,}7}{0{,}3} = 51 \text{ отв.}$$

Число отворів, що припадають на кожне відгалуження:

$$n'_o = \frac{n_o}{n_{отв}}.$$

$$n'_o = \frac{444}{51} \approx 9 \text{ шт.}$$

Довжина кожного відгалуження, м:

$$l_{отв} = \frac{B - d_{кол}}{2}.$$

$$l_{отв} = \frac{7{,}7 - 0{,}7}{2} = 3{,}5 \text{ м.}$$

Відстань між отворами, м:

$$l_o = \frac{l_{отв}}{n'_o}.$$

$$l_o = \frac{3{,}5}{9} = 0{,}39 \text{ м.}$$

Далі виконаємо розрахунок збірних жолобів. Кількість жолобів $n_{ж}$ вибирається виходячи з того, що відстань між ними не повинна перевищувати 2,2 м.

Відстань між жолобами, м:

$$L_{ж} = \frac{B}{n_{ж}},$$

тоді

$$n_{ж} = \frac{B}{L_{ж}}.$$

$$n_{ж} = \frac{7,7}{2} \approx 4 \text{ шт.}$$

Витрата промивної води, що припадає на один жолоб, м:

$$q_{ж} = \frac{Q_{пр}}{n_{ж}}.$$

$$q_{ж} = \frac{0,41}{4} = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Ширина жолоба, м:

$$B_{ж} = k_{ж} \cdot \sqrt[5]{\frac{q_{ж}^{2}}{(1,57 + a_{ж})^{3}}},$$

де $k_{ж}$ – коефіцієнт приймається рівним: для жолобів з напівкруглим перерізом – 2; для п'яти вугільних жолобів – 2,1;

$a_{ж}$ – відношення висоти прямокутної частини жолоба до половини його ширини, що приймається від 1 до 1,5.

$$B_{ж} = 2 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,1^{2}}{(1,57 + 1,3)^{3}}} = 0,42 \text{ м.}$$

Ухил лотків до збірного каналу – 0,01.

Відстань від поверхні завантаження до країв жолобів:

$$H_{ж} = 0{,}3 + \frac{H_{з} \cdot a_{з}}{100},$$

де $H_{з}$ – висота фільтруючого шару (по піску), м $H_{з}$ = 1,2 м;

$a_{з}$ – відносне розширення завантаження; для одношарового завантаження 45%.

$$H_{ж} = 0{,}3 + \frac{1{,}2 \cdot 45}{100} = 0{,}84 \text{ м.}$$

2.3 Висотна схема очисних споруд

Скласти «висотну схему» означає встановити передбачувані позначки розрахункових рівнів води у всіх спорудах. Складання висотної схеми починаємо з кінцевої споруди, тобто із резервуару очищеної води. Приймаємо відмітку найвищого рівня води у резервуарі чистої води – 0,0 м. Потім приймаємо наступні значення втрат напору:

а) у спорудах:

- у приймальному резервуарі стічної води – 0,5 м;
- у горизонтальному відстійнику – 0,7 м;
- у відкритому фільтрі – 3 м.

б) у сполучних комунікаціях:

- від фільтру до резервуару очищеної води – 1 м;
- від горизонтального відстійника до фільтра – 0,5 м.
- від приймального резервуару до горизонтального відстійника – 0,5 м.

Враховують також втрати напору на перелив води у збірний лоток, що рівні 0,05м.

Тоді:

- позначка рівня води у фільтрі: 0,0 + 1 + 3 + 0,05 = 4,05 м;

- позначка рівня води у горизонтальному відстійнику: 4,05 + 0,5 + 0,7 + 0,05 = 5,3 м;

- позначка рівня води в приймальному резервуарі: 5,3 + 0,5 + 0,5 + 0,05 = 6,35 м.

У ямі для окалини приймаємо позначку рівня води – 0,0 м.

2.4 Підбір насосного обладнання

Продуктивність та марку робочих насосів забрудненої або очищеної води визначаємо виходячи із припливу води.

Для перекачування осаду, витратою 4,65 м^3/год, з ями для окалини на майданчик для окалини приймаємо 1 робочий і 1 резервний насоси марки 5Пс-10, призначені для перекачування хімічно нейтральних сумішей води з піском, рудою і ґрунтом, з подачею води 135 м^3/год (оскільки осад видаляється через трубопровід діаметром 200 мм та швидкістю 1,1 м/с у трубопроводі, то витрата осаду дорівнює 126 м^3/год.

Для подачі стічної води витратою 4695,35 м^3/год з ями для окалини на приймальний резервуар приймаємо 1 робочий та 1 резервний насос марки ФВ 4000-28 (24 ФВ-13) з подачею фекальної води 5000 м^3/год.

Для перекачування осаду витратою 14,24 м^3/год із горизонтального відстійника на споруди з обробки осаду застосовуємо насоси марки 5Пс-10 у кількості 1 робочий та 1 резервний з подачею води 135 м^3/год.

З резервуару очищеної води в цех подають воду витратою 4681,11 м^3/год насосами марки Д 4000-95 (22 нДс) в кількості 1 робочий і 1 резервний, з подачею чистої води 4000-4700 м^3/год. Також із резервуару очищеної води подають воду для промивання фільтрів. Витрата води становить 247,8 м^3/год, тому застосовуємо насоси марки 8К-18а в кількості 1 робочий та 1 резервний, продуктивністю від 200 до 300 м^3/год.

2.5 Підбір приймальних резервуарів

1. Резервуар для прийому стічної води з цеху:

4695,35 м^3/год – 100 %

x м^3/год – 10 %.

$$x = \frac{4695,35 \cdot 10}{100} = 469,535 \text{ м}^3.$$

Визначимо площу поверхні резервуара, м^2:

$$F = \frac{V}{H} = \frac{469,535}{4} = 117,4 \text{ м}^2,$$

тоді розмір резервуара у плані 10,9×10,8 м,

де H – глибина приймального резервуара, м; приймаємо $H = 4$ м.

2. Резервуар для прийому очищеної води:

4928,91 м^3/год – 100 %

x м^3/год – 10 %.

$$x = \frac{4928,91 \cdot 10}{100} = 492,891 \text{ м}^3.$$

Визначимо площу поверхні резервуара, м^2:

$$F = \frac{V}{H} = \frac{492,891}{4} = 123,2 \text{ м}^2,$$

тоді розмір резервуара у плані 11,1×11,1 м,

де H – глибина приймального резервуара, м; приймаємо $H = 4$ м.

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори

За способом виробництва прокатне виробництво поділяється на цехи гарячої та холодної прокатки. Пожежна та вибухова небезпека прокатного виробництва на заводах чорної та кольорової металургії визначається наступними факторами [11]:

1. Наявністю широко розвиненої мережі кабельного господарства, у якому, зазвичай, всі кабелі горючі. З кабелями безпосередньо пов'язана велика кількість різного електротехнічного обладнання.

2. Наявністю великої кількості олії в маслоемульсійних підвалах. В них знаходяться резервуари для зберігання олій, станції подачі технологічного мастила (їх продуктивність на великих станах чорної металургії досягає 1200 л/хв і більше), насосно-акумуляторні станції для гідроприводів стану, станції густого мастила та інші агрегати маслогосподарства.

3. Наявністю мережі масляних гідроприводів, у яких постійно підтримується надлишковий тиск масла близько 20 МПа, зворотних маслопроводів, а також машин для промаслювання прокатаної смуги перед скочуванням її в рулони.

4. Застосуванням горючих (вибухонебезпечних) газів у нагрівальних печах та колодязях при різанні металу. Крім того, вибухонебезпечний водень утворюється у травильних ваннах при обробці металу.

5. Застосуванням вибухонебезпечного захисного газу (воднево-азотної суміші) при відпалі металу в безкисневому середовищі. Для виготовлення захисного газу поблизу прокатного цеху працює станція захисного газу.

6. Застосуванням вогненебезпечних лаків, фарб, вибухонебезпечних порошків епоксидних смол та інших горючих покриттів та вогненебезпечних розчинників при створенні антикорозійних, вологостійких, теплозахисних, декоративних та інших покриттів на виробах готового прокату.

Цехи гарячої прокатки за ступенем пожежної небезпеки відносяться до виробництва категорії Г, а цехи холодної прокатки – до виробництва категорії Д, однак це не означає, що дані виробництва цілком не є пожежонебезпечними. У прокатних цехах є кількість пожежонебезпечних ділянок, а деякі допоміжні виробництва в них є вибухопожежонебезпечними.

Тому при проєктуванні цехів гарячої та холодної прокатки необхідно насамперед встановити категорію виробництва окремих ділянок та допоміжних виробництв. Так, маслопідвали, маслотоннелі, всі кабельні споруди, насосно-акумуляторні станції, приміщення ЕОМ з пожежонебезпеки відповідають виробництву категорії В, майстерні підшипників ревізії – иробництву категорії Б. Пожежонебезпечні ділянки в основному розташовані нижче за нульову позначку цеху, що висуває до них підвищені вимоги щодо забезпечення безпеки [12].

Певну пожежну небезпеку становлять термічні печі. Як захисний газ у них часто застосовується воднево-азотна суміш (95% водню та 5% азоту). Пожежну небезпеку у прокатних цехах становлять термічні печі. Приміщення цехів, у яких розташовані печі, що працюють з використанням водню, повинні бути обладнані автоматичними газоаналізаторами із влаштуванням світлової та звукової сигналізації. Термічні печі, які працюють із використанням водню, повинні бути герметичні.

Матеріали, що застосовуються для герметизації місць роз'єму кожухів та вузлів, повинні виключати хімічну взаємодію з воднем, а також погіршення газонепроникності або випаровування під впливом термічних деформацій. Затвори ковпакових печей повинні виключати можливість виходу водню назовні та підсмоктування повітря у робочий простір печі. Взаємне розташування підводів та відводів водню має забезпечувати ефективне продування печі та виключати утворення застійних зон. Піч повинна бути обладнана приладом, що вимірює витрату водню. Викид водню з-під муфелю до приміщення цеху забороняється. Кладку ковпака вакуумно-водневих печей необхідно виконувати з вогнетривкого матеріалу, стійкого у водневому середовищі.

Водень у термічних печах не становить вибухопожежонебезпеки, так як він нагрітий у печі вище температури самозаймання.

Однак водень, що надходить у піч трубопроводом, не нагрітий і у разі розриву трубопроводу надходитиме в цех, що може призвести до утворення вибухонебезпечної суміші в приміщенні цеху. Тому щодо категорії виробництва цехів з наявністю термічних печей, у яких застосовується водень, необхідно у кожному даному випадку проводити розрахункову перевірку на правильність встановленої категорії виробництва. Як правило, з урахуванням великих обсягів цехів наявність водню не впливає на вибухонебезпечність виробництва, оскільки обсяг вибухонебезпечної суміші у разі витоку водню з трубопроводу значно менший за 5% вільного обсягу цеху.

З урахуванням того, що, як правило, виключена можливість утворення обсягу вибухонебезпечної суміші, що перевищує 5% вільного обсягу приміщення, вибухонебезпечною буде лише верхня частина цеху. При цьому вибухонебезпечна зона класу В-Іб умовно приймається від позначки 0,75 висоти цеху, рахуючи від рівня підлоги, але не вище підкранового шляху.

Згідно з ПУЕ для класів вибухонебезпечної зони В-Іб допускається застосування електричних машин (у тому числі і кранів) без засобів вибухозахисту. Іскристі частини машини (наприклад, контактні кільця) повинні бути укладені в оболонку зі ступенем захисту не менше JP44, такий же ступінь захисту повинен мати оболонку електродвигунів [12].

Майстерні ревізії підшипників призначаються для ревізії складання та дрібного ремонту підшипників рідинного тертя. Розташовуються майстерні в одному цеху з прокатним станом. Пожежну небезпеку представляють речовини, що застосовуються у технологічному процесі.

Для промивання та змащення підшипників використовуються гас та різні олії. Температура спалаху парів гасу нижче 61°С, тому дане виробництво відноситься до категорії Б і класу зони В-Іа.

Постійна наявністьу майстерні легкозаймистих та горючих рідин, що становлять підвищену пожежну небезпеку, висуває певні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки. При проєктуванні майстерень необхідно виконувати всі вимоги до вибухопожежонебезпечних виробництв.

Кабельне господарство сучасних прокатних станів дуже розвинене та протяжне. Розташовані у підвалах електромашинних приміщень кабельні потоки проходять під станом по всій його довжині. Пожежно-профілактичні заходи, яких необхідно дотримуватись у кабельному господарстві [11].

Горючі (вибухонебезпечні) гази застосовуються при різанні металу, готового прокату. При використанні ацетилену для різання виробів повинно бути виключено застосування міді та ртуті, оскільки ацетилен легко реагує із солями цих металів, утворюючи нестійкі вибухові сполуки. Балони з киснем треба оберігати від потрапляння на них мастил.

У травильних відділеннях при використанні водних розчинів сірчаної та інших кислот утворюється водень, що створює небезпеку вибуху в травильному процесі.

У металургійному виробництві при термічній обробці металу до створення захисного середовища застосовуються інші вибухопожежонебезпечні речовини. Так, при безперервному відпалі стрічки використовують ванни з розплавленим натрієм. Для попередження окислення натрію верхню частину ванни заповнюють захисним (безкисневим) газом.

Для термозміцнення готового прокату (наприклад, рейок) часто використовують масляні ванни. Небезпека полягає в тому, що температура виробу, що надходить у ванну, може бути вищою за температуру самозаймання масла. Тому масляні ванни мають бути закритими, а об’єм ванни над дзеркалом масла заповнений азотом. Завантажувати та вивантажувати ванни слід через прорізи, розташовані нижче дзеркала гартової рідини. У разі пожежі необхідно збільшити подачу у ванну азоту.

Газозахисні станції вибухової небезпеки відносять до категорії Е. Вибухова небезпека створює аміак (безбарвний горючий газ з різким характерним запахом) і водень [13].

3.2 Заходи зі зниження шкідливих та небезпечних факторів

У прокатних цехах, розміщених у будинках III-V ступенів вогнестійкості з об’єму цеху від 5 до 50 тис. м^3, необхідно передбачати влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу з витратою води не менше 5 л/с, тобто, кожна точка приміщення повинна зрошуватись двома струменями по 2,5 л/с. Якщо об’єм прокатного цеху менше ніж 5 або більше 50 тис. м^3, то влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу не потрібно [14].

Внутрішній протипожежний водопровід передбачається також у прокатних цехах, розташованих у будинках I та II ступенів вогнестійкості. Для своєчасного виклику пожежних підрозділів у разі пожежі необхідно передбачати прямий телефонний зв'язок із пожежною охороною заводу.

При розпалюванні нагрівальних печей і колодязів, де як паливо застосовуються вибухонебезпечні (горючі) гази, щоб уникнути вибуху необхідно суворо виконувати правила техніки безпеки. При цьому треба суворо стежити за тим, щоб до розпалу вогню (багаття) у добре продутій повітрям печі до неї не подавався горючий газ. Пуск газу дозволяється лише тоді, коли полум'я багаття омиватиме камери пальників.

Масляне господарство розташовується найчастіше в маслопідвалах, а також в маслотунелях. Основним пожежно-профілактичним заходом є виключення застосування будь-якого джерела відкритого вогню, іскріння, перегріву частин, що труться.

Якщо в маслосистемах застосовуються рослинні масла та жири тваринного походження, то необхідно вжити заходів, що виключають можливість самозаймання текстильних та волокнистих матеріалів,

змочених цими продуктами. Ганчір'я повинно зберігатися тільки в металевих закритих ящиках або банках, а після зміни видалятися в безпечне місце, вказане в цеховій інструкції про заходи пожежної безпеки.

Одним з основних недоліків у забезпеченні пожежної безпеки при виробництві прокату є витік мастил із систем змащування та гідравліки. При цьому мастило покриває міжклітинні простори, перетворюючи їх на надзвичайно пожежонебезпечні. У такому разі попадання на промаслену поверхню окалини або розжареного металу достатньо виникнення пожежі. Крім того, витікання мастила викликає замаслювання тунелів, у тому числі і кабельних, роблячи їх також надзвичайно небезпечними.

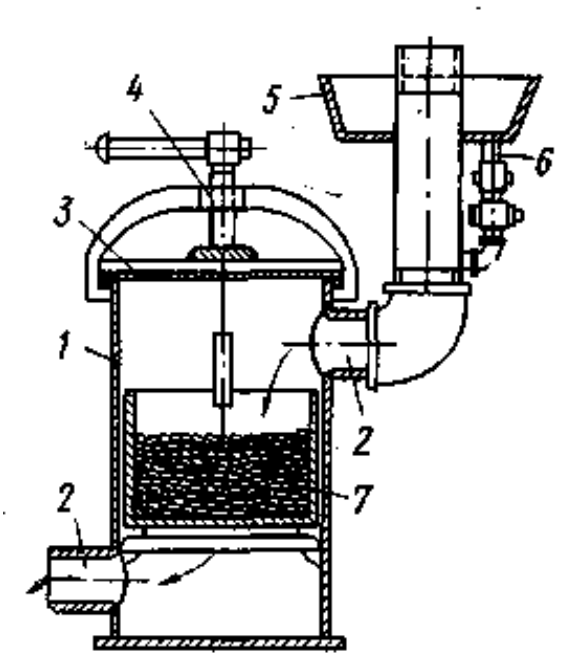
Нижче рівня ванни та осторонь її встановлюється аварійна ємність (об'ємом щонайменше ємності ванни) для зливу олії у разі пожежі. Щоб вогонь не перейшов у аварійну ємність, на зливальній трубі встановлюється спеціальний пристрій - вогнеперегороджувач (рис. 3.1) [15].

Слюсарі повинні стежити за тим, щоб усі з'єднання на трубопроводах, фланці та штуцери були забезпечені надійними прокладками, сальниками. У фланцевих з'єднаннях прокладки не повинні мати рисок, подряпин і задирок. Замаслені місця на різних ділянках стану (зокрема і в тунелях) необхідно очищати від мастил кожну зміну.

Для запобігання розповсюдженню пожежі з майстерні по аварійним трубопроводам в аварійну ємність всі аварійні трубопроводи повинні бути забезпечені пристроями (вогнеперегородниками), що виключають можливість передачі вогню. Найбільш простим пристроєм є гідравлічний затвор у вигляді U-подібного коліна. Постійна наявність у ньому рідини перешкоджатиме поширенню полум'я за відсутності рідини в трубі. Для очищення від відкладень у нижній точці коліна гідравлічного затвора повинен передбачатися отвір, закритий пробкою [13].

Недоліком цього гідрозатвору є те, що він повинен бути розташований у місцях з постійною позитивною температурою, так як при перекачуванні

нерозчинних у воді рідин спостерігається скупчення води в гідравлічному затворі, що може призвести до її замерзання у холодну пору року.



1 – циліндричний корпус фільтра; 2 – вварені патрубки; 3 – кришка фільтра швидкознімна; 4 – струбцина для кріплення кришки; 5 – чашка для збору підтікаючого мастила; 6 – патрубок з пробковим краном для спуску зібраного в чашці мастила; 7 – бочка з гравієм

Рисунок 3.1 – Зливний гравійний фільтр-вогнезапобіжник

Якщо неможливо розташовувати зазначений гідрозатвор в опалювальному приміщенні, то необхідно застосовувати гідравлічний затвор у вигляді циліндра невеликого розміру. Розташовуються труби в циліндрі так, що кінець верхньої труби завжди занурений в рідину. Гідравлічний затвор подібного типу може розміщуватися всередині ємності, що захищається, або поруч з нею.

Робочою рідиною всіх наведених вище вогнеперегороджувачів (гідравлічний затвор) є той же продукт, який переміщається трубопроводами. Висоту замикаючого шару рідини встановлюють залежно від величини

внутрішнього тиску в ємності до кінця зливу. При атмосферному тиску в ємності висота замикаючого шару приймається від 10 до 50 см [13].

У приміщенні майстерні допускається наявність трохи більше 30 $м^3$ гасу. При цьому всі резервуари з гасом мають бути обладнані негорючими легкими кришками.

За наявності в резервуарах понад 1 $м^3$ легкозаймистих та 5 $м^3$ горючих рідин необхідно передбачати підземні аварійні резервуари для зливу рідин у разі пожежі, що розташовуються зовні будівлі на відстані не менше 1 м від глухих стін і щонайменше 5 м від стін, мають віконні, дверні чи технологічні отвори.

Ємність аварійного резервуара повинна бути не менше ємності найбільшої ванни або резервуара, але не менше 30% ємності всіх резервуарів. Ванни для промивання та змащення підшипників повинні з'єднуватися з аварійним резервуаром трубопроводом діаметром не менше 100 мм, якщо їх спорожнення здійснюється самопливом. Кожен аварійний трубопровід, що з'єднує видаткові резервуари з аварійним, повинен мати запірний пристрій. Запірні пристрої необхідно розташовувати поза будівлею або на першому поверсі.

Як правило, запірні пристрої розташовані поблизу виходів із майстерні. Розташовувати запірні пристрої в приміщенні майстерні, а тим більше поблизу промивних ванн не допускається, оскільки у разі пожежі в майстерні відкрити запірний пристрій практично неможливо.

Майстерні ревізії підшипників незалежно від площі повинні бути обладнані сигналізаторами до вибухонебезпечних концентрацій з пристроєм світлової та звукової сигналізації. Сигналізуючі пристрої повинні бути зблоковані з аварійними вентиляційними установками, які автоматично включаються від цих пристроїв. Майстерні обладнуються припливно-витяжною вентиляцією. Вентилятори витяжних систем виконуються з матеріалів, що не іскряться. Витяжна вентиляційна камера із вибухопожежної небезпеки відноситься до тієї ж категорії, що й майстерня

ревізії підшипників. На повітроводах припливної вентиляції необхідно встановлювати зворотні клапани, що самозакриваються, для виключення проникнення у вентиляційну камеру вибухонебезпечних пар при зупинці припливного вентилятора. У разі відсутності зворотних клапанів припливна вентиляційна камера також відповідатиме категорії Б. Під час пожежі всі вентиляційні системи повинні автоматично відключатися під час спрацювання установки автоматичного пожежогасіння або пожежної сигналізації.

Куріння та застосування відкритого вогню у газозахисній станції забороняються. Все електричне та вентиляційне обладнання має бути у вибухобезпечному виконанні. Допускається застосовувати слюсарний інструмент тільки той, що не дає іскріння.

На станції двічі на зміну аналізують повітря на вміст у ньому водню. Присутність аміаку легко визначається запахом; при цьому негайно вживаються заходи щодо усунення його витоку.

Всім, хто причетний до роботи станцій захисного газу, де з аміаку отримують водень, необхідно знати досить характерну особливість аміачно-водневих сумішей. При кімнатній температурі та нормальному атмосферному тиску межі займання аміачно-водневої суміші значно розширюються. Так, при збільшенні вмісту водню в суміші зменшується нижня межа займання та зростає верхня. Якщо суміш містить 90% аміаку і 10% водню, то нижня межа займання в повітрі буде 11,5%, а верхня 31,3% (об'ємн.), а суміш, що містить 10% аміаку і 90% водню, матиме межі запалення зміни відповідно 4,02 і 67,1% [11].

3.3 Засоби гасіння пожеж на ділянках прокатного виробництва

Наявність великої кількості мастила на прокатних станах викликає необхідність встановлення в безпосередній близькості від станів стаціонарних або пересувних пінних вогнегасників типу ВВП-100, ВВПУ-

250. Проте в даний час все більшого поширення набуває обладнання прокатних станів стаціонарними установками пожежогасіння (пінними або вуглекислотними) з ручним та дистанційним включенням. Даний вид протипожежного захисту є найбільш ефективним та кращим [11].

Для гасіння пожежі в маслопідвалах застосовують пару та повітряно-механічну піну. Для гасіння пором у підвалі прокладено перфоровані трубопроводи; для гасіння піною змонтовано генератори повітряно-механічної піни. У разі виникнення пожежі до включення в дію стаціонарних систем гасіння пожежі персонал повинен залишити підвал та діяти відповідно до інструкції, забезпечуючи насамперед роботу стаціонарних засобів боротьби з вогнем.

При падінні тиску під муфелем або під ковпаком (для вакуумно-водневих печей) повинна автоматично припинятися подача водню та включатись продування інертним газом. При цьому має спрацьовувати звукова та світлова сигналізація. Наявність великої кількості мастил на прокатних станах викликає необхідність встановлення в безпосередній близькості від станів стаціонарних або пересувних повітряно-пінних вогнегасників. Проте в даний час все більшого поширення набуває обладнання прокатних станів стаціонарними установками пожежогасіння (пінними або вуглекислотними) з ручним та дистанційним включенням. Даний вид протипожежного захисту є найбільш ефективним та кращим [2].

Майстерні ревізії підшипників, а також установки для промивання підшипників в гасі площею 500 м^2 і більше повинні обладнуватися автоматичними установками пожежогасіння.

Найефективнішими в цьому разі є установки пінного пожежогасіння. За меншої площі майстерень вони повинні обладнуватися автоматичною пожежною сигналізацією з установкою стаціонарних або пересувних повітряно-пінних вогнегасників. Для іскристих або схильних до нагрівання вище 80 °С приладів і апаратів електрообладнання в майстернях повинно мати підвищену надійність проти вибуху. Допускається використовувати

апарати і прилади без засобів вибухозахисту, які за умовами роботи не схильні до нагрівання вище 80°С і не іскрять. При цьому оболонка цих приладів повинна мати ступінь захисту не менше IP54 (згідно з ПУЕ) [13].

Для гасіння пожеж у великих кабельних приміщеннях застосовують водяні перфоровані сухотруби та внутрішні пожежні крани. Користуватись пожежними кранами для гасіння кабелів можна тільки після повного зняття напруги. Як пересувні засоби гасіння застосовуються вуглекислотні вогнегасники ємністю не менше 40 л. Застосовуються також вуглекислотні причепи (ВВ-400), на яких змонтовано 8 балонів ємністю 50 л кожен. Такі причепи на деяких заводах встановлюють на електрокарах. Тому електроперсонал, який обслуговує це кабельне приміщення, повинен вміти водити електрокари. Потрібно знати, що гасіння пожежі вуглекислотою може здійснюватися без зняття напруги, оскільки вуглекислота є діелектриком [12].

При термообробці великогабаритних виробів (рейок, труб) біля ванни часто встановлюють стаціонарну повітряно-пінну установку для гасіння мастил викинутих з ванни.

3.4 Розрахунок кількості зрошувачів для гасіння пожеж

Визначити ємність бака з водою і необхідний напір води для гасіння маслопідвалу прокатного виробництва.

Площа приміщення S = 70 м^2, висота h = 4м, діаметр отвору зрошувача d = 20 мм, величина напору перед зрошувачами H = 12 м. Інтенсивність зрошення водою q = 0,45л/(с·м^2); час роботи установки t = 60 хв [15].

Гасіння здійснюється спринклерними зрошувачами. Для таких зрошувачів вільний напір перед ними становить H_{min}=5 м; H_{max}=100 м. Максимальна відстань між зрошувачами L_{max}=2 м [15].

Визначаємо об'єм бака $Q_б$:

$$Q_б = S \cdot q \cdot t = 70 \cdot 0{,}45 \cdot 3600 = 113400 \text{ л/год або } 113{,}4 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Визначаємо витрату води Q_d через один зрошувач:

$$Q_d = k \cdot \sqrt{H}, л/с,$$

де k – коефіцієнт продуктивності зрошувача [15]; для діаметра вихідного отвору зрошувача d = 20 мм коефіцієнт k = 1,25 (табл. 3.1).

$$Q_d = 1{,}25 \cdot \sqrt{12} = 4{,}33 л/с,$$

тоді витрата води через один зрошувач протягом години становитиме

$$Q_{d\,ч.} = 4{,}33 \cdot 3600 = 15588 \text{ л/год або } 15{,}6 \text{ м}^3\text{/год}.$$

Таблиця 3.1 – Діаметр вихідного отвору зрошувача

Діаметр вихідного отвору зрошувача, мм	Значення коефіцієнта k
8	0,20
10	0,31
12	0,42
15	0,71
20	1,25

Визначаємо кількість зрошувачів n і зобразимо план розподілу їх за площею складу:

$$n = \frac{Q_б}{Q_{d.ч.}} = \frac{113{,}4}{15{,}6} = 8 шт.$$

Під час розподілу зрошувачів за площею складу з'ясувалося, що для площі складу 70 м^2 кількість зрошувачів 8 шт замала, тому що не дотримується умова щодо максимальної відстані між зрошувачами L_{max} = 2 м

[15]. Для виконання цієї умови необхідно зменшити діаметр вихідного отвору зрошувача, тим самим зменшиться витрата води через один. Виберемо зрошувачі діаметром 12 мм із коефіцієнтом продуктивності 0,42 і визначимо витрату води через один зрошувач, а також перерахуємо їхню кількість:

$$Q_d = 0{,}42 \cdot \sqrt{12} = 1{,}46 л/с = 1{,}46 \cdot 3600 = 5256 л/год = 5{,}3 м^3/год,$$

$$n = \frac{Q_б}{Q_{d.ч.}} = \frac{113{,}4}{5{,}3} = 21 шт.$$

Таким чином, необхідно 21 зрошувач, діаметром 12 мм. План розподілу зрошувачів по площі маслопідвалу показано на рис. 3.1.

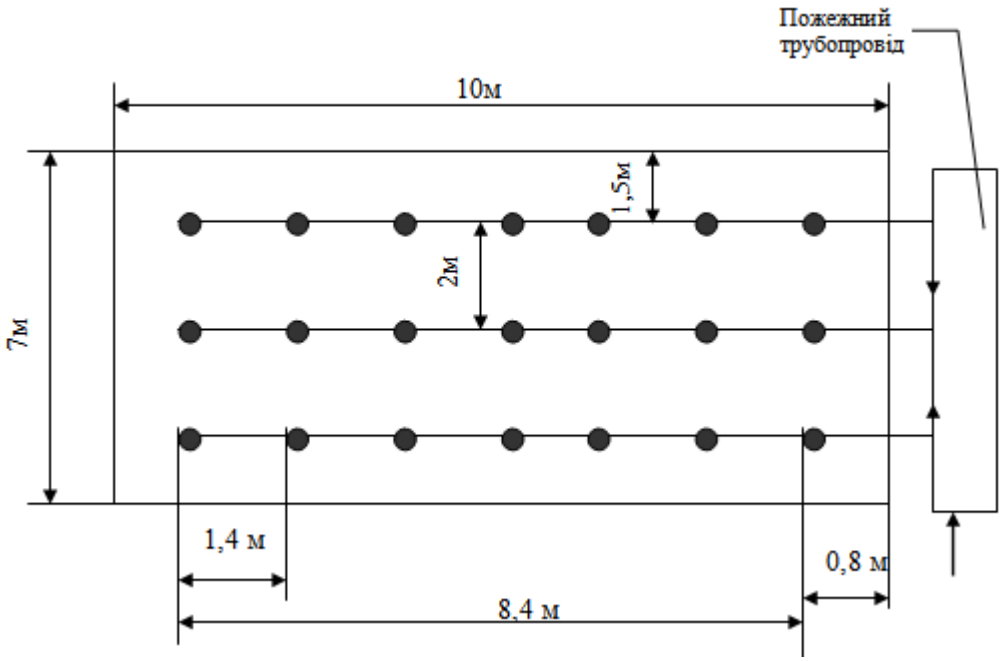


Рисунок 3.1 – План розподілу зрошувачів по площі маслопідвалу

Втрати напору H_1, м, на ділянці трубопроводів, що транспортують воду трубопроводів:

$$H = Q^2 / B,$$

де Q – витрата води на розрахунковій ділянці трубопроводу, л/с;

B – характеристика трубопроводу, що визначається за формулою:

$$B = k_1 / l,$$

де k_1 – коефіцієнт [15]; для транспортування води приймаємо сталеву електрозварювальну трубу з діаметром умовного проходу 125 мм і товщиною стінки 3,2 мм. Для такої труби коефіцієнт k_1 = 13530;

l - довжина ділянки трубопроводу, м.

$$Q = Q_б / 3600 = 113400 / 3600 = 31,5 \text{ л/с}.$$

Приймаємо довжину трубопроводу l = 60 м.

$$B = 13530 / 60 = 225,5;$$

$$H_1 = (31,5)^2 / 225,5 = 4,4 \text{ м}.$$

Необхідний напір води на установці пожежогасіння H', м, дорівнюватиме:

$$H' = H + H_1 + H_2,$$

де H_2 – втрати напору на вузлах управління (клапанах), м:

$$H_2 = \zeta \cdot Q^2,$$

де ζ – коефіцієнт втрат напору у вузлі управління [15]. Для дренчерної установки з діаметром клапана управління 125 мм, сплінклерним зрошувачем, $\zeta = 4.10^{-3}$;

Q – розрахункова витрата води, л/с.

Тоді

$$H_2 = 4 \cdot 10^{-3} \cdot (31,5)^2 = 4 \text{ м};$$

$$H' = 12 + 4,4 + 4 = 20,4 \text{ м}.$$

Приймаємо повний напір води для пожежогасіння 21 м або 2,1 ат.

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі було вирішено поставлене завдання – складено проєкт водоочисної станції оборотного водопостачання цеху гарячого прокату. Було підібрано та розраховано такі апарати та споруди очищення води, допоміжне обладнання та установки: яма для окалини: об'єм V = 235 м^3, площа S = 157 м^2, ширина B = 14 м, довжина L = 11,2 м; горизонтальний відстійник: площа F = 4493,77 м^2, кількість секцій n = 46, ширина B = 138 м, довжина L = 33 м; відкритий зернистий фільтр: кількість фільтрів N = 15 шт, площа фільтрів $F_ф$ = 886 м^2.

2. Було підібрано марки насосів для подачі стічної води на споруди очищення, для перекачування осаду, а також для подачі очищеної води в цех до споживача.

3. У кваліфікаційній роботі було розглянуто прокатне виробництво як пожежо- та вибухонебезпечний об'єкт. Охарактеризували ділянки прокатного цеху з погляду пожежної небезпеки.

4. Наведено застосовувані та необхідні протипожежні заходи для прокатного виробництва, а також описані засоби гасіння пожеж, що застосовуються на різних ділянках технологічного процесу прокатки. Виконано розрахунок гасіння пожежі в маслопідвалі прокатного цеху.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Самойленко Н.М., Аверченко В.І., Байрачний В.Б. Системи технологій та промислова екологія. Ч. І. Металургійний та енергетичний комплекс : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», Лідер, 2020. 212 с.

2. Іваненко О.І., Носачова Ю.В. Техноекологія: Підручник. Київ : Видавничій дім «Кондор», 2017. 294 с.

3. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник за ред. К.М.Ситника. 3-тє вид., стер. Київ : Вища шк., 2005. 382с.

4. Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Соколовський І.А. Промислова екологія: навч.посіб. Київ : Знання, 2012.430с.

5. Клименко М. О., Прищепа, А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. НУВГП, Рівне, 2023.

6. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія: навч. Посібник. Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне. Київ : Видавничий центр «Академія», 2011. 256 с.

7. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія: підручник. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2017. 331 с.

8. Филипчук В.Л., Клименко М.О., Ткачук К.К., Проценко С.Б., Радовенчик В.М., Залеський І.І.. Промислова екологія. Рівне : НУВГП. 2013. 493 с.

9. Білявський Г. О., Бутченко Л. І. Основи екології : теорія та практика. навч. посібник. Київ : Лібра, 2004. 368 с.

10. Мельник Л.Г. Основи екології: екологічна економіка та управління природокористуванням. Суми : Університетська книга, 2006. с. 236-658

11. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці : підручник. Львів : УАД, 2006. 336 с.

12. Сакун М.М., Москалюк І.В. Основи охорони праці. Навчально-методичний посібник. Херсон : «Южполиграфсервис», 2013. 67 с.

13. Зеркалов Д.В. Наукові основи охорони праці. Київ : «Основа», 2015. 934 с.

14. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 264 с.

15. Білим П.А. Основи пожежної безпеки : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 263 Цивільна безпека. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 45 с.