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 магістерської роботи

рівень вищої освіти *другий (магістерський) рівень*
(другий (магістерський) рівень)

на тему «*Проєкт реконструкції системи очистки поверхневого стоку підприємства з виробництва феросплавів*»

Виконав: студент *2* курсу, групи *8.1332*

Самокиш Андрій Русланович
(ПІБ) (підпис)

спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр і назва)

спеціалізація
_____
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма
183 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр і назва)

Керівник *к.т.н. Кожемякін Г.Б.*
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент *к.т.н.Бєлоконь К.В.*
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2024 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 *другий магістерський рівень*
(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність *183 Технології захисту навколишнього середовища*

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ***МТЕТБ***
Ю.О. Бєлоконь
"*01*" *03* 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТУ

Самокишу Андрію Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *«Проєкт реконструкції системи очистки поверхневого стоку підприємства з виробництва феросплавів»*

керівник роботи (проєкту) *Кожемякін Геннадій Борисович к.т.н, доцнт*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від *"28" 02* 2024 року № *359 -с*

2. Строк подання студентом роботи (проєкта) *01.12.2024*

3. Вихідні дані до роботи (проєкта) *Розробити та розрахувати технологічну схему очистки поверхневого стоку з території промислових підприємств*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Реферат. Вступ. Аналіз формування та методів очисткиповерхневого стоку, Технологічні схеми очистки. Розрахунок очисних споруд, Охорона праці та техногенна безпека, Техніко-економічне обгрунтування Висновки. Перелік джерел посилань.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
План території підприємства, технологічна схема очистки, основні очисні споруди та їх компоновка, техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
Розділ 1	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Розділ 2	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Розділ 3	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Розділ 4	*Кожемякін Г.Б., доцент*	
Нормоконтроль	*Вагін А.В., ст. викладач*	

7. Дата видачі завдання *01.03.2024*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	*Розділ 1*	*09 -16.10.2024*	
2	*Розділ 2*	*29-30.11.2024*	
3	*Розділ 3*	*17-27.10.2024*	
4	*Розділ 4*	*28-06.11.2024*	
5	*Креслення*	*17-26.11.2024*	
6	*Висновки*	*28.11.2024*	

Студент _____ *Андрій САМОКИШ*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ *Геннадій КОЖЕМЯКІН*

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційного проекту: 73 с., 9 рис., 10 табл., , 13 джерел.

ПОВЕРХНЕВИЙ СТОК, ЗВАЖЕНІ РЕЧОВИНИ, НАФТОПРОДУКТИ, НАФТОВЛОВЛЮВАЧ, ФІЛЬТР

Об’єкт проектування – технологічна схема очистки поверхневого стоку промислових підприємств.

Предмет проектування – реконструкція споруд очистки поверхневого стоку промислових підприємств.

Мета проекту – підвищення ефективності очистки поверхневого стоку промислових підприємств з метою повернення його в оборотний цикл газоочисток.

За результатами аналітичного огляду, теоретичного аналізу та проведених розрахунків розроблена схема очищення поверхневого стоку, яка включає: усереднювач, відстійник-нафтовловлювач, напірний зернистий фільтр. Поверхневий стік разом з дренажними водами накопичуються в усереднювачі иа подаються для освітлення у відстійник-нафтовловлювач і далі на доочистку від залишків завислих речовин та нафтопродуктів у напірний фільтр із загрузкою коксиком. Після доочистки якісні показники дозволяють її використовувати в якості підживлення системи оборотного циклу очистки газів. Відпрацьований коксик утилізується в основному технологічному процесі як відновлювач.

В результаті розрахунку основних техніко-економічних показників обґрунтовано доцільність повторного використання очищеного поверхневого стоку. Строк окупності капіталовкладень в запроектовану схему очищення становить 4,29 роки.

ЗМІСТ

ВСТУП ……..…. 6
1 ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ ДЛЯ ПОСТАЧАННЯ ВОДОЮ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ……. 8
1.1 Схеми відведення і очищення поверхневого стоку ……. 8
1.2 Вимоги до ступеня очищення поверхневого стоку при використанні його в системах технічного водопостачання …… 10
1.3 Технологічні властивості поверхневого стоку ……. 12
1.4 Кондиціонування поверхневого стоку ……. 14
1.5 Приклади використання поверхневого стоку в системах технічного водопостачання …… 17
2 ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ ……. 22
2.1 Відстоювання. Конструкції різних типів відстійних споруд …… 24
2.2 Фільтрування поверхневого стоку …….. 31
2.3 Біологічна доочистка поверхневого стоку ……. 36
2.4 Склад очисних споруді і способи їх розрахунку …… 40
2.5 Вибір та обґрунтування схеми очистки …… 46
2.6 Розрахунок споруд технологічної схеми очищення поверхневого стоку …….. 48
2.6.1. Реагентне господарство ……. 48
2.6.2 Змішування реагентів з поверхневим стоком …….. 50
2.6.3 Розрахунок горизонтальних нафтовловлювачів …… 53
2.6.4 Розрахунок напірного зернистого фільтру ……. 55
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ……. 57
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів …….. 57
3.2 Виробнича санітарія, електробезпека, пожежна безпека кімнати чергового персоналу очисних споруд ……. 59
3.3 Розробка інженерних заходів щодо забезпечення нормованої освітленості кімнати чергового персоналу очисних споруд …….. 62
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ …….. 64
4.1 Розрахунок капітальних вкладень …… 64
4.2 Розрахунок витрат на очищення поверхневого стоку …….. 66
4.3 Техніко-економічне обґрунтування рішень прийнятих в проекті …… 69
ВИСНОВКИ ……. 71
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ …….. 72

ВСТУП

По мірі вдосконалення систем очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод поверхневий стік міських територій і промислових майданчиків стає одним з головних джерел забруднення природної гідросфери. Питома вага поверхневого змиву і каналізованого, але не очищеного дощового, талого і мийного стоку в річках і водоймищах безперервно наростає. Для багатьох підприємств саме поверхневий стік, що несе в собі захоплені дощем при проходженні атмосфери сірчистий ангідрид, оксиди азоту і забруднений зваженими речовинами, що змиваються з промислової території, а також нафтопродуктами, залишається найсерйознішим з невирішених проблем водовідведення.

Поверхневий стік впливає на водні об'єкти періодично, причому інтенсивність дії різко коливається. Переважна кількість рідких опадів випадає у вигляді дощів малої інтенсивності і витрати талого стоку, як правило, також невеликі. Відповідно, велика частина забруднень, тих що накопичуються на території водозбірного басейну, виноситься у водоймища з невеликими витратами води. Крім того, при визначенні пропускної здатності очисних споруд орієнтація на максимальні витрати зливового стоку рідкісної повторюваності, на прийом і відведення якого розраховується мережа дощової каналізації, недоцільна, оскільки це призводить до підвищених витрат на будівництво очисних споруд при їх короткочасній роботі на повну продуктивність.

Нині при визначенні продуктивності очисних споруд поверхневого стоку виходять з умови Затримання можливо більшої кількості забруднень, що містяться в стоці при обробці мінімальної його витрати. При цьому у разі відсутності в дощовому стоці специфічних домішок з токсичними властивостями допускається піддавати ;очищенню тільки найбільш концентровану за вмістом домішок частину стоку, що формується при часто випадних малоінтенсивних дощах, а також в початковий період інтенсивних

злив. Залежно від кліматичних чинників, в першу чергу від співвідношення в цій місцевості шарів опадів, що припадають на частку малоінтенсивних дощів і злив, заданим умовам відповідатимуть періоди одноразового р перевищення розрахункової інтенсивності дощу в межах від 0,05 до 1 року. За цих умов забезпечується подача на очисні споруди 70% річного об'єму дощового стоку, 100 % річного об'єму мийних вод і більшої частини талих вод [2].

При випаданні дощів з інтенсивністю, що перевищує тижневу, частина стоку скидається у водоймище минувши очисні споруди. В цьому випадку стічні води, що скидаються у водоймище окрім очисних споруд, повинні піддаватися чищенню від сміття, плаваючих домішок, у тому числі нафтопродуктів і піщаних фракцій з гідравлічною крупністю більше 18,7 мм/с [11]. Для промислових майданчиків, поверхневий стік з яких може виносити токсичні забруднення (підприємства другої групи), скидання навіть частині дощового стоку без очищення недопустимий. Проте і в цьому випадку проектувати очисні споруди на максимальну витрату дощового стоку недоцільно. Для скорочення витрат на будівництво і експлуатацію очисних споруд слід передбачати регулювання витрати дощового стоку.

1 ВИКОРИСТАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ ДЛЯ ПОСТАЧАННЯ ВОДОЮ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Схеми відведення і очищення поверхневого стоку

Як правило, поверхневий стік з територій промислових підприємств повинен відводитися самостійною мережею каналізації. Проте допустиме спільне відведення поверхневого стоку з виробничими стічними водами з аналогічними по характеру домішок (виду і концентрації) забрудненнями. Поширеним варіантом є скидання в дощову каналізацію продувальних вод оборотних систем водяного охолодження. В цьому випадку може спостерігатися підвищення солевмісту поверхневого стоку, що негативно впливає на його використання в системах технічного водопостачання.

При розробці схеми відведення і очищення поверхневого стоку з промислових майданчиків необхідно враховувати джерела, характер і ступінь забруднення території і атмосфери, розмір, конфігурацію і рельєф водозбірного басейну, наявність вільних площ для будівництва очисних споруд і інші умови. Вибір схеми відведення і очищення поверхневого стоку повинен здійснюватися на основі оцінки технічної можливості і економічної доцільності наступних заходів :

- використання очищеного поверхневого стоку в системах технічного водопостачання;
- локалізації окремих ділянок виробничих територій, де можливе попадання на поверхню специфічних забруднень, з відведенням стоку у виробничу каналізацію або після їх попереднього очищення - в дощову;
- роздільного відведення поверхневого стоку з водозбірних площ, що відрізняються по характеру і ступеня забруднення території;
- самостійного очищення поверхневого стоку; подачі поверхневого стоку на загальнозаводські очисні споруди для спільного очищення з виробничими стічними водами.

Найбільш перспективним слід рахувати варіант використання очищеного поверхневого стоку в системах виробничого водопостачання В цьому випадку доцільно поїло акумуляцію і відстоювання направляти поверхневий стік для подальшого очищення і коригування іонного складу на спорудження водопідготовки.

На великих підприємствах, що включають виробництва, різноманітні по характеру технології, поверхневий стік з території окремих виробництв може значно розрізнятися В таких випадках раціонально направляти поверхневий стік з окремих водозбірних майданчиків у виробничу каналізацію або перед скиданням в дощову каналізацію піддавати його попередньому очищенню. Так, на машинобудівних підприємствах доцільно передбачати локальні споруди, наприклад, нафтовловлювачі для очищення поверхневого стоку з майданчиків розбору, для ремонту і випробування різних механізмів і машин. Пристрій таких споруд дозволяє видалити основну кількість забруднень з локального потоку поверхневого стоку простим і відносно дешевим методом і тим самим полегшити роботу централізованих очисних споруд. Іноді доцільно передбачати контрольні місткості для збору поверхневого стоку з окремих ділянок і залежно від його якості направляти в дощову або виробничу каналізацію. Такі рішення знаходять застосування на підприємствах хімічної і нафтохімічної промисловості, на яких в поверхневий стік можуть попадати токсичні домішки. Схема відведення повинна передбачати по можливості самопливну подачу поверхневого стоку на очисні споруди.

При визначенні схеми очисних споруд первинне Значення мають витрату поверхневого стоку, що подається на очищення, і необхідна ступінь очищення. З метою скорочення продуктивності очисних споруд, як правило, стік повинен осереднюватися. Ступінь очищення поверхневого стоку в залежності від прийнятої схеми відведення визначається вимогами до якості води, використовуваної в технологічних процесах, або умовами спуску його у водні об'єкти. Якість води, використовуваної на виробничі цілі,

встановлюється у кожному конкретному випадку залежно від призначення води, вимог технологічного процесу, використовуваної сировини, вживаного устаткування і готового продукту виробництва, а також санітарно-гігієнічних умов. Очисні озброєння можуть розраховуватися як на остаточне, так і на попереднє очищення з наступною доочисткою поверхневого стоку на станціях водопідготовки або очищення стічних вод.

Виходячи з характеристики поверхневого стоку для його очищення рекомендується передбачати спорудження механічного і фізико-хімічного очищення. У усіх випадках рекомендується застосовувати прості в експлуатації і надійні в роботі відстійні споруди. Для забезпечення глибшої ступеня очищення, ніж та, яка досягається у відстійних спорудах, прменяются фільтрування, коагуляція, флотація. При необхідності досягнення глибшого очищення від колоїдних і розчинених речовин поверхневий стік доцільно подавати на споруди для спільного біологічного очищення з міськими або виробничими стічними водами.

1.2 Вимоги до ступеня очищення поверхневого стоку при використанні його в системах технічного водопостачання

Ступінь очищення поверхневого стоку при використанні його в системах технічного водопостачання промислового підприємства визначається вимогами до якості технічної води. Якість води, використовуваної на виробничі цілі, встановлюється у кожному конкретному випадку залежно від призначення води і вимог технологічного процесу. Унікальні властивості води обумовлюють її широке використання для більшості технологічних процесів. У промислових технологіях найбільша кількість води використовується у функціях хладоагенту, екстрагента, транспортуючого агента і в різних поєднаннях цих функцій. Значні об'єми води в промисловості використовуються для цілей охолодження. За деякими експертними оцінками для охолодження технологічного устаткування і

продуктів використовується близько 70% усією споживаною промисловістю води.

Як показують розрахунки, поверхневого стоку, який формується на території промислового підприємства, буде недостатньо для забезпечення технологічних потреб, і цей стік може використовуватися в суміші з річковою водою або очищеними стічними водами. На підприємствах металургійної, нафтопереробної, нафтохімічної, хімічної і деяких інших галузей промисловості, розташованих в кліматичних зонах з середньою річною кількістю опадів 400...600 мм, поверхневий стік, що утворюється на промислових майданчиках, складає до 30% річного споживання води підприємством. Враховуючи, що вимоги пред'являються до загальної витрати використовуваної води на технологічні потреби, ступінь очищення поверхневого стоку визначається виходячи з кількості і якості окремих джерел водопостачання [1]. Підготовка поверхневого стоку для використання в системах технічного водопостачання повинна забезпечувати не лише певні вимоги до технологічних властивостей води, але і повну санітарну безпеку для працюючого персоналу. Санітарно-гігієнічні вимоги полягають забезпеченні безпечних епідеміологічних і токсикологічних умов для персоналу. Оскільки у ряді випадків поверхневий стік забруднений бактерійно, при його використанні в системах технічного водопостачання необхідно передбачати можливість знезараження. Для забезпечення епідеміологічної безпеки колі-індекс очищеного і знезараженого поверхневого стоку не повинен перевищувати 100 для тих систем водопостачання, де персонал має безпосередній контакт з водою і 1000, де такого контакту немає. Зважаючи на те що за наявності в поверхневому стоці специфічних токсичних домішок він, як правило, відводиться і очищається сумісно з виробничими стічними водами, що містять аналогічні з'єднання, додаткових заходів при використанні поверхневого стоку в системах технічного водопостачання, з точки зору забезпечення токсикологічної безпеки, як правило, не вимагається.

1.3 Технологічні властивості поверхневого стоку

Велику перспективу має використання очищеного поверхневого стоку в оборотних системах водопостачання, що охолоджують. При цьому вимоги до технологічних властивостей очищеного поверхневого стоку зводяться до забезпечення ефективної роботи теплообмінних апаратів, тобто практично до повної відсутності утворення на поверхні теплообмінників сольових, біологічних і механічних відкладень і корозії устаткування. Економічна ефективність використання поверхневого стоку в оборотних системах водяного охолодження головним чином визначається термостабільністю і корозійною агресивністю.

Оцінка технологічних властивостей - стабільності і корозійної активності поверхневого стоку промислових підприємств різних галузей промисловості по індексах Ланжельє і Різнера приведена в таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 - Значення індексів Ланжельє і Різнера для поверхневого стоку підприємств різних галузей промисловості

Підприємство	Температура, ^{0}C					
	30		35		40	
	I	I_c	I	I_c	I	I_c
Металургійний завод	-0,81	9,22	-0.71	9,03	-0.62	8,84
Машинобудівний завод	-0,42	8,54	-0,32	8,25	-0,23	8,16
Нафтопереробний завод	0,37	7.06	0.47	6.87	0,56	6,68
Нафтохімічний комбінат	0,11	7,28	0.21	7,09	0,3	6.9
ПО "Азот"	-0,48	7,96	-0,38	7,77	-0,29	7.58
Завод синтетичного каучуку	-0,15	8,27	-0,05	8.08	0,04	7,89
Завод гумотехнічних виробів	0,10	7,40	0,2	7,21	0.29	7,02
ТЕЦ	-0.71	9.03	-0,63	8,75	-0,51	8,58

З приведених в таблиці 1.1 цих досліджень видно, що поверхневий стік нестабільний і в системах в незначній мірі можуть з'являтися як карбонатні відкладення, так і корозія устаткування.

Нині немає загальновизнаного критерію оцінки корозійної активності води. Процеси корозії пов'язані з характерними особливостями води і металу,

і в першу чергу з хімічним складом оборотної води. Істотний вплив на швидкість загальної і місцевої корозії за інших рівних умов (вміст кисню, температура, pH і т. д.) робить вміст у воді хлоридів і сульфатів. Із збільшенням їх концентрації полегшується анодний процес, зменшується розчинність кисню, знижується активність іонів, внаслідок чого інтенсифікується процес корозії конструктивного матеріалу. Крім того, хлориди, і особливо сульфати, чинять негативний вплив на захисні властивості карбонатних плівок.

Незважаючи на численні спроби протягом десятиріч, аналітично прогнозувати технологічні властивості оборотної води можна дуже приблизно. Це обумовлено складністю фізико-хімічних процесів, що відбуваються в системах оборотного водяного охолодження. Найнадійніше визначати термостабільність і корозійну агресивність шляхом експериментальних досліджень.

Аналітичні і експериментальні дослідження технологічних властивостей дощових вод підприємств різних галузей промисловості показали, що вони, як правило, нестабільні відносно утворення карбонатних відкладень. Швидкість цього процесу залежно від температури і кратності упарювання може досягати десятка міліметрів в рік. У ряді випадків дощовий стік проявляє корозійну агресивність, що негативно може позначитися на експлуатації оборотних систем.

Низька термостабільність дощового стоку при його застосуванні в системах оборотного водопостачання може привести до значного зниження коефіцієнта теплопередачі. У зв'язку з цим потрібно застосування спеціальних методів кондиціонування.

1.4 Кондиціонування поверхневого стоку

Використання очищеного поверхневого стоку в оборотних системах водопостачання, що охолоджують, пов'язане з вирішенням проблеми захисту трубопроводів і устаткування від відкадень солей, корозії, біохімічних обростань і механічних забруднень. Як показують дослідження технологічних властивостей поверхневого стоку, в першу чергу необхідно передбачати заходи по запобіганню сольовим відкладенням. По характеру і механізму дії способи боротьби з відкладенням мінеральних солей можна розділити на три групи:

1. Що знижують концентрацію іонів, які утворюють відкладення солей.
2. Що прискорюють процес кристалізації.
3. Введення інгібіторів, що уповільнюють процес кристалізації.

Зм'якшування додаткової води доцільне при підвищеній її жорсткості. Поверхневий стік, як правило, містить не-значну кількість солей жорсткості, за винятком випадків, коли в дощову каналізацію відводяться продувальні води оборотних систем. У зв'язку з цим застосування методів зм'якшування поверхневого стоку недоцільно. Для запобігання карбонатних відкладень найбільш раціональні фосфатування, підкислення або комбінована фосфатно-кислотна обробка. Найбільш надійним способом запобігання карбонатних відкладень є підкислення. Цей спосіб застосовний при будь-яких значеннях карбонатної жорсткості додаткової води і коефіцієнтів упарювання води в системах. Перевагою методу підкислення є те, що він дозволяє попередити утворення карбонатних відкладень при мінімальній величині продування і навіть при повній її відсутності.

Експериментальні дослідження підтверджують високу ефективність методу підкислення оборотних вод, які формуються на основі очищеного поверхневого стоку. Так, швидкість утворення карбонатних відкладень на сталевих трубчатих зразках (сталь марки Ст3) знижувалася з 0,487 мм в 1 рік без обробки води до 0,017...0,035 при обробці додаткової води сірчаною

кислотою [5].

Ефект обробки води методом підкислення з метою запобігання карбонатних відкладень складав 92,8...96,5%. Недоліком цього методу є агресивність вживаних реагентів і можливість корозії устаткування у разі перевищення необхідних доз кислоти. При розрахункових дозах кислоти, як показують експериментальні дослідження, швидкість корозії оборотної води не перевищує допустимих значень, тобто 0,1 мм/рік [4].

При використанні поверхневого стоку в оборотних системах може виникнути необхідність застосування яких-небудь методів захисту устаткування і трубопроводів від корозії. Нині пройшли промислову перевірку десятки різних комбінацій інгібіторів корозії. Найбільш ефективними інгібіторами є цинк-хроматний і трьохкомпонентна композиція: фосфати-цинк-хром. Незважаючи на високу ефективність, застосування інгібіторів корозії на основі хроматів обмежується екологічним чинником. Це пов'язано з тим, що інгібітор має високу токсичність і його кількість, що скидається у водоймища і атмосферу, повинна відповідати допустимим нормативним значенням. Високу антикорозійну ефективність має також цинк-фосфатний інгібітор.

Експериментальні дослідження фосфатних і цинк-фосфатних інгібіторів показали їх досить високу ефективність при використанні в оборотних системах стічних вод, по складу близьких до очищеного поверхневого стоку.

Високий вміст в поверхневому стоці зважених речовин обумовлює необхідність його глибокого очищення, оскільки їх осадження на поверхні теплообмінника оборотних систем призводить до зниження теплопередачі і до збільшення швидкості корозії стали під шаром осаду. Можливість відкладень зважених речовин й теплообмінних апаратах визначається концентрацією цих речовин і їх гідравлічною крупністю, конструкцією теплообмінників і швидкістю руху води.

Найбільшу здатність до механічних відкладень мають теплообмінники

з подачею води в міжтрубний простір, оскільки швидкість руху води в ньому близько 0,3 м/с. При такій швидкості руху в осад можуть випасти частки з гідравлічною крупністю 0,6 мм/с і більше. Збільшення швидкості руху води призводить до зменшення вірогідності випадання зважених речовин в системі [6].

Якщо гідравлічна крупність зважених часток оборотної води нижча за критичну гідравлічну крупність, то і при великій їх концентрації випадання на поверхню теплообмінника не повинно відбуватися. Для повного запобігання випаданню зважених речовин в теплообмінниках гідравлічна крупність зважених часток має бути нижче критичної. Враховуючи гранулометричний склад зважених речовин поверхневого стоку, їх концентрація в стоці при вступі в оборотні системи водопостачання, де швидкість руху води може знижуватися до 0,5 м/с, не повинна перевищувати 10 мг на 1 л. [7]

Біологічні обростання оборотних систем не лише знижують теплопередачу, але і значною мірою можуть посилювати корозію теплообмінної апаратури. В більшості випадків для боротьби з біологічними обростаннями в оборотній системі застосовують хлор. Залишкова концентрація активного хлору в межах від 0,2 до 1 мг на 1 л води достатня для знищення мікроорганізмів. Періодична обробка оборотної води підвищеними дозами хлору є економнішим і ефективнішим способом боротьби з біообростанням, чим постійна обробка. Як показує досвід експлуатації, хлорування ефективне і для оборотних систем, в яких як додаткова вода використовується очищений поверхневий стік.

1.5 Приклади використання поверхневого стоку в системах технічного водопостачання

Найбільш ефективним рішенням проблеми запобігання забруднення водоймищ поверхневим стоком є повторне його використання в системах технічного водопостачання промислових підприємств. Таке рішення часто буває і економічно вигіднішим, оскільки скорочується споживання природної води і, як правило, вимагається менш глибоке його очищення в порівнянні з варіантом скидання у водоймище. Проте у зв'язку з імовірнісним характером утворення поверхневого стоку потрібна акумулююча ємність. Таким образом, повторне використання поверхневого стоку в системі технічного водопостачання, маючи екологічні і у ряді випадків економічні переваги, вимагає, як правило, значних виробничих площ

Нині на ряду зарубіжних заводів поверхневий стік використовується в оборотних системах водяного охолодження і для пожежогасінні, причому очищення і підготовка його до використання в цих системах водопостачання обмежується, як правило, відстоюванням в ставках. Показовим прикладом використання поверхневого стоку в системах технічного водопостачання може служити нафтопереробний завод під Парижем. Його продуктивність складає 5,1 млн т нафти, що переробляється, в рік. Основна продукція - бензин, дизельне паливо, мазут і бітум. Особливість заводу, з точки зору водозабезпечення, полягає в тому, що в районі його розташування немає водоймищ і як єдине джерело промислового водопостачання використовуються атмосферні опади. Для максимального затримання атмосферних опадів по периметру території заводу площею 200 га на глибину до водонепроникних пластів побудована залізобетонна стіна завтовшки 50 см. Протяжність цієї стіни в ґрунті 5 км [7].

Затримані атмосферні води, річний об'єм яких більше 1 млн $м^3$, дренажними насосами перекачуються в акумулюючий резервуар і надалі

застосовуються в системах промислового водопостачання. При використанні цих вод в системах оборотного водопостачання, що охолоджують, ніякої додаткові обробки, окрім періодичного хлорування, не застосовується. Якість води в акумулюючому резервуарі таке, що для приготування знесоленої води, необхідної для технологічних потреб заводу, вона подається на іонообмінні фільтри без попереднього очищення. Багаторічний досвід експлуатації заводу показав, що прийнята схема дозволяє задовольняти усі потреби технологічних процесів у водних ресурсах за рахунок атмосферних опадів.

Значний досвід використання поверхневого стоку в системах промислового водопостачання накопичений на підприємствах нафтопереробною, металургійною, автомобільною, хімічною і інших галузей промисловості.

Нині на переважній більшості нафтопереробних заводів (НПЗ) поверхневий стік з територій технологічних установок, резервуарних парків і естакад відводиться спільно з виробничими стічними водами. Після фізико-механічного очищення, а у ряді випадків і біологічного ці стічні води, як правило, використовуються для підживлення оборотних систем. Відведення ж поверхневого стоку з іншої території заводу в більшості випадків здійснюється відкритими лотками і кюветами. Розрахунки показують, що при середній кількості атмосферних опадів 600 мм в рік загальний об'єм поверхневого стоку для НПЗ середньої потужності коливається в межах 0,9...2,7 млн $м^3$/рік, що складає від 10 до 30% річної витрати свіжої води, що споживається на технічні потреби заводу. По сольовому складу поверхневий стік відповідає вимогам, що пред'являються додатковій воді, і може бути використаний після відстоювання для підживлення оборотних систем. Очищення поверхневого стоку рекомендується здійснювати в пісколовках і в 4-секційному ставку-акумуляторі [8].

Рекомендації по знешкодженню поверхневого стоку з територій металургійних заводів з метою використання їх в системах оборотного

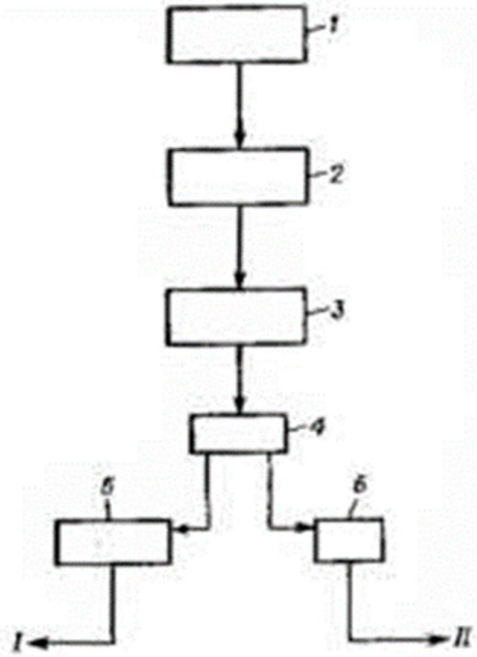
водопостачання розроблені НВО "Енергосталь". Доля поверхневого стоку в загальному балансі водоспоживання залежить від багатьох умов і коливається в широкому діапазоні від 12% від загального споживання свіжої води для технічних цілей до 20..25%. Для забезпечення вимог до води, що охолоджує устаткування, по зважених речовинах одного гравітаційного відстоювання поверхневого стоку металургійних заводів буває, як правило, недостатньо. Найдоцільніше в таких випадках піддавати освітлений стік фільтруванню. При цьому фільтрування можна здійснювати як на самостійній станції, так і на спорудженнях водопідготовки.

Для глибокого очищення поверхневого стоку від зважених речовин і нафтопродуктів в НВО "Енергосталь" розроблені зернисті фільтри з плаваючим пінополістірольним завантаженням. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що потрібне для викоистання в оборотних системах водопостачання якість очищеного стоку забезпечується при швидкості фільтрування 30.. 40 м/год з обробкою води, що поступає, поліакриламідом дозою 1..2 мг/л. За таких умов ефект очищення від зважених речовин складає 85...90 % і від нафтопродуктів 60-75% [9]. Поверхневий стік підприємств кольорової металургії також використовується в системах технічного водопостачання. На відмінність від підприємств чорної металургії в кольоровій для глибокого очищення поверхневого стоку більшою мірою застосовується реагентне очищення з використанням відходів втобництва. На рис. 1.1 представлена принципова технологічна схема очищення поверхневого стоку титаномагнієвої підгалузі.

При дозі плаву печі переробки пульпи (відходів виробництва) 25…50 мг на 1 л поверхневого стоку і тривалості її відстоювання 10 год вміст зважених речовин в освітленій воді не перевищує 15 мг на 1 л, що відповідає вимогам, які пред'являються до оборотної води.

Як правило, споруди по очищенню поверхневого стоку компонуються в єдиному комплексі із загальнозаводськими спорудами по очищенню виробничих стічних вод, оскільки в цьому випадку забезпечена постійна

експлуатація споруд кваліфікованими кадрами. Об'єднуються вузли обробки осаду, нафтопродуктів і, де це необхідно, - реагентів. При роздільному очищенні поверхневого стоку, як правило, приймається наступна її схема: розділова камера – відстійник - насосна станція- фільтри із загрузкою - насоси подачі води на технічні потреби заводу і вузли обробки осаду і обезводнення нафтопродуктів, поєднані з відповідним вузлом виробничих стічних вод.



1 - поверхневий стік;. 2 – усереднювач; 3 - введення коагулянту;
4 - освітлення; 5 - освітлена вода; 6 - осад
I - в систему водообороту, II -в мулоущільнювач

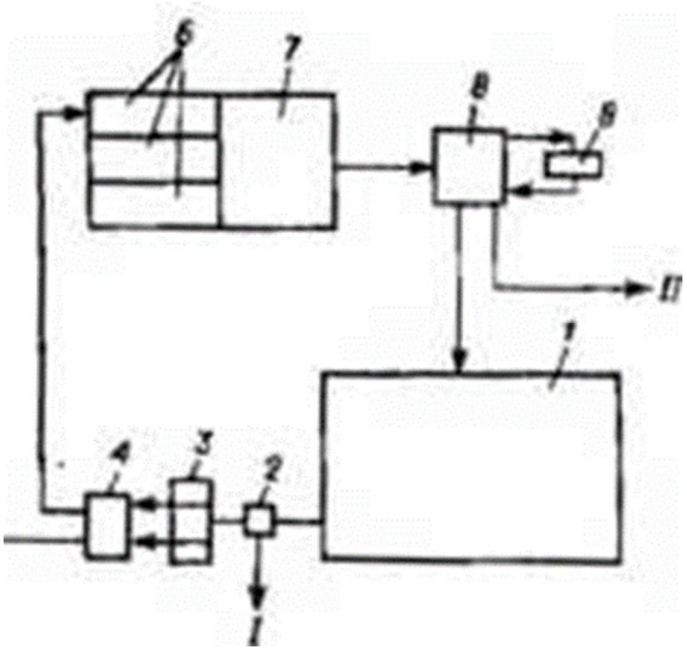
Рисунок 1.1 - Технологічна схема відведення і очищення поверхневого стоку

Наведені вище приклади використання поверхневого стоку в системах технічного водопостачання є типовими і для підприємств інших галузей промисловості, для підприємств хімічної промисловості застосовуються дещо видозмінені схеми очищення поверхневого стоку, на рис. 1.2

представлена схема очисних споруд виробничого об'єднання "Азот", відмітною особливістю якої є наявність контрольних резервуарів [10].

У разі забруднення поверхневого стоку токсичними речовинами він перекачується на очисні споруди виробничих стічних вод, а при їх відсутності в ставок-усереднювач і далі в біологічні ставки. Очищений поверхневий стік в період поливу сільськогосподарських угідь подається на зрошення, а в решту часу використовується для технічних цілей підприємства.

Екологічні і економічні переваги використання поверхневого стоку для технічних цілей призводять до розширення застосування таких схем.



1 - підприємство; 2 - розділова камера; 3 - контрольна місткість;
4 - насосна станція; 5 -очисні споруди виробничих стічних вод;
6 - секція ставка-усереднювача; 7 - біологічний ставок;
8 - насосна станція; 9 - фільтри;
I - водоймище; II - поля зрошування

Рисунок 8.5 - Принципова схема очищення поверхневого стоку виробничого об'єднання "Азот"

2 ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ

По мірі вдосконалення систем очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод поверхневий стік міських територій і промислових майданчиків стає одним з головних джерел забруднення природної гідросфери. Питома вага поверхневого змиву і каналізованого, але не очищеного дощового, талого і мийного стоку в річках і водоймищах безперервно наростає. Для багатьох підприємств саме поверхневий стік, що несе в собі захоплені дощем при проходженні атмосфери сірчистий ангідрид, оксиди азоту і забруднений зваженими речовинами, що змиваються з промислової території, а також нафтопродуктами, залишається найсерйознішим з невирішених проблем водовідведення.

Поверхневий стік впливає на водні об'єкти періодично, причому інтенсивність дії різко коливається. Переважна кількість рідких опадів випадає у вигляді дощів малої інтенсивності і витрати талого стоку, як правило, також невеликі. Відповідно, велика частина забруднень, тих що накопичуються на території водозбірного басейну, виноситься у водоймища з невеликими витратами води. Крім того, при визначенні пропускної здатності очисних споруд орієнтація на максимальні витрати зливового стоку рідкісної повторюваності, на прийом і відведення якого розраховується мережа дощової каналізації, недоцільна, оскільки це призводить до підвищених витрат на будівництво очисних споруд при їх короткочасній роботі на повну продуктивність.

Нині при визначенні продуктивності очисних споруд поверхневого стоку виходять з умови Затримання можливо більшої кількості забруднень, що містяться в стоці при обробці мінімальної його витрати. При цьому у разі відсутності в дощовому стоці специфічних домішок з токсичними властивостями допускається піддавати ;очищенню тільки найбільш концентровану за змістом домішок частину стоку, що формується при часто випадних малоінтенсивних дощах, а також в початковий період інтенсивних

злив. Залежно від кліматичних чинників, в першу чергу від співвідношення в цій місцевості шарів опадів, що припадають на частку малоінтенсивних дощів і злив, заданим умовам відповідатимуть періоди одноразового р перевищення розрахункової інтенсивності дощу в межах від 0,05 до 1 року. За цих умов забезпечується подача на очисні споруди 70% річного об'єму дощового стоку, 100 % річного об'єму мийних вод і більшої частини талих вод [8].

При випаданні дощів з інтенсивністю, що перевищує тижневу, частина стоку скидається у водоймище минувши очисні споруди. В цьому випадку стічні води, що скидаються у водоймище окрім очисних споруд, повинні піддаватися чищенню від сміття, плаваючих домішок, у тому числі нафтопродуктів і піщаних фракцій з гідравлічною крупністю більше 18,7 мм/с. Для промислових майданчиків, поверхневий стік з яких може виносити токсичні забруднення (підприємства другої групи), скидання навіть частині дощового стоку без очищення недопустимий. Проте і в цьому випадку проектувати очисні споруди на максимальну витрату дощового стоку недоцільно. Для скорочення витрат на будівництво і експлуатацію очисних споруд слід передбачати регулювання витрати дощового стоку.

2.1 Відстоювання. Конструкції різних типів відстійних споруд

Відстоювання є одним з основних методів вилучення із стічних вод, механічних домішок, що осідають і спливаючих. Ефективність роботи відстійників обумовлена наступними основними чинниками, залежними від седиментаційних властивостей зважених речовин, таких як гідравлічна крупність часток, концентрація суспензії, гранулометричний склад, схильність до утворення пластівців, електрокінетичні явища і так далі, залежними від гідродинамічних умов роботи споруди - режиму руху, щільності і конвекційних струмів, ступеня використання об'єму споруди і т. д.

Основною характеристикою зважених часток стічних вод при розрахунку відстійних споруд є їх гідравлічна крупність, яка залежить від багатьох параметрів, : розміру, щільності і концентрації часток, їх електричних зарядів і адсорбційних властивостей, в'язкості і щільності рідини, висоти зони відстоювання і т. д. Наявні теоретичні і емпіричні формули для визначення гідравлічної крупності часток в основному справедливі для осадження поодиноких шароподібних часток.

Поверхневий стік, як вже відзначалося, представляє собою надзвичайно нестабільну полідисперсну систему зі значними коливаннями складу і концентрації забруднень. При цьому седиментаційні властивості поверхневого стоку залежать від місця відбору проб, вивчення кінетики осадження зважених речовин при висоті зони відстоювання 0,3 м представлено на рис. 2.1.

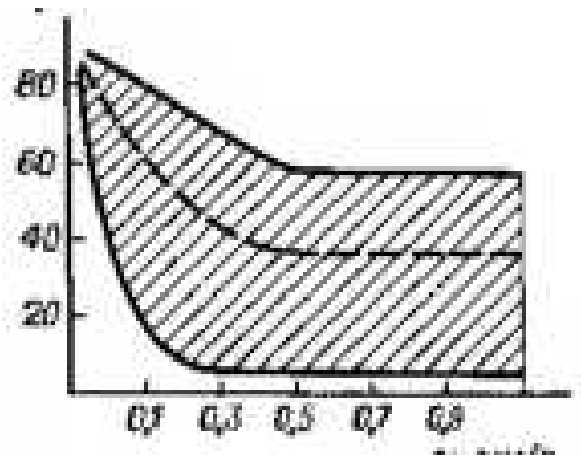


Рисунок 2.1 - Узагальнені дані кінетики осадження зважених речовин дощового стоку

На рис. 2.1 показані межі розкиду дослідних даних і розрахункова крива, відповідна середньою по експериментальних даним. Концентрація зважених речовин у відібраних пробах коливалась від 340 до 4050 мг/л. Значний вміст в поверхневому стоці тонкодисперсних домішок обумовлює

залишковий вміст суспензії при відстоюванні протягом 1..3 діб залежно від початкової концентрації 100. 300 мг/л. На підставі вивчення кінетики відстоювання дощових і талих вод був розрахований ефект освітлення залежно від тривалості відстоювання для висоти зони осадження 2 м. Дані про ефект освітлення приведені в таблиці 2.1 [5].

Таблиця 2.1 - Залежність ефекту освітлення від тривалості відстоювання

Тривалість відстоювання, год	1	2	3	6	12	24
Ефект освітлення, %:						
мінімальний	15	30	40	60	70	80
середній	45	53	60	68	78	85
максимальний	65	75	78	80	80	90

Розрахункові дані про необхідну міській території, при різній глибині проточної зони відстійника Н для досягнення заданого ефекту освітлення приведені в таблицю. 2.2. Приведені дані представляють узагальнення експериментальних досліджень [4].

Таблиця 2.2 - Тривалість відстоювання, год, дощового стоку (у чисельнику) і талого стоку (у знаменнику)

Ефект	Глибина проточної зони, м				
	2	2,5	3	3,5	4
20	0,77	0.8	0,83	0,86	0,88
	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37
30	1,27	1.32	1.37	1,41	1,45
	0,52	0,54	0,56	0,59	0,59
40	1,64	1,72	1,79	1,84	1,89
	0,79	0,83	0,85	0,89	0,91
50	2,3	2.4	2.48	2,57	2,63
	1,17	1,23	1,27	1,31	1,35
60	3,03	3,16	3,26	3,37	3,48
	1,59	1,67	1,72	1,78	1,83
70	4.55	4.81	5,0	5,15	5,26
	2,3	2,4	2,48	2,57	2,63
80	6.9	7.14	7.5	7.61	7.84
	3,64	3,85	3,96	4,12	4.21

Численні дослідження технологічного моделювання процесу відстоювання поверхневого стоку проведені на промислових підприємствах. Характерні криві кінетики відстоювання дощових, талих і поливомійних вод, отримані при висоті зони відстоювання 200 мм, представлені на рис. 2.2 [3].

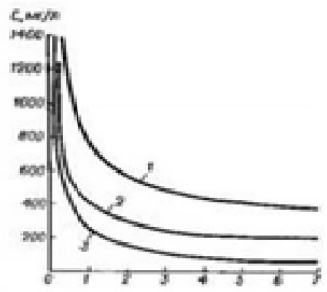


Рисунок 2.2 - Кінетики відстоювання дощових, талих і поливомийних вод

Дані кінетики показують, що поверхневий стік в значній мірі містить дрібнодисперсні домішки. Так, при виділенні часток з гідравлічною крупністю 0,2 мм/с і більше залишкова концентрація зважених речовин складає 100...500 мг/л. На підставі узагальнення експериментальних досліджень кінетики відстоювання дощових вод рекомендується для досягнення, необхідного ефекту освітлення Э набувати наступних значень для гідравлічної крупності часток суспензії u_0. Для висоти зони відстоювання 2 м:

Э, % . . .	50	60	70	80	85	90	95
u_0, *мм/с* .	0,62	0,32	0,12	0.045	0,027	0,012	0.008

Пропорційно ефекту освітлення знижується вміст органічних речовин, виражених ХСК. При тривалості відстоювання 1..2 доби ефект зниження вмісту зважених речовин і показника ХСК коливається від 80 до 90 %, а показника $БСК_{20}$ від 60 до 80%. Залишковий вміст зважених речовин у відстояній воді може досягати 100 мг/л, нафтопродуктів 0,5..3, а органічних

речовин в перерахунку на ХСК і $БСК_{20}$ відповідно до 50...80 і 15...20 мг/л.

Як показують дослідження [3], поверхневий стік разом з тонкодисперсними частками містить і великі механічні домішки, для виділення яких доцільно застосовувати пісколовки. За даними досліджень кінетики відстоювання, в дощовому стоці вміст часток піску з гідравлічною крупністю більше 15 мм/с коливається в межах від 10 до 15%, в талому стоці - до 20.

Для видалення основної маси зважених речовин і нафтопродуктів поверхневого стоку застосовуються різні конструкції відстійних споруд, горизонтальні і радіальні відстійники, нафтовловлювачі, ставки, накопичувачі і т. п. В останній час для очищення поверхневого стоку починають застосовуватися тонкошарові поличні відстійники, а також тонкошарові блоки для інтенсифікації роботи ставків-відстійників. Для очищення поверхневого стоку до недавнього часу широко застосовувалися ставки-відстійники, спорудження закритого типу (підземні) і стаціонарні щитові загородження в акваторії водоймища.

Для очищення поверхневого стоку з майданчиків промислових підприємств залежно від витрати стічних вод застосовуються горизонтальні відстійники. На підприємствах, що займають територію від 20 до 100 га, застосовуються типові нафтовловлювачі. Очищення поверхневого стоку промислових підприємств з більшою території, як правило, здійснюється в ставках-накопичувачах. Ці ставки є земляними місткостями, розділені перетинкою (греблею) на два відсіки: секції брудної і чистої води. Дощова вода поступає в перший відсік, що є збіркою забрудненої частини дощового стоку. Робоча ємність цього відсіку розраховується на прийом усього об'єму дощового стоку, підмета очищенню, т е. на накопичення стоку від дощу з періодом одноразового перевищення p = 0,050 - 0,1 року [11].

Стік дощів більшої інтенсивності після наповнення першого відсіку досягши верхнього рівня перепускається в другий відсік. Конструкція перепускання забезпечує затримання плаваючих часток і нафтопродуктів в

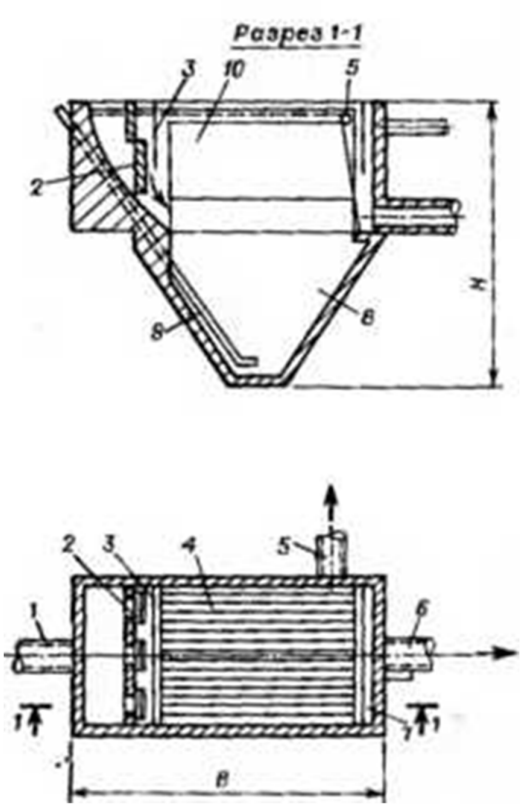
першому відсіку. На випадок переповнювання ставка передбачено переливання з "чистої" секції в найближче водоймище або потік. Біля кожного ставка-накопичувача розташовуються насосні станції з двома групами насосів, одна група перекачує відстояну стічну воду з "брудної" (першою) секції, як правило, на загальнозаводські очисні споруди в період мінімального вступу на них виробничих стічних вод. Друга група насосів залежно від прийнятої схеми відведення поверхневого стоку перекачує води з "чистої" секції у водоймище, на станцію підготовки технічної води або безпосередньо на підприємство.

Для облаштування ставків-відстійників доцільно використовувати природні пониження місцевості, яри, кар'єри, русла пересихаючих струмків і так далі. Чищення ставків-накопичувачів з вивезенням осаду передбачається, як правило, в сухий час року землерийними машинами загального призначення (бульдозерами). У ряді випадків очищення ставків-відстійників від осаду виробляють багаточерпаковою землерийною машиною з вантаженням його в шаланди н відвезенням до місця звалища. У разі розміщення ставків-відстійників в районі великих каналізаційних колекторів осад, що випав в ставках, перекачують насосами в ці колектори. Для видалення домішок, що спливли, доцільно застосовувати маслонафтозбірні кишені, оскільки досвід експлуатації ставків-відстійників показав, що щілинні труби для збору нафтопродуктів неефективні [8].

Усе більш широке поширення у вітчизняній і світовій практиці очищення природних і стічних вод знаходять різноманітні конструкції тонкошарових відстійників. Використання методу відстоювання в тонкому шарі дозволяє значно інтенсифікувати процес виділення механічних домішок і забезпечити високу ступінь освітлення в спорудах для малих площ і об'ємів. Інтенсивний метод механічного очищення вимагає певної підготовки води, що поступає, забезпечує стабільну роботу поличних відстійників без засмічення великими домішками. Виходячи з цих міркувань широке застосування тонкошарове відстоювання отримує при доочистці

поверхневого стоку. Для цієї мети відстійники оснащуються тонкошаровими модулями.

Розроблена конструкція тонкошарового поличного відстійника торцевого типу, представлена на рис. 2.3. Принцип роботи полягає в наступному: поверхневий стік по трубопроводу, що підводить, поступає в ємність з торцевого боку і далі, проходячи грати, поступає до тонкошарового блоку. У тонкошаровому блоці поверхневий стік інтенсивно одночасно звільняється від зважених речовин і нафтопродуктів.



1 - трубопровід, що підводить; 2 - грати;
3, 7 - напівзанурювальні перегородки;4 - тонкошарові блоки;
5 - трубопроводи для видалення нафтопродуктів;
6 - трубопровід, що відводить; 8 - осадова зона:
9 - трубопровід для видалення осаду; 10 - зона відстоювання

Рисунок 2.3 - Тонкошаровий відстійник торцевого типу

Нафтопродукти, що спливли, трубопроводом 5 віддаляються в спеціальні місткості на подальшу обробку. Освітлений в блоці стік по трубопроводу, що відводить, 6 відводиться з відстійника. З метою забезпечення кращих умов для виділення осідаючих часток і запобігання попаданню часток масло-нафтопродуктів, що спливли, у відстійнику передбачені напівзанурювальні перегородки 3 і 7.

Ефективність роботи тонкошарового відстійника торцевого типу перевірялася на поверхневому стоці з концентрацією зважених речовин 800...3000 мг/л і вмістом нафтопродуктів 20...80 мг/л.

В результаті проведених досліджень встановлено, що при збільшенні концентрації зважених речовин в початковій воді спостерігається підвищення залишкового їх вмісту в очищеній воді з 8...10% (при швидкості руху води в міжполичному просторі 1 мм/с) до 30...40 % (при швидкості 10 мм/с) від початкової концентрації в поверхневому стоці, що поступає.

Для досягнення високої ступеня очищення оптимальний кут нахилу пластин і відстань між ними складають відповідно 60…70° і 50…10 мм. Основна маса забруднень в тонкошаровому відстійнику осідає за 10…30 хв, і подальше збільшення тривалості відстоювання не призводить до значного поліпшення очищення. Протягом 30 хв в тонкошаровому відстійнику ефект затримання зважених речовин досягає 85...90%, тоді як в горизонтальному відстійнику завглибшки 3 м навіть при 5 ч відстоювання ефект очищення від зважених речовин складає 60...62% (для однієї і тієї ж початкової концентрації).

Проведені експериментальні дослідження показали, що при використанні тонкошарових відстійників торцевого типу для очищення поверхневого стоку площі для розміщення споруд можуть бути понижені в 6..10 разів, а капітальні витрати в 2,5...3 рази в порівнянні з існуючими спорудами.

2.2 Фільтрування поверхневого стоку

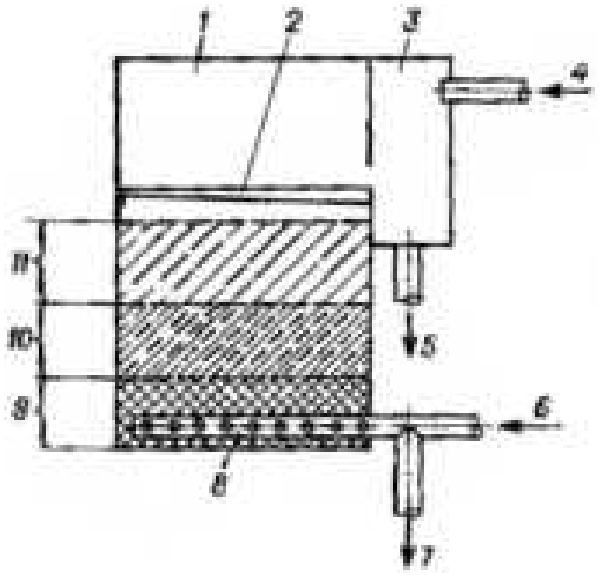
Для інтенсифікації освітлення поверхневого стоку і забезпечення глибшої ступеня очищення, що досягається у відстійних спорудах, воду очищають способом фільтрування через різні завантаження з природних і синтетичних матеріалів, обробляють коагулянтами і флокулянтами. Для доочистки стічних вод від зважених речовин і нафтопродуктів їх гущавині усього фільтрують. Нині пройшли тривалу промислову перевірку фільтри із завантаженням з піску, керамзиту, пінополіуретану, пінополістиролу, сіпрону, деревної стружки та ін.

Відмінною рисою поверхневого стоку є можливість підвищення концентрації зважених речовин, що поступають на фільтри. У цих умовах традиційні піщані фільтри хоча і забезпечують видалення основної маси забруднень, але мають ряд недоліків : низьку продуктивність і складність експлуатації, трудомісткість частих операцій по регенерації матеріалу, що фільтрує. У зв'язку з цим застосування піщаних фільтрів для самостійної доочистки поверхневого стоку скрутно із-за складності регенерації і експлуатації в умовах періодичного вступу стічних на очищення. Аналогічно піщаним завантаженням не вирішує проблеми і використання керамзиту, вулканічних шлаків, торфу, цеолітів та ін.

З фільтрів з природним завантаженням для доочистки поверхневого стоку успішно застосовують каркасно-засипні фільтри. Каркасно-засипний фільтр є двошаровим фільтром з низхідним потоком води. Цей фільтр вигідно відрізняється від інших тим, що його завантаження, забезпечуючи фільтрування у напрямі убуваючої крупності зерен, виконується з недефіцитних природних матеріалів (рис. 2.4).

Завантаження каркасно-засипного фільтру складається з каркаса, як який використовується великий гравій або щебінь з розмірами фракцій 40-60 мм, і засипки, що складається з піску. Крупність часток піску вибирається залежно від якості початкової води і необхідної ступеня очищення. Для

доочистки поверхневого стоку розмір часток загрузки рекомендується приймати в межах 1...1,25 мм. Різна крупність зерен засипки і каркаса забезпечує вільне проникнення зерен засипки в канали, що утворюються в каркасі фільтру.



1 - секція фільтру : 2 - жолоб для відводу промивної води;
3 - збірна кишеня; 4 - підведення води; 5 - відведення промивної води,
6 - підведення води на промивання; 7 - відведення фільтрату;
8 - трубчастий дренаж; 9 - підтримуючі шари.
10,11 - відповідно дрібно- і крупнозернисте завантаження
Рисунок 2.4 - Схема каркасно-засипного фільтру

Таким чином, вода, що очищається, проходить спочатку через шар каркаса, не засипаного піском, де очищається від основної маси забруднень, а потім поступає в нижні шари і фільтрується через дрібнозернистий матеріал, що фільтрує, - шар завантаження.

Конструкція каркасно-засипного фільтру забезпечує стабільний ефект очищення при значних коливаннях якості і кількості початкової води, що дуже важливо при очищенні поверхневого стоку, оскільки дозволяє здійснювати Промивку середовища будь-якої інтенсивності, що фільтрує, без

небезпеки зміщення підтримувальних гравієвих шарів.

Перевагою каркасно-засипних фільтрів є так-же можливість використання контактної коагуляції. Дослідження цієї конструкції фільтру для доочистки поверхневого стоку машинобудівного підприємства показали, що при безреагентному фільтруванні концентрація зважених речовин і нафтопродуктів у фільтраті не перевищує відповідно до 5 і 3 мг/л. Тривалість фільтроциклу при швидкості фільтрування 10 м/год залежно від початкової забрудненості води складає 30..36 ч. Контактна коагуляція дозволяє забезпечити при тій же швидкості фільтрування концентрацію зважених речовин 3 мг/л і нафтопродуктів 1-1,5 мг/л. Тривалість фільтроциклу при цьому складає 20...24 год [7].

Останнім часом проводяться великі дослідження нових матеріалів, що фільтрують, які мали б більшу брудоємність, відрізнялися невисоким темпом приросту втрат натиску при забрудненні і відносно простою регенерацією. Значний вміст нафтопродуктів в поверхневому стоці, що поступає на фільтри, обумовлює доцільність застосування полімерних матеріалів, що фільтрують, які мають олеофільні властивості. Як таке середовище, що фільтрує, в практику очищення усе більш широко впроваджуються полімерні високопористі полістирол і пінополіуретан. Застосування синтетичних матеріалів, пористість яких досягає 95%, дозволяє істотно підвищити швидкість фільтрування, збільшити тривалість фільтроциклу і здійснювати процес очищення з меншими витратами в порівнянні зі звичайними зернистими фільтрами.

На підставі досліджень ефективності застосування пінополіуретану для очищення поверхневого стоку розроблено ряд конструкцій фільтрів, що складаються з однієї, двох або трьох послідовно працюючих секцій, розташованих в одному корпусі. Як матеріал, що фільтрує, передбачено використання подрібненого пінополіуретану з розмірами гранул часток 10...15 мм і пір 0,8...1,2 мм. З метою регенерації завантаження її промивають водою одночасно перемішуючи стислим повітрям і віджимаючи.

Механічним віджиманням завантаження у водному середовищі досягається практично повне відновлення її поглинаючої здатності. Видалення основної маси затриманих домішок досягається при триразовому віджиманні з перемішуванням. Віджимання здійснюється за допомогою поршневого пристрою з механічним або гідравлічним приводом. Необхідний об'єм промивної води при водоповітряному промиванні відповідає двократному об'єму загрузки.

Узагальнені дані, що характеризують ефективність роботи пінополіуретанового фільтру по видаленню зважених речовин при безреагентному фільтруванні (середній вміст зважених речовин в початковій воді 200 мг/л), приведені в таблиці 2.3 [8].

Таблиця 2.3 - Ефект освітлення поверхневого стоку залежно від швидкості фільтрування і висоти шару завантаження, що фільтрує

Швидкість фільтрування, м/год	Тривалість фільтрування, год							
	10	20	30	40	50	60	70	80
	Висота шару завантаження 1,5 м							
10	89,0	89.0	88.4	87,6	86.6	84.8	83,0	81,2
15	85.0	83,9	82,5	80,8	78,7	76,0	72,7	70,0
20	81,4	79,6	77.3	73,8	70,1	66,4	62,6	58,6
25	77,5	74.7	70.5	66,0	60.7	56.0	51.0	-
30	73,5	69,3	64.0	57,3	-	-	-	-
40	62,3	56,6	48.0	39,0	-	-	-	-
	Висота шару завантаження 1 м							
10	84,6	84,1	83,4	81,0	77,0	71.5	85.8	60.1
15	79,7	78,9	77,0	73.2	68.4	62,6	56,8	51.1
20	74,8	74,8	70,6	65.0	59,4	53,6	48,0	42.2
25	68.8	68.8	63.3	56.3	50,6	43.3	37,2	-
30	63,0	63,0	-	-	-	-	-	-
	Висота шару завантаження 0,5 м							
10	72,0	71,3	69,4	63.5	56,4	49,3	42,2	-
15	63,9	68.2	58,0	51.0	44,0	-	-	-
20	69,8	56,8	-	-	-	-	-	-

Аналіз експериментальних даних показує, що при безреагентном фільтруванні істотний вплив на процес затримання зважених речовин чинять

висота шару, що фільтрує, і швидкість фільтрування. Високий ефект освітлення (90..80%) досягається при висоті шару завантаження 1,5 м і відносно невисокої швидкості фільтрування (10..15 м/год) при швидкостях фільтрування в межах 10..30 м/год ефект освітлення при висоті шару завантаження 1 і 1,5 м відповідно дорівнює 85..60 н 90.95 %. Зменшення висоти шару завантаження і збільшення швидкості фільтрування призводить до зниження ефекту освітлення.

Оскільки при безреагентному фільтруванні не проглядається явно вираженого періоду захисної дії загрузки, тривалість фільтроциклу для кожного режиму роботи визначається залежно від необхідної ступеня очищення.

За даними експериментальних досліджень, брудоємність 1 $м^3$ завантаження з пінополіуретану у багато разів перевершує брудоємність 1 $м^3$ піщаного завантаження і залежно від умов фільтрування коливається від 40 до 200 кг Для цієї загрузки характерні відносно невисокі втрати натиску і повільне їх наростання. Так, при висоті шару завантаження 1 м втрати натиску, що фільтрує, на початку фільтроциклу складають 0,2...0,6 м вод.ст, а через 50 год при швидкості фільтрування 10.. 25 м/год підвищуються до 0,3...0,9 м вод.ст. [10].

Контактна коагуляція дозволяє підвищити ефективність роботи пінополіуретанових фільтрів. Ефект освітлення поверхневого стоку при попередній обробці його флокулянтом ПАА дозою 1 мг/л залежно від швидкості фільтрування складає 93...99% при висоті шару завантаження 1,5 м, 85...95 % при висоті 1 м і близько 85 % при висоті шари завантаження 0,5 м. Нижче наводяться рекомендовані технологічні параметри пінополіуретанових фільтрів при флокуляційній обробці поверхневого стоку.

Висота шару завантаження, м	1 ..1,5
Щільність завантаження, кг/м3	50.70
Швидкість фільтрування, м/год	20...25
Ефект освітлення по зважених речовинах, %	90...95

Брудоємність 1 м^3 завантаження, кг .	50
Втрати натиску	
на початку фільтроциклу, м вод.ст.	0,5...0,6
у кінці фільтроциклу, м вод.ст.	1...2

Тривалість фільтроциклу при початковій концентра-ции зважених речовин 200 мг/л при висоті шару завантаження 1,5 м залежно від швидкості фільтрування складає від 12 до 50 год.

Нові можливості подальшого скорочення витрат на фільтрування і максимального збільшення тривалості фільтроциклу відкриває використання листового пінополіуретану. Відкритоячейковий пінополіуретан має максимально можливу пористість 95...98%.

У зв'язку з посиленням вимог до вмісту нафтопродуктів в поверхневому стоці, що відводиться у водні об'єкти, розроблені рекомендації по доочистці поверхневого стоку фільтруванням через активне вугілля. Експериментально показано [4], що досягти залишкового вмісту нафтопродуктів у кількості 0,3 мга на 1 л можна в результаті фільтрування поверхневого стоку через мезопористе викопне вугілля. Для досягнення концентрації нафтопродуктів 0,05 мг/л додатково потрібно фільтрування через активне вугілля, зокрема через БАВ.

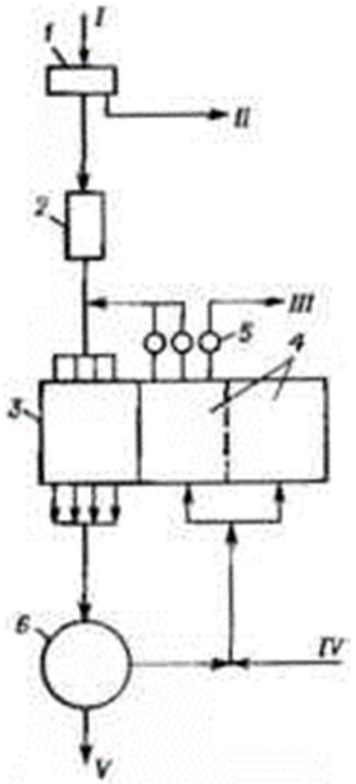
2.3 Біологічна доочистка поверхневого стоку

Поверхневий стік з територій промислових підприємств окрім забруднень у вигляді нерозчинених домішок містить органічні сполуки в колоїдному і розчиненому стані. Не дивлячись на те, що частина цих забруднень за рахунок сорбції на зважених частках віддаляється при відстоюванні і фільтруванні, у ряді випадків потрібно глибше очищення поверхневого стоку від органічних сполук. Для видалення таких забруднень із стічних вод широке застосування знайшов метод біологічного очищення. Епізодичність утворення поверхневого стоку і різкі коливання навантаження

по забрудненнях викликають серйозні труднощі застосування традиційних методів біологічного очищення із застосуванням активного мулу. Для підтримки життєдіяльності біомаси активного мулу між дощами станції біологічного очищення поверхневого стоку розташовуються в безпосередній близькості від станції аерації міських або виробничих стічних вод. При цьому надмірний активний мул станції аерації в період випадання дощів подається на спорудження біологічного очищення поверхневого стоку. Прикладом раціонального рішення є станція біологічної контактної стабілізації в м. Кеноша, штат Вісконсін, США. Схема очисних споруд м. Кеноша показана на рис. 2.5 [9].

Під час вступу дощового стоку з колектору загальносплавної каналізації частина стічних вод, що пройшли грати, насосами подаються в пісколовку і далі в контактний резервуар об'ємом 934 $м^3$. З контактним резервуаром блокується аеробний стабілізатор надмірного активного мулу станції аерації. Стабілізатор розділений на дві секції об'ємом 1387 $м^3$ кожна, час перебування активного мулу в яких складає 7 діб. В період вступу дощових вод частина активного мулу з аеробного стабілізатора перекачується в контактний резервуар. Час перебування стічних вод в контактному резервуарі складає 15..20 хв. Ступінь рециркуляції активного мулу - 0,25. Витрата повітря в контактному резервуарі складає 30 $м^3$ на 1 кг $БСК_5$, а в аеробному стабілізаторі - 6..8 $м^3$ на 1 кг $_{БСК5}$. З контактного резервуару стічна вода подається у вторинний відстійник діаметром 42,7 м, а потім хлорується і скидається в оз. Мічиган.

Досвід експлуатації показує, що $БСК_5$ на очисних спорудах в середньому знижується з 102 до 17,8 мг/л, т. е. ефект видалення $БСК_5$ в середньому 83% при коливаннях 80...90%. Концентрація зважених речовин знижується з 314 до 26,4 мг/л, тобто на 92%. Ефект очищення по загальному органічному вуглецю складає 80% (з 113 до 22.8 мг/л). Вміст загального азоту і фосфатів знижується на 50%, відповідно з 11,0 до 5,5 мг/л і з 4.8 до 2.4 мг/л.



1 - насосна станція; 2 - переливи з комбінованої системи каналізації;
3 - контактний резервуар; 4 - аеробний стабілізатор надмірного активного мулу;. 5 - насоси для подачі мулу; 6 - вторинний відстійник;
I - стічні води комбінованої системи : II - на станцію аерації;
III - в мулоущільнювач; IV - надмірний активний мул зі станції аерації.
V - очищений стік на хлорування і в озеро Мічиган

Рисунок 2.5 - Очисна станція в США

Достоїнствами контактної стабілізації, на думку американських фахівців, являються: високий ефект очищення, централізоване розміщення устаткування і обслуговуючого персоналу, а також зниження навантажень на станцію аерації. До недоліків цього методу очищення відносяться: висока первинна вартість; очисні споруди повинні розташовуватися поряд із станцією аерації, і відвідний колектор повинен мати можливість відведення поверхневого стоку на очисні споруди.

Окрім контактної стабілізації в США для біологічної очистки поверхневого стоку застосовуються біофільтри, біоконтактори, що

обертаються, і очисні лагуни. Застосування високоефективних споруд штучною біологічною очисткою в біофільтрах і біоконтакторах, що обертаються, забезпечує високий ефект очищення по $БПК_5$ і зваженим речовинам близько 85...95%, але вимагає пристрою регулюючих місткостей. Ефект очищення поверхневого стоку в лагунах різних типів (окислювальні ставки, ставки, що аеруються, ставки вищою водною рослинністю і т. д.) коливається по $БПК_5$ від 30 до 90 %, по видаленню зважених речовин від 20 до 92 %. Капітальних витрат на біологічне очищення 1 м3 поверхневого стоку складають: при контактній стабілізації - 3,4 тис. дол., на краплинних біофільтрах - 3,5, на біоконтакторах, що обертають, - 1,3; у окислювальних ставках 1,0 і в аеруємих ставках - 700 дол.

В УНДІ "УкрВОДГЕО" проведені дослідження біологічного очищення поверхневого стоку, що формується на території промислового району складного нафтохімічного комплексу. Поверхневий стік окрім характерних забруднень – зважених речовин і нафтопродуктів - містить великий набір специфічних з'єднань, властивих технологічним процесам цих підприємств, таких як метанол, формальдегід, продукти органічного синтезу, СПАР та ін. $БСК_{20}$ поверхневого стоку досягає 100 мг/л [10]. З урахуванням кліматичних умов - теплого клімату і наявності негодящих земель - для очищення поверхневого стоку застосовано біологічне очищення в природних умовах. Очищення здійснюється в дві ступені: перша - в самопливному каналі протяжністю 9 км і друга - в біологічному ставку. Для інтенсифікації процесу біологічного очищення і канал, і ставок засіяні вищою водною рослинністю. Крім того, ставок обладнаний лабіринтовими каналами, в яких вода, що очищається, рухається з певною швидкістю. Така система очищення дістала назву гідроботанічне очищення. Багаторічний досвід експлуатації показує, що прийнята схема стійко працює впродовж року і забезпечує якість води, відповідну вимогам для повторного використання в системах технічного водопостачання.

2.4 Склад очисних споруді і способи їх розрахунку

Залежно від якісної характеристики і необхідної ступеня очищення поверхневого стоку можуть застосовуватися: грати, пісколовки, відстійні спорудження різних типів, акумулюючі ємності, фільтрувальні споруди, флотатори, споруди для реагентной і біологічного очищення, очисні споруди можуть бути відкритого і закритого типів.

При самостійному очищенні поверхневого стоку з промислових територій до складу очисних споруд рекомендується включати грати, пісколовки і відстійники з механізованим видаленням осаду - горизонтальні або радіальні. У разі потреби забезпечення вищої ступеня очищення можуть застосовуватися тонкошарові відстійники торцевого або радіальні відстійники зі вбудованою камерою флокуляції, а також доочистка фільтруванням з використанням різних типів завантажень залежно від складу і необхідної ступеня очищення поверхневого стоку.

Незалежно від конструкції і типу відстійних споруд вони повинні мати пристрої для затримання і періодичного видалення спливаючих нафтопродуктів і осаду. З метою видалення нафтопродуктів з поверхні при змінному рівні води у кінці секцій рекомендується передбачати нафтозбірні лотки, обладнані щитовими затворами з верхнім переливанням, а при постійному рівні води у відстійних спорудах - щілинні поворотні труби або інші нафтозбірні пристрої.

У секціях відстійних споруд необхідно передбачати пристрої для збору і зганяння тих, що спливли нафто- і маслопродуктів. Видалення продуктів, що спливли, здійснюється у міру їх накопичення. Нафтопродукти, зібрані з поверхні води, рекомендується відводити в спеціальні резервуари для обезводнення. Зневоднені нафтопродукти повинні ввозитися на утилізацію. Оскільки відстоюванням не вдається забезпечити умови відведення поверхневого стоку у водні об'єкти зважаючи на недостатній ефект очищення, слід ширше впроваджувати в практику проектування

фільтрувальні станції.

При витраті поверхневого стоку до 300 л/с і сприятливих гідрогеологічних умовах для його очищення використовуються очисні споруди закритого типу. Кожна секція таких споруд, а їх повинно бути не менше двох, включає: грати, пісколовку, горизонтальний відстійник з бункером для накопичення осаду і системою нафтомаслозбору і вбудовані або такі, що блокуються з відстійником касетні фільтри. Коли ж застосовуються касетні фільтри заввишки 0,5 м із завантаженням з синтетичних або нетканих матеріалів, при швидкості фільтрування 5…7 м/год ефект освітлення складає 60...80 % в залежності від початкової концентрації.

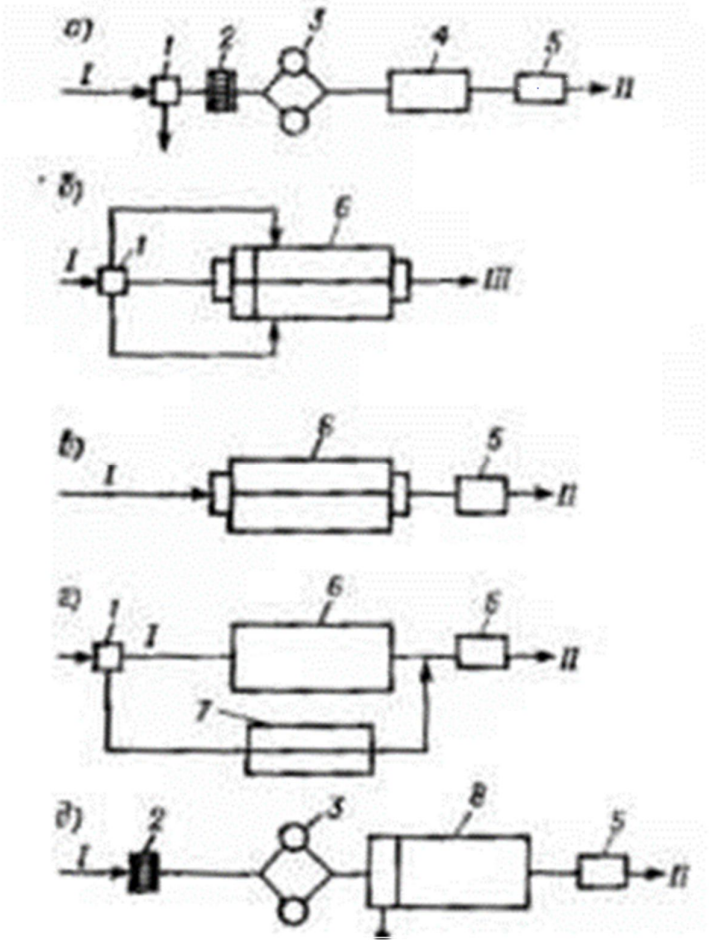
Комплекс споруд для очищення поверхневого стоку з промислових майданчиків приймається конкретно для кожного об'єкту залежно від прийнятої схеми відведення, вимог до якості очищеної води, розрахункової витрати або кількості стоку, що подається на очищення, можливості очищення спільно з виробничими стічними водами, наявність вільних площ під будівництво споруді т. п. Принципіальні схеми очисних споруд при використанні усього об'єму поверхневого стоку або його частини в системах виробничого водопостачання і за відсутності можливості використання поверхневого стоку для потреб підприємства представлені на рис. 2.6.

Ці схеми в основному відносяться до тих підприємств першої групи, поверхневий стік яких не забруднений специфічними для цього підприємства домішками. Поверхневий стік підприємств другої групи, як правило, рекомендується очищати спільно з виробничими стічними водами.

При цьому регулювання н очищення від зважених речовин можуть передбачатися як самостійно, так і спільно з виробничими стічними водами.

Для уловлювання плаваючого сміття в головній частині очисних споруд передбачаються грати з прозорами 50 мм. При площі водозбірного басейну більше 100 га рекомендується встановлювати грати з механізованим очищенням, а при площі менше 100 га допускається використовувати грати з

ручним очищенням. Швидкість руху стічних вод в прозорах грат при максимальному припливі слідує приймати рівною 0,8...1 м/с.



а і д - з частковим використанням стоку в системах промислового водопостачання; *б* - з доочисткою спільно з виробничими стічними водами; *в і г* - з повним використанням стоку
1 - розподільна камера, 2 - грати, 3 - пісколовки, 4 - відстійник, 5 - спорудження доочистки. 6 - ставок-відстійник: 7 - ємність регулююча, 8 -ємність акумулююча.
I - поверхневий стік; II - очищений поверхневий стік в систему виробничого водопостачання або на станцію водопідготовки;
III - поверхневий стік на станцію очищення стічних вод;
IV - поверхневий стік у водоймище

Рисунок 2.6 - Принципові схеми споруд для регулювання і очищення поверхневого стоку з промислових майданчиків

Кількість плаваючого сміття на 1000 га в середньому складає: для дощових і поливомийних вод - 0,2, а для талих %од - 0,3 м3.

У разі застосування відстійників з механізованим збором і видаленням затриманих забруднень доцільно передбачати пісколовки. Число пісколовок або відділень пісколовок має бути не менше двох, причому усі пісколовки або відділення мають бути робочими.

Для очищення поверхневого стоку найдоцільніше застосовувати горизонтальні або тангенціальні пісколовки.

Для поверхневого стоку розрахунок пісколовки рекомендується вести на затримання часток піску діаметром 0,2 мм і гідравлічною крупністю 18,7 мм/с. Тривалість протікання стічних вод в горизонтальній пісколовці має бути не менше 30 с.

При розрахунку тангенціальних пісколовок слід виходити з питомого гідравлічного навантаження, рівного 110 $м^3/(м^2$-год) при максимальному припливі стічних вод і діаметрі пісколовки не більше 6 м. Впускання води рекомендується здійснювати по усій розрахунковій глибині, рівній половині діаметру.

Кількість піску, що затримується в пісколовках, в середньому складає 15 % від маси зважених речовин. Для розрахунку бункерів для піску слід приймати: вологість піску 60…70 %, об'ємна маса шламової пульпи 1,2…1,5 $т/м^3$; зольність затриманого в пісколовках піску складає 60…90%, вміст нафтопродуктів в зневодненому піску - не більше 3 %.

Тип відстійних споруд рекомендується вибирати за результатами техніко-економічних розрахунків з урахуванням продуктивності очисних споруд, черговості будівництва, характеристики ґрунтів, конфігурації і рельєфу майданчика, рівня ґрунтових вод, схеми очисних споруд, необхідній мірі очищення та ін. Відстійні споруди можуть пердбачатися залізобетонними або земляними. Залізобетонні відстійники доцільно споруджувати при витраті стічних вод до 500 л/с, а також в усіх випадках за несприятливих гідрогеологічних умов. При витраті до 300 л/с можливо застосування відстійників закритого типу, т. е. підземних залізобетонних споруд. При великих витратах води економічно доцільно влаштовувати

ставки-відстійники.

Розрахунок відстійників належить вести по гідравлічній крупності часток суспензії, виділення яких забезпечує необхідний ефект очищення.

Основні конструктивні розміри тонкошарових відстійників торцевого типу визначають залежно від необхідної ступеня очищення.

Середня швидкість робочого потоку залежно від ступеня очищення поверхневого стоку від зважених речовин, іншими словами, ефекту освітлення, при прийнятій довжині тонкошарових елементів приймається по таблиці 2.4.

Визначивши конструктивні розміри тонкошарового відстійника виходячи із забезпечення необхідної ступеня очищення по зважених речовинах, слід провести перевірочний розрахунок ефективності очищення поверхневого стоку від нафтопродуктів. При цьому ефективність затримання нафтопродуктів в тонкошаровому відстійнику залежно від довжини тонкошарових елементів і швидкості руху рідини перевіряється по даним таблиці 2.4 [10].

Таблиця 2.4 - Швидкість робочого потоку, мм/с, залежно від ефекту освітлення

Ефект освітлення, %	Довжина тонкошарових елементів. м		
	1,5	2	3
55	10	-	-
60	6,1	9	-
65	4.2	6	8,5
70	2,9	4.3	6,0
75	2,0	3	4,3
80	1.4	2	3
85	0.9/8	1.2/10	1.8
90	0,5/4,3	0,65/6	1.9/6
95	0.2/2	0.2/3	0,2/4

Примітка. В чисельнику дані для дощового стоку, в знаменнику - для талого.

Таблиця 2.5 - Швидкість робочого потоку, км/з, залежно від ефекту очищення поверхневого стоку від нафтопродуктів

Ефект освітлення, %	Довжина тонкошарових елементів. м		
	1,5	2	3
60	4.4	6.2	9,2
65	3.5	4.5	6.0
70	2,3	3,4	4,3
75	1.7/9,1	2,5/10.2	3,0
80	1,0/5,6	1,8/7,1	2,0/9,9
85	0,8/4.0	1,0/5,5	1.2/6,8
90	0,5/2,6	0,8/3.9	0,65/5.3
95	0,2/1.0	0.2/2.5	0.2/3,2

Примітка. У чисельнику приведені дані для дощового стоку, в знаменнику - для талого.

Виходячи з об'єму осаду, що утворюється, і місткості зони накопичення його у відстійній споруді визначають інтервал часу між вивантаженнями осаду. Залежно від прийнятого типу відстійної споруди видалення осаду, що скупчився, передбачається самими різними способами: самопливно, під гідростатичним тиском і т. д., а також насосами, гидроелеваторами, ковшовими елеваторами, грейфером, земснарядами, екскаваторами, бульдозерами і іншими машинами і механізмами.

При роздільному очищенні поверхневого стоку додаткове зниження вмісту домішок може бути досягнуте за рахунок фільтрування, реагентної обробки або флотації. Вибір способу доочистки і конструкції очисної споруди повинен обґрунтовуватися техніко-економічним розрахунком.

Загальна площа фільтрів визначається виходячи з витрати стічних вод, швидкості фільтрування і режиму промивання. Як вже відзначалося, швидкість фільтрування для каркасно-засипних фільтрів приймається рівною 10 м/год. для пінополіуретанових - до 25 м/год.

У ряді випадків, при підвищеному вмісті в поверхневому стоці нафтопродуктів, для його очищення застосовуються флотатори-відстійники. Випробування і експлуатаційні спостереження за роботою флотаторів-відстійників і зернистих фільтрів, показали, що при початковому вмісті нафтопродуктів і зважених речовин до декількох тисяч мг на 1 л їх вміст в 1

л очищеної води складає 10...20 мг, тобто ефект очищення як по зважених речовинах, так і по нафтопродуктах знаходиться в межах 98... 99% [10].

Для обробки осадів на станціях очищення поверхневого стоку можуть передбачатися: вивезення їх автоцистернами з вакуумними насосами або автосамоскидами в спеціально відведені місця, висушування на резервній секції ставка-відстійника або на майданчиках мулу, механічне обезводнення на фільтрах або спільна обробка з осіданнями природних або стічних вод, що залишаються в очисних спорудах. При продуктивності очисних споруд до 150 л/с рекомендується передбачати вивезення осаду автотранспортом. На станціях, де для очищення поверхневого стоку влаштовуються ставки-відстійники, рекомендується передбачати додатково секцію для обробки осадів. У міру накопичення осаду вимикається одна з секцій відстійника, з якої витікає освітлена вода. Осад вологістю 50-60% видаляється екскаваторами, бульдозерами, грейферами і іншими машинами і механізмами. За наявності вільних площ і при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні можуть передбачатися майданчики мулу, на яких осад висушується до вологості 50 %.

Майданчики мулу рекомендується проектувати у вигляді накопичувачів, де відбувається як відстоювання, так і поверхневе видалення води мулу. Майданчики мулу проектуються на природній основі, якщо дозволяють гідрогеологічні умови.

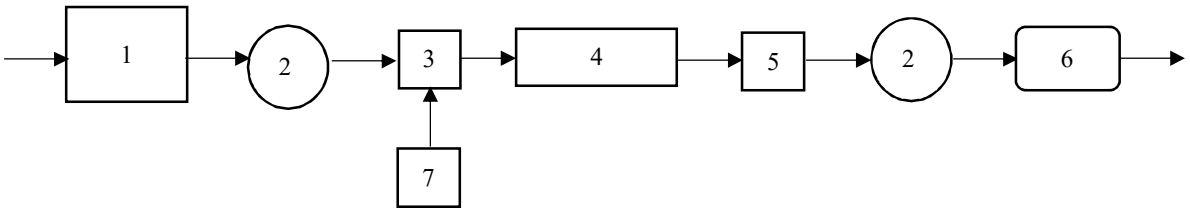
2.5 Вибір та обґрунтування схеми очистки

На основі аналізу існуючих способів очищення поверхневого стоку приймаємо метод гравітаційного відстоювання. В якості основної споруди вибираємо нафтовловлювач у вигляді горизонтального відстійника з системою збору спливаючих речовин для видалення нафтопродуктів. Для інтенсифікації процесу відстоювання передбачена реагентна обробка води коагулянтом – гідроксихлоридом алюмінію. Для можливості додавання

очищеного поверхневого стоку до системи оборотного водопостачання газоочисток передбачено доочищення після відстоювання методом фільтрування. В якості фільтрувального апарату приймаємо скорий зернистий напірний одношаровий фільтр з фільтрувальною загрузкою подрібненим коксиком фракцією 0,4-1,4 мм. Для вирівнювання нерівномірності поступання поверхневого стоку він перед очисткою змішується з дренажними водами.

Принципова технологічна схема очистки приведена на рис 2.7.

Дренажні води, атмосферні опади, талі та поливомийні води поступають в приймальні резервуари 1, звідкіля насосами 2 подаються спочатку на змішування з розчином коагулянту 3, а потім в нафтовловлювач 4. Освітлена вода збирається в проміжну ємність 5 і насосами подається на доочистку в напірний зернистий фільтр 6 і далі в оборотну систему газоочисток.



1- приймальні резервуари; 2 – насоси; 3 – змішувач;
4 – відстійник-нафтовловлювач; 5 – проміжний резервуар;
6 – фільтри; 7 – реагентне господарство

Рисунок 2.7 – Принципова схема очищення поверхневого стоку

2.6 Розрахунок споруд технологічної схеми очищення поверхневого стоку

Основні розрахункові характеристики очисних споруд :

- розрахункова витрата стічних вод - 1300 м^3/год;
- середній вміст зважених речовин – 150 мг/л;
- середній вміст нафтопродуктів – 1,2 мг/л;
- оптимальна доза коагулянту (гідроксихлорид алюмінію) – 10 мг/л.

2.6.1. Реагентне господарство

Гідроксихлорид алюмінію поставляється в рідкому стані в тарі єврокуб об’ємом 1 м^3. Масова частка основної речовини в перерахуванні на Al_2O_3 не менше 30%, марка Б другий сорт.

Об’єм коагулянту на складі зберігання, м^3:

$$W_c = \frac{24 \cdot Q \cdot T \cdot D_K}{10000 \cdot b_c \cdot \gamma}, \qquad (2.1)$$

де Q - витрата стічних вод,м^3/год;

T - час, на який заготовлюють коагулянту, 15...30 діб;

D_K - доза коагулянту, 10 мг/л;

b_c - концентрація розчину коагулянту в тарі постачання, 30%;

γ - об'ємна маса розчину коагулянту, ~1,2 т/м^3.

$$W_c = \frac{24 \cdot 1300 \cdot 30 \cdot 10}{10000 \cdot 30 \cdot 1{,}2} = 26\,\text{м}^3$$

Розмір баків с коагулянтом в плані 1200х1200 мм. Кількість баків – 26 шт.

Площа складу, м^2:

$$F_c = N \cdot a \cdot b \cdot k_c \qquad (2.2)$$

де N –кількість баків на складі, шт;

a та b – розміри баків в плані, м;

k_c – коефіцієнт врахування проходів, 1,2.

$$F_c = 26 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 = 45\,\text{м}^2$$

Приймаємо площу складу 48 м^2.

Приготування розчину коагулянту роблять у розчинних баках, місткість яких, м^3, визначають по формулі:

$$W_P = \frac{Q \cdot n \cdot D_K}{10000 \cdot b_P \cdot \gamma}, \qquad (2.3)$$

де Q - витрата стічних вод,м^3/год;

n - час, на яке заготовлюють розчин коагулянту, 12...24 год.;

D_K - доза коагулянту;

b_p - концентрація розчину коагулянту в розчинному баці, 17-24%;

γ - об'ємна маса розчину коагулянту, ~1,1 т/м^3.

$$W_P = \frac{1300 \cdot 24 \cdot 10}{10000 \cdot 17 \cdot 1{,}1} = 1{,}7\,\text{м}^3$$

Кількість розчинних баків приймається з урахуванням обсягу постачань, способів доставки і розвантаження і повинна бути не менш трьох. Приймаємо в якості розчинних баків апарати з перемішуючим пристроєм об’ємом 0,6 м^3 в кількості 3 шт діаметром 800 мм.

Місткість видаткових баків, м^3:

$$W = W_P \cdot b_p / b, \quad (2.4)$$

де b - концентрація розчину коагулянту у видаткових баках, до 12%.

$$W = 1,7 \cdot 24 / 12 = 3,4 \text{ м}^3$$

Кількість видаткових баків не менш двох. Приймаємо в якості розчинних баків апарати з перемішуючим пристроєм об'ємом 1,2 м^3 в кількості 3 шт діаметром 1200 мм.

Дозування розчину гідроксихлориду алюмінію у воду роблять насосами-дозаторами. Продуктивність насоса-дозатора, л/год:

$$Q_n = \frac{Q \cdot D_K}{10 \cdot b \cdot \gamma} = \frac{1300 \cdot 10}{10 \cdot 12 \cdot 1,1} = 98,5 \quad (2.5)$$

Приймаємо насос-дозатор марки НД–120/6 продуктивністю 40-120 л/год в кількості 2 робочих та 1 резервний.

2.6.2 Змішування реагентів з поверхневим стоком

Змішування реагентів зі стічною водою роблять у змішувачах гідравлічного типу – вихрових вертикальних. Число змішувачів не менш двох.

Вертикальний змішувач являє собою круглий чи квадратний резервуар з конічним днищем. Площа поперечного перерізу верхньої частини змішувача, м^2:

$$F_B = Q /(n \cdot v), \quad (2.5)$$

де Q - витрата води, м^3/с;

n – кількість змішувачів;

v - швидкість висхідного руху води під водозбірним пристроєм, рівна 0,03...0,04 м/с.

$$F_B = 0{,}36 /(3 \cdot 0{,}03) = 4 \text{ м}^2$$

Розмір сторони верхньої частини квадратного в плані змішувача, м:

$$D_ц = \sqrt{F_B} = \sqrt{4} = 2. \quad (2.6)$$

Висота нижньої пірамідальної частини змішувача, м:

$$h = (B - d_n) / (2 \sin \alpha/2). \quad (2.7)$$

де d_n - діаметр трубопроводу, що подає, підбирається для забезпечення швидкості руху потоку в межах 1,2...1,5 м/с;

α - кут між похилими стінками нижньої частини, рівний 30...45^0.

Діаметр трубопроводу підводу води, м:

$$d_n = \sqrt{\frac{4Q}{n \cdot \pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}36}{3 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}35}} = 0{,}33 \quad (2.8)$$

Приймаємо стандартний діаметр d_n=300мм

Тоді висота нижньої пірамідальної частини змішувача

$$h = (2 - 0{,}3) / (2 \sin 15^0) = 3{,}28 \text{ м}$$

Об’єм пірамидальної частини змішувача, м^3:

$$V_H = h\ (B^2 + d_n^2 + B \cdot d_n) / 3 = 3{,}28\ (2^2 + 0{,}3^2 + 2 \cdot 0{,}3)/3 = 5{,}13 \quad (2.9)$$

Об’єм змішувача, м^3:

$$V_{CM} = Q_1 \cdot t / 60, \quad (2.10)$$

де t - час змішання, 1,2...2 хв.

$$V_{CM} = 1300 \cdot 1{,}5 / (3 \cdot 60) = 10{,}83 \text{ м}^3$$

Обсяг верхньої частини змішувача, м^3:

$$V_B = V_{CM} - V_{H.} = 10{,}83 - 5{,}13 = 5 \quad (2.11)$$

Висота верхньої частини, що повинна знаходитися в межах 1...1,5 м:

$$h = V_B / F_B = 5 / 4 = 1{,}2 \text{ м} \quad (2.12)$$

Збір води здійснюється у верхній частині змішувача периферійним лотком через затоплені отвори при швидкості руху води через отвір $v_{отв}$ = 1 м/с.

Число отворів:

$$N_{отв} = 4Q_1 / (\pi d_{отв}^2 \cdot v_{отв}) = 4 \cdot 0{,}36/(3 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1^2 \cdot 1) = 16 \quad (2.13)$$

Отвори рівномірно розподіляються по периметру. Швидкість руху води в периферійному лотку $V_Л$ = 0,6 м/с, а ухил дна лотка i = 0,02.

2.6.3 Розрахунок горизонтальних нафтовловлювачів

При розрахунку горизонтальних нафтовловлювачів спочатку визначають об'єм відстійника, м^3:

$$W = Q \cdot t \tag{2.14}$$

де Q – витрата стічної води, м^3/год;

t – час відстоювання, год, t=0,75.

$$W = 1300 \cdot 0,75 = 975 \text{ м}^3$$

Площа нафтовловлювача в плані, м^2:

$$F = \frac{W}{H}, \tag{2.15}$$

де H - робоча глибина відстійника, H=2м.

$$F = \frac{975}{2} = 487,5 \text{ м}^2$$

Загальна довжина нафтовловлювача

$$L = \frac{F}{nB_1}, \tag{2.16}$$

де n - число відділень, не менше двох;

B_1 – ширина одного відділення, 6 м.

$$L = \frac{487,5}{2 \cdot 6} = 35,7 \text{ м}$$

Приймаємо стандартну довжину відстійника-нафтовловлювача 36 м.

Маса осаду, що уловлюється, т/доб.:

$$G_{сух} = \frac{C_o \cdot Э \cdot Q}{1000 \cdot 1000}, \quad (2.17)$$

де C_o - початкова концентрація суспензії, 150 мг/л;

$Э$ - ефект освітлення, 0,8;

Q - витрата стічної води, м^3/доб.

$$G_{сух} = \frac{150 \cdot 0{,}8 \cdot 24 \cdot 1300}{1000 \cdot 1000} = 3{,}74 \text{ т/доб}$$

Обсяг осаду, м^3/доб:

$$V_{ос} = \frac{100 \cdot G_{сух,} \cdot 1{,}2}{(100 - W_{сух}) \cdot \rho}, \quad (2.18)$$

де $W_{ос}$ - вологість осаду, 80%;

ρ - щільність осаду, 1,4 т/м^3.

$$V_{ос} = \frac{100 \cdot 3{,}74 \cdot 1{,}2}{(100 - 80) \cdot 1{,}4} = 16 \text{ м}^3\text{/доб}$$

При механізованому видаленні осаду місткість зони накопичення його в нафтовловлювачах приймають по кількості осаду за період не більш 8 год.

Обсяг осадової частини відстійника, м^3:

$$V'_{ос} = B \cdot L \ (H_1 + L \cdot i)/2, \quad (2.19)$$

де H_1 - висота нейтрального шару, рівна 0,3 м;

i - ухил днища, 0,005.

$$V'_{ос}=12\cdot 36\ (0,3+36\cdot 0,005)/2 = 103,7\ м^3$$

Обсяг приямку для осаду, м^3:

$$V''_{ос} = \frac{V_{ос}\cdot t}{24} - V'_{ос}, \qquad (2.20)$$

де t - час накопичення осаду, 8 год.

$$V''_{ос} = \frac{16\cdot 8}{24} - 103,7 = -98,4$$

Негативне значення об'єму приямку означає, що осадкової частинс відстійника достатньо для накопичення осаду. Тому приймаємо приямок виходячи з технологічних умов вивантаження осаду насосами: глибина приямку 0,5м, ширина сторони нижньої частини 0,5м, діаметр трубопроводу для вивантаження осаду 150мм.

2.6.4 Розрахунок напірного зернистого фільтру

Як фільтруючий матеріал використовується подрібнений коксик фракцією 0,4-1,4мм.

Сумарна площа фільтрів, м^2:

$$F_ф = Q / (T_{ст}V_н - n_{пр}q_{пр}t_{ін} - n_{ін}\tau_{пр}V_н), \qquad (2.21)$$

де Q - продуктивність фільтра, м^3/доб;

$T_{ст}$ - тривалість роботи станції впродовж доби, год.;

$V_н$ - розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, 10-25м/год.;

$n_{ін}$ - число промивань одного фільтра в добу, рівне 2...3;

$q_{пр}$ - питома витрата води на одне промивання, 25 м^3/(м^2·год);

$t_{ін}$ - час промивання, 0,03 год.;

$\tau_{пр}$ - тривалість простою фільтра в зв'язку з промиванням, 0,06 год.

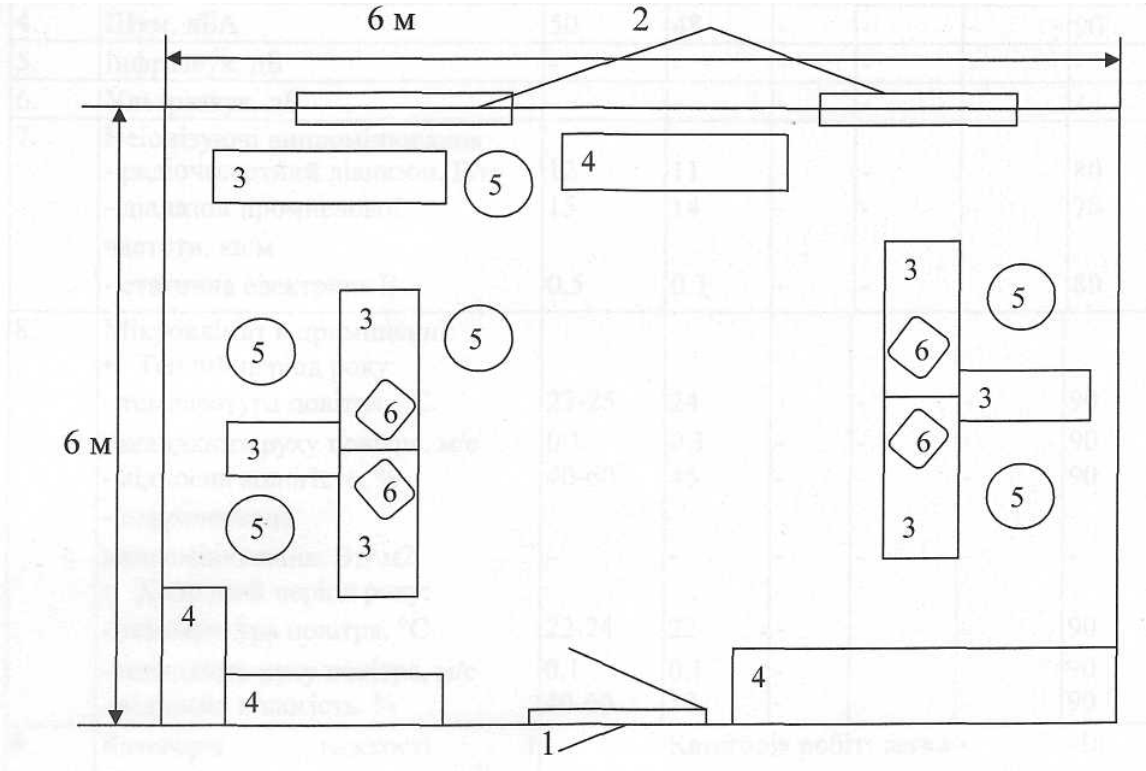
$$F_ф = 24 \cdot 1300 / (24 \cdot 25 - 2 \cdot 25 \cdot 0{,}03 - 2 \cdot 0{,}06 \cdot 25) = 52{,}4 \text{ м}^2 \ ,$$

Приймаємо фільтр ФОГ-3,6-10,5 площею фільтрації 30м^2 в кількості 2 шт. Маса фільтра 14т, габаритні розміри – діаметр 3000мм, висота 4630мм, довжина 10500мм.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Для визначення, сприятливих та потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, обираємо кімнату чергового персоналу очисних споруд. Загальна схема-план кімнати чергового персоналу очисних споруд наведено на рисунку 3.1.



1 - двері, 2 - вікна, 3 - стіл, 4 - шафи, 5 - стільці, 6 - монітор

Рисунок 3.1 - Схема-план кімнати чергового персоналу очисних споруд

.

В приміщенні, знаходиться та працює 4 особи, норматив на одну людину робочого простору складає 6 м^2, у кімнаті 36 м^2, що відповідає нормам.

Гігієнічну характеристику трудового процесу і чинників виробничого середовища для працівників кімнати чергового персоналу очисних споруд показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Оцінка факторів виробничого і трудового процесу в приміщенні кімнати чергового персоналу очисних споруд

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормат. знач.	Факт. знач.	III класи: шкідливі і небезп. умови			Тривалість дії
				I	II	III	зміну, %
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1.	Шкідливі хімічні речовини						
2.	Пил переважно фіброгенної дії, мг/ $м^3$	4	3,8				90
3.	Вібрація, дБ	-	-	-	-	-	-
4.	Шум, дБА	50	46	-	-	-	90
5.	Інфразвук. дБ	-	-	-	-	-	-
6.	Ультразвук, дБ	-	-	-	-	-	-
7.	Неіонізуючі випромінювання: - радіочастотний діапазон, В/м - діапазон промислової частоти, кв/м - статична електрика, В	 12 15 0,5	 11 14 0,3	 - - -	 - - -	 - - 	 80 70 80
8.	Мікроклімат в приміщенні:						
	• Теплий період року:						
	- температура повітря, °С	23-25	24	-	-	-	90
	- швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1	-	-	-	90
	- відносна вологість, %	40-60	45	-	-	-	90
	- інфрачервоне						
	випромінювання, Вт/ $м^2$	-	-	-	-	-	-
	• Холодний період року:						
	- температура повітря, °С	22-24	22	-		-	90
	- швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1	-		-	90
	- відносна вологість. %	40-60	50	-		-	90
9.	Категорія важкості і напруженість праці	Категорія робіт: легка -					-1а
10	Загальна оцінка умов праці:	помірно напружена					

3.2 Виробнича санітарія, електробезпека, пожежна безпека кімнати чергового персоналу очисних споруд

Мікроклімат - це метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень які впливають на тепловий обмін працівників з оточенням методом конвенції, кондукції теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивного теплового (інфрачервоного) опромінювання.

Для виконання робіт потрібен певний температурний режим, нормовані значення швидкості повітря, відносної вологості. Робота чергового персоналу відноситься до категорії 1а (витрата енергії організму при виконанні роботи до 139 Вт) і не вимагає фізичної напруги [11].

Виміряні метеорологічні умови у кімнаті відповідають оптимальним значенням. Забезпечення цих параметрів на підприємстві досягається у теплий період року вентиляцією, а у холодний — системою опалення від централізованої тепломережі.

В кімнаті чергового персоналу очисних споруд в теплий період року середня температура 24°С. В холодний період року - середня температура 22°С.

Мікроклімат у кімнаті чергового персоналу очисних споруд відповідає нормативам.

Світло - один із суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про навколишнє середовище надходить до людини через очі - наш зоровий апарат.

У кімнаті чергового персоналу очисних споруд природне бічне освітлення. Світловий проїм загальною площею 3 кв.м орієнтований на північ. Робоче місце розташоване щодо світлового прорізу так, що природне світло падає збоку. Таким чином, у кімнаті чергового персоналу

очисних споруд досягається найкраще використання природного освітлення для роботи. У приміщенні також використовується загальне рівномірне штучне освітлення (6 люмінесцентних ламп з розсіювачами з органічного скла). Виконувана зорова робота відноситься до третього розряду, підрозряд - г. Нормативні значення величин для цього розряду наступні: КПО при природному освітленні - 2%, освітленість – 300 лк [11].

Характеристика освітлення у кімнаті приведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Характеристика освітлення

Мінімальний розмір об'єкту, мм	Фон	Контраст	Розряд зорових робіт	Освітлення	
				Природне	Штучне
				e, %	E_{min}, лк
віл 0,15 до 0,3	Світлий	Середній	III, г	1.8	300

У кімнаті чергового персоналу очисних споруд освітлення відповідає нормі.

Вентиляція в кімнаті природна та штучна. Кондиціонер оснащений автоматичним датчиком, який регулює температуру і частоту включення. Внутрішній блок працює постійно, а зовнішній блок вмикається/вимикається у міру нагріву/охолоджування приміщення, де знаходиться внутрішній блок.

У кімнаті використовується настінний кондиціонер HITACHI серії LUXURY POWER, 36-50 м^2.

Таким чином, обраний кондиціонер забезпечує оптимальну температуру у кімнаті .

Шум - це один з найпоширеніших у виробництві шкідливих факторів. Шум створюють периферичні прилади.

Головним джерелом шуму у маркетинговому кімнаті є комп'ютери та кондиціонер.

Кімната чергового персоналу очисних споруд не потребує додаткових заходів по зниженню шуму, оскільки загальний рівень шуму не перевищує норму 50 дБА та складає 46 дБА.

Для вирішення проблем фізичних чинників потрібно щоденне вологе прибирання підлоги і меблів. . Комп'ютери, телефони і інші електроприлади своїм електромагнітним полем порушують протікання багатьох процесів в людському організмі.

Дія електричного струму на організм людини залежить від величини струму, що протікає через людину, частоти струму, тривалості дії, умов підключення тіла людини в електричну мережу. Безпечною для людини вважається величина змінного струму до 10 мА, постійного струму — до 50 мА. Опір людини електричному струму змінюється в широкому діапазоні. Найбільшим опором володіє шкірний покрив (до 2 000 000 Ом на 1 $см^2$), найменшим — нервові волокна і м'язи 1000 Ом на 1 $см^2$). За мінімальний розрахунковий опір людського організму береться величина 1000 Ом [11].

Електричні пристрої, до яких відноситься практично усе устаткування, представляють для людини велику потенційну небезпеку, оскільки в процесі експлуатації людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою.

Споживана потужність на 6 комп'ютерів, 6 світильників, 1 кондиціонер і принтер становить 3,1 кВт. Тип приміщення - без підвищеної небезпеки.

У кімнаті чергового персоналу очисних споруд підлога встелена струмонепровідним покриттям. У кімнаті електробезпека відповідає нормі.

Електроприбори заживлено від мережі 220 В, із частотою 50Гц. Всі вони заземлені виводом до зовнішнього середовища.

Пожежна безпека - це комплекс організаційних заходів та технічних заходів, які спрямовані на неможливості виникнення та розвитку пожежі у будь-якому стані, процесі, речовині. Основні причини можливої пожежі у досліджуваному приміщенні кімнаті - є системні блоки комп'ютерів, кондиціонер, чайник. Категорія приміщення планового відділу - Д, тому що в ній матеріали перебувають у холодному стані. Для запобігання пожежі - є система датчиків протипожежної сигналізації, яка реагує на підвищену температуру й дим. На випадок пожежі в приміщенні планового

відділу мається порошковий вогнегасник ОП-2(3), який знаходиться під склом на стіні, у кількості 2 шт. В коридорі на стіні ящик з пожежним стволом і пожежним рукавом з тканинного матеріалу. Розроблено план евакуації з відділу.

3.3 Розробка інженерних заходів щодо забезпечення нормованої освітленості кімнати чергового персоналу очисних споруд

Потрібний світловий потік лампи кожного світильника:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \tag{3.1}$$

де E – найменша освітленість, лм;

S – площа приміщення, м^2;

Z – коефіцієнт для переходу від найменшої освітленості до середньої, Z = 1,1;

К – коефіцієнт запасу, К=1,5;

η – коефіцієнт використання.

Значення η визначається залежно від індексу приміщення, який визначається:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \tag{3.2}$$

де A і B – довжина і ширина приміщення, м;

h – висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею.

$$i = \frac{6 \cdot 6}{2 \cdot (6 + 6)} = 1{,}5$$

Тоді коефіцієнт використання, тобто відносна доля потоку лампи, падаюча на поверхню S, рівний 57%.

Тоді світловий потік рівний:

$$F = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 36 \cdot 1{,}1}{6 \cdot 0{,}57} = 5210 \text{ лм.}$$

Вибираємо типа лампи: Г 220-235-500, напругою 500 Вт.

Таким чином, з проведеного аналізу шкідливих та небезпечних факторів впливу на людину, яка працює у кімнаті чергового персоналу очисних споруд, визначено, що всі фактори в межах норми.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Обслуговування реагентного господарства, нафтовловлювачів, насосного обладнання відбувається черговим та ремонтним персоналом системи оборотного водопостачання газоочисних споруд і не потребує додаткових витрат. Розрахунок проводимо згідно методики [13].

4.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати розраховують у вигляді питомих величин, віднесених до 1 м^3 стічних вод (грн/м^3).

$$C_K = \left(C_{ОСН.УС} + C_M + C_H + C_{буд} + C_{МОН}\right) \cdot \frac{1}{3600 \cdot Q_C \cdot \tau},$$

де $C_{осн.уст.}$ - вартість основного устаткування, грн;

$C_м$ – вартість установки й монтажу устаткування,

$C_м = 0{,}3 \cdot C_{осн.уст.}$, грн;

$C_{МОН}$ – вартість монтажу комунікацій, $C_{мон.} = 0{,}15 \cdot C_{осн.уст}$;

$C_Н$ – вартість накладних витрат спеціалізованої організації,

$C_н = 0{,}2 \cdot C_{осн.уст}$;

$C_{буд}$– вартість будівлі, грн.;

$Q_С$ – секундна витрата стічної води, що очищається, м^3/с,

τ – ефективний час роботи газоочистки за рік, год.

Вартість основного устаткування, його монтажу, а також монтажу комунікацій приведено в таблиці. 4.1

КВП становить 25% від вартості основного устаткування:

$КВП_{ПР}$=0,25· 4897,2=1224,3 тис. грн.

$КВП_{БАЗ}$=0,25· 4075,1=1018,78 тис. грн.

Таблиця 4.1 -Вартість будівництва і монтажу будівель, споруд і устаткування очисних споруд

Найменування	Базовий варіант			Проектний варіант		
	К-ть	Вартість, тис.грн		К-ть	Вартість, тис.грн	
		Ціна	всього		Ціна	всього
Прийомний резервуар	1	249,68	249,68	3	165,04	496,2
Реагентноє господарство				1	890,50	890,50
Відстійник	4	900,20	3600,8	2	1150,00	2300,00
Фільтр ФОГ-3,6-10,5				2	468,20	936,40
Насос 3К-6а	2	16,51	33,02	2	16,510	33,02
Насос 2х-9Л-1	2	13,70	27,40	2	13,70	27,40
Насос ВК-1/16	4	13,40	53,60	4	13,40	53,60
Насос ФГ 14,5/10-б(2ф-6)	2	18,90	37,80	2	18,90	37,80
Насос DSP-12-9/1.3	2	24,80	49,60	4	24,80	99,20
Насос 1В6/10х	2	11,60	23,20	2	11,60	23,20
Разом устаткування			4075,10			4897,32
КВП			1018,78			1224,30
Разом устаткування с КВП			5093,88			6121,60
Вартість монтажу устаткування,			1222,53			1469,20
Вартість монтажу комунікацій,			611,25			734,60
Вартість накладних витрат спеціалізованої організації,			815,00			979,46
Будівлі станції нейтралізації			6048,0			6048,00
ВСЬОГО			13790,66			15352,86

Вартість будинку в діючому варіанті розраховується залежно від його об'єму, 1 м^3 промислового будинку, що має залізобетонний каркас коштує 200 грн.

Необхідна будівля очисних споруд (90х 24 х 14)м.

Вартість будинку складе:

$C_{буд}$ =200 · 90 · 24 · 14 = 6 048 000 грн.

Питомі капітальні витрати для проектного варіанту :

$$C_K = 15352860 \cdot \frac{1}{3600 \cdot 0{,}36 \cdot 8400} = 1{,}41 \text{грн/ м}^3.$$

Питомі капітальні витрати для базового варіанту:

$$C_K = 13790660 \cdot \frac{1}{3600 \cdot 0{,}13 \cdot 8400} = 1{,}26 \text{грн/м}^3.$$

4.2 Розрахунок витрат на очищення поверхневого стоку

Річні експлуатаційні витрати на очищення газу:

$$C = \sum_{i=1}^{N} C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7,$$

де C_1 – витрати на електроенергію, грн.;

C_2 – витрати на основні і допоміжні матеріали, грн.;

C_3 – амортизаційні відрахування від основного і ремонтного фондів, грн.;

C_4 – основна і додаткова зарплата виробничих робітників, грн.;

C_5 – відрахування на соціальне страхування, грн.;

C_6 – витрати на поточний ремонт і вміст основних засобів, грн.;

C_7 – інші цехові витрати, грн.

Енергетичні витрати:

$$C_1 = r \cdot l \cdot N \cdot T,$$

де r – вартість електроенергії, для промислових підприємств r=1,1 гр/кВт·год;

l – коефіцієнт, що враховує вміст обслуговуючого персоналу, приймаємо l=1,1;

T – час роботи станції нейтралізації, год;

N – сумарна потужність електродвигунів до насосів і повітродувок, кВт.

По проектному варіанту

$C_1 = 1{,}69 \cdot 1{,}1 \cdot 8400 \cdot 910 = 14210196$ грн;

По базовому варіанту

$C_1 = 1{,}69 \cdot 1{,}1 \cdot 8400 \cdot 825 = 12882970$ грн.

Для інтенсифікації відстоювання стічної води необхідний коагулянт. Вартість гідроксихлориду алюмінію, що витрачається за рік:

$$C_1 = V_к \cdot Т \cdot Ц,$$

де $V_к$ – місячний об'єм коагулянту, що витрачається, 26 м^3;

Т – кількість місяців роботи за рік, 12;

Ц – ціна 1т коагулянту, Ц=38000 грн.

Проектний варіант

C_1=26· 12 · 3800=1185600 грн.

Амортизаційні відрахування від основних фондів визначаються множенням вартості основних фондів на відповідні норми амортизаційних відрахувань. Норми амортизаційних відрахувань: для будівель і споруд – 5 %, для устаткування – 25 %, для комунікацій – 15 %.

Амортизаційні відрахування на устаткування:

по базовому варіанту:

$$A_{УСТ} = 0{,}25 \cdot C_{ОСН.УС} = 0{,}25 \cdot 4075100 = 1018775 \quad грн,$$

по проектному варіанту:

$$A_{УСТ} = 0{,}25 \cdot 4897320 = 1224330 \ грн.$$

Амортизаційні відрахування на будівлі:

$$A_{БУД} = 0{,}05 \cdot 0{,}6 \cdot C_{БУД},$$

$$A^{б}_{БУД} = 0{,}05 \cdot 0{,}6 \cdot 6048000 = 181440 \quad грн,$$

$$A^{пр}_{БУД} = 0{,}05 \cdot 0{,}6 \cdot 6048000 = 181440 \quad грн,$$

Амортизаційні відрахування на комунікації:

$$A_К = 0{,}15 \cdot C_{МОН},$$

$$A^{б}_К = 0{,}15 \cdot 611250 = 91687{,}5 \ грн,$$

$$A^{пр}_К = 0{,}15 \cdot 734600 = 110190 \ грн.$$

Амортизаційні відрахування на КВП:

$$A^{б}_{КВП} = 0{,}25 \cdot C_{КВП} = 0{,}25 \cdot 1018780 = 254695 \text{грн.}$$

$$A^{пр}_{КВП} = 0{,}25 \cdot C_{КВП} = 0{,}25 \cdot 1224300 = 306075 \text{грн.}$$

Всього:

$$C^{пр}_{З} = A^{пр}_{\Sigma} = 1224330 + 181440 + 110190 + 306075 = 1822035 \text{грн.};$$

$$C^{Б}_{З} = A^{б}_{\Sigma} = 1018775 + 181440 + 91687{,}5 + 254695 = 1546597{,}5 \text{грн.}$$

Відрахування до ремонтного фонду складає 15 % від амортизаційних відрахувань:

$$С_{6} = Ф_{Р} = 0{,}15 \cdot А_{\Sigma},$$

$$C^{пр}_{6} = Ф^{пр}_{р} = 0{,}15 \cdot A^{пр}_{\Sigma} = 0{,}15 \cdot 1822035 = 282305{,}25 \ грн,$$

$$C^{б}_{6} = Ф^{б}_{р} = 0{,}15 \cdot A^{б}_{\Sigma} = 0{,}15 \cdot 1546597{,}5 = 231989{,}63 \ грн.$$

Інші цехові витрати складають 25 % від суми амортизаційних відрахувань, відрахувань до ремонтного фонду і зарплати службовців

$$С_{7} = 0{,}25(А_{\Sigma} + Ф_{Р});$$

$$C^{б}_{7} = 0{,}25 \cdot \left(A^{Б}_{\Sigma} + Ф^{Б}_{р}\right) = 0{,}25 \cdot (1546597{,}5 + 231959{,}63) = 444639{,}28 \ грн;$$

$$C^{пр}_{7} = 0{,}25 \cdot \left(A^{пр}_{\Sigma} + Ф^{пр}_{р}\right) = 0{,}25 \cdot (1822035 + 282305{,}25) = 526085 \ грн.$$

Економія від припинення скиду стічних вод в проектному варіанті:

$$E_{у} = \frac{C_{з} \cdot Q_{б} \cdot 8400}{1000000} П_{з} + \frac{C_{н} \cdot Q_{б} \cdot 8400}{1000000} П_{н}, \text{ грн.}$$

де $С_{з}$, $С_{н}$ – відповідно концентрації завислих речовин та нафтопродуктів

на виході, г/м^3;

$П_{з}$, $П_{н}$ – відповідно екологічний податок на скмди завислих речовин та нафтопродуктів, грн/т.

$$E_{у} = \frac{30 \cdot 468 \cdot 8400}{1000000} 369{,}52 + \frac{0{,}7 \cdot 468 \cdot 8400}{1000000} 75792{,}4 = 252148{,}27 \text{ грн}$$

Економія витрат на технічну воду для підживлення оборотної системи:

$E_{в} = Q \cdot 8400 \cdot Пв = 1300 \cdot 8400 \cdot 0{,}204 = 2227680$ грн

Результати розрахунку зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Витрати на очищення 1 м^3 стічних вод

Статті витрат	Роз-мірна од.	Базовий		Проектний	
		Витрата на 1м^3 стічної води	Сума витрат, тис.гр	Витрата на 1м^3 стічної води	Сума витрат, тис.грн
Електроенергія	грн.		12882,97		14210,2
Витрати на реагенти	грн.				1185,6
Основна зарплата	грн		1473,6		1557,6
Амортизаційні відрахування	грн.		1546,60		1822,04
Відрахування до ремонтного фонду	грн.		231,90		282,31
Інші цехові витрати	грн.		444,64		526,09
Загальні витрати на очищення	грн.		16579,71		19583,84
Економія від припинення скиду стічних вод	грн.				252,15
Економія на технічній воді					2267,68
Загальні витрати з врахуванням економії	грн.	2,38	16579,71	1,56	17064,01

4.3 Техніко-економічне обґрунтування рішень прийнятих в проекті

Річний економічний ефект:

$$E = \left[\left(C_Б + E_Н \cdot K_Б\right) - \left(C_{ПР} + E_Н \cdot K_{ПР}\right)\right] \cdot Q_{ПР} =$$
$$= \left[\left(C_Б - C_{ПР}\right) + E_Н \left(K_Б - K_{ПР}\right)\right] \cdot Q_{ПР}, грн$$

де $C_б$ і $C_{пр}$ – собівартість одиниці продукції за допомогою відповідний базової і нової техніки, грн;

$K_б$ і $K_{п}$р – питомі капітальні вкладення на одиницю продукції базову і нову техніку, гр.;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, для середозахисних заходів, E_H=0,12;

A_2 – річний обсяг виробництва за допомогою нової техніки в розрахунковому році, м^3.

$$E = \left[(2{,}38 + 0{,}12 \cdot 1{,}26) - (1{,}56 + 0{,}12 \cdot 1{,}41)\right] \cdot 350 \cdot 1300 = 364970 \text{ грн}$$

Різниця в капітальних вкладеннях:

$\Delta К = К_{пр} - К_б$=15352860 -13790660=1562200 грн.

Термін окупності капітальних вкладень в нову техніку:

$$T_{о.к.} = \frac{\Delta K}{E} = \frac{1562200}{364910} = 4{,}28 \text{ грн}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Основні техніко-економічні показники

Показники	Одиниці виміру	Варіант	
		Базовий	Проектний
Річна виробнича потужність станції нейтралізації	тис. м^3	163,8	453,6
Річні експлуатаційні витрати	млн.грн	16,58	17,06
Капітальні вкладення	млн.грн	13,79	15,35
Витрати на очищення 1 м^3 води	грн.	14,95	14,75
Річний економічний ефект	тис.грн		364,9
Термін окупності капітальних вкладень	років		4,28

ВИСНОВКИ

Для ведення оптимального технологічного процесу очистки поверхневого стоку і зменшення вступу нафтопродуктів зі стічними водами до водойм необхідно:

- проводити сумісно для вирівнювання витрат стічних вод в очистку поверхневого та дренажного стоку.

- проводити інтенсифікацію процесу відстоювання коагуляцією гідроксихлоридом алюмінію.

- для можливості використання очищеної води як джерела поповнення оборотного циклу газоочисток запровадити доочистку стічних вод фільтруванням.

- в якості фільтрувального матеріалу використовується один із компонентів шихти – подрібнений коксик, що дає змогу утилізувати його в технологічному процесі виплавки феросплавів.

Для вирішення цих питань запроєктована система очистки з використанням горизонтального відстійника-нафтовловлювача та напірних зернистих фільтрів.

Економічний ефект від впровадження проєкту складає 364,9 тис.грн/рік. Термін окупності капітальних вкладень 4,3 роки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Сакалова Г. В. та ін. Херсон : Олді-плюс, 2019. 298 с.
2. Благодарна Г. І. Конспект лекцій з дисциплін «Водовідвідні мережі і споруди» та «Споруди і обладнання водовідведення» / Г. І. Благодарна. О. О. Ковальова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 145 с.
3. Василенко І.А., Скиба М.І., Півоваров О.А., Воробйова В.І. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища / І.А. Василенко, М.І. Скиба, О.А. Півоваров, В.І. Воробйова. Дніпро: Акцент ПП, 2017. 204 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища: навчальний посіб. / Одеськ. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Л.Ф. Долина, П.Б. Машихіна, В.А. Козачина. Реконструкція систем водопостачання та водовідведення: Монографія: Дніпро: Журфонд, 2021. 220 с.
6. Зацерклянний М. М., Зацерклянний О. М., Столевич Т. Б. Процеси захисту навколишнього середовища : підручник. Одеса : Фенікс, 2017. 454 с.
7. Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2013. 625с.
8. Зубик С. В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посіб. Львів : Оріяна-Нова, 2007. 400 с.
9. Навчально-методичний посібник "Технології захисту водного середовища" / уклад.: О. В. Степова, Г. Г. Трохименко. Полтава, 2022. 306 с.
10. Водне господарство промислових підприємств: навч. посібник / Т. С. Айрапетян; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х: ХНАМГ, 2010. 280 с.
11. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Мінрегіон України, 2013. 20 с.
12. Про затвердження Правил охорони праці для водних господарств у чорній металургії : наказ М-ва енергетики та вугільної промисловості

України від 8 вер. 2014 р. № 1086/25863. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1086-14#Text (дата звернення: 02.12.2024).

13. «Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень»: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», 263 «Цивільна безпека» всіх форм навчання / Укл.: Н. В. Беренда, О. О. Троїцька, Є. А Манідіна. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2018. 194 с.