

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Микола ГОМЕЛЯ

«__» _____ 20__р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Екологічна безпека»

спеціальності 101 «Екологія»

на тему: «Вдосконалення очисних споруд замаслених та замазучених промислових стоків ПАТ „Київенерго” СВП „Київські ТЕЦ”»

Виконала:

Студентка IV курсу, групи ЛЕ-12

Карпенко Катерина Валеріївна _____

Керівник:

Носачова Ю.В. _____

Консультант з розділу «Охорона праці»:

к.т.н., старший викладач Ковтун А.І. _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2025 рік

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	3	
2	A4		Пояснювальна записка	68	
3	A1		Генеральний план	1	
4	A1		Технологічна схема	1	
5	A1		Матеріальний баланс	1	
6	A1		Значення стічних вод	1	
7	A1		План поверху	1	
8	A1		Поперечний переріз	1	
9	A1		Повздовжній переріз	1	

				ДП ЛЕ-1204.12.04		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Карпенко К.В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Носачова Ю.В.					
Консульт.	Ковтун А.І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-12	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Вдосконалення очисних споруд замаслених та замазучених
промислових стоків ПАТ „Київенерго” СВП „Київські ТЕЦ”»

Київ – 2025 рік

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 101 «Екологія»

Освітня програма – «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентці

Карпенко Катерині Валеріївні

1. Тема проекту «Вдосконалення очисних споруд замаслених та замазучених промислових стоків ПАТ „Київенерго” СВП „Київські ТЕЦ”», науковий

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керівний проекту Носачова Юлія Вікторівна, доцент, затверджені наказом по університету від «__»_____20__р.№_____

2. Термін подання студентом проекту: _____р.

3. Вихідні дані до проекту: концентрація завислих речовин – 142 мг/дм³; вміст нафтопродуктів – 62 мг/дм³; концентрація Cl⁻ - 298 мг/дм³; рН – 7,0-8,5; загальна жорсткість води – 5,3 мг – екв/дм³; лужність води – 2,9 мг – екв/дм³, витрата промислових стоків – 500 м³/добу; температура – 25-28 °С; SO₄²⁻ - 463 мг/дм³; БСК₅ – 100-120 мг O₂/дм³; перманганатна окислюваність – 100-150 мг O₂/дм³; карбонатна жорсткість води – 2,5-3 мг – екв/дм³.

4. Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування проекту, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки, будівельна частина, охорона праці, висновки, перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун А.І.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики		

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2	Обґрунтування технологічної схеми		
3	Виконання розрахунків		
4	Оформлення пояснювальної записки		
5	Охорона праці		
6	Виконання креслень		

Студентка

Карпенко К.В.

Науковий керівний проекту

Носачова Ю.В.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Вдосконалення очисних споруд замаслених та замазучених промислових стоків ПАТ „Київенерго” СВП „Київські ТЕЦ”».

Пояснювальна записка містить: 70 сторінок, 7 рисунків, 9 таблиць, 3 додатки, 19 літературних посилань, 5 креслень на А1.

Метою даної роботи є очищення вод від нафтопродуктів, складання нової технологічної схеми із повторним використанням очищеної води.

Робота складається з наступних розділів: вступ, техніко-економічне обґрунтування; технологічна частина: розробка та обґрунтування технологічної схеми, розрахунок матеріального балансу, теоретичні дані про хімічні та фізичні процеси, що реалізуються в технологічній схемі; технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновок, список використаних джерел.

Розроблено технологічну схему водоочистки, призначену для впровадження на ТЕЦ-5. У цій схемі враховано обсяг води, що використовується для власних потреб електростанції. Проведено розрахунок матеріального балансу, а також опрацьовано об'ємно-планувальні рішення та конструктивні особливості будівлі. Також складено перелік використаних джерел літератури.

Ключові слова:

НАФТОПРОДУКТИ, ВОДООЧИЩЕННЯ, ВІДСТІЙНИК-НАФТОПАСТКА, НАПІРНА ВЛОТАЦІЯ, ОЧИСНІ СПОРУДИ.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

Diploma project on the topic “Improvement of the treatment facilities for oil-contaminated industrial wastewater of PJSC 'Kyivenergo' Structural Unit 'Kyiv CHPPs’”.

The explanatory note contains: 70 pages, 7 figures, 9 tables, 3 appendices, 19 references, 5 drawings on A1.

The purpose of this work is to purify water from oil products and to develop a new technological scheme with reuse of purified water.

The work consists of the following sections: introduction, techno-economic feasibility study; technological part: development and justification of the technological scheme, calculation of the material balance, theoretical data on chemical and physical processes implemented in the technological scheme; technological and hydraulic calculations of treatment facilities, construction part, labour protection, conclusion, list of references.

A technological scheme of water treatment was developed for implementation at CHPP-5. This scheme takes into account the volume of water used for the power plant's own needs. The material balance was calculated, and the space-planning solutions and design features of the building were worked out. A list of references has also been compiled.

Keywords:

OIL PRODUCTS, WATER PURIFICATION, OIL TRAP SETTLING TANK, PRESSURE INTAKE, PURIFICATION FACILITIES.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	13
1.1. Загальні характеристики палива для видобутку тепла і енергії.....	13
1.2. Екологічні проблеми, пов'язані зі стічними водами, забрудненими нафтопродуктами.....	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	16
2.1. Характеристики стічної води та вимоги до очищеної води.....	16
2.2. Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води.....	17
2.3. Розрахунок матеріального балансу.....	21
2.4. Теоретичні дані про хімічні та фізичні процеси, що реалізуються в даній технологічній схемі.....	29
2.4.1. Відстоювання.....	29
2.4.2. Флотація.....	30
2.4.3. Флокуляція.....	31
2.4.4. Фільтрація.....	32
2.4.5. Адсорбція.....	34
2.4.6. Утилізація.....	35
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	37
3.1. Розрахунок приймальної камери стічних вод.....	37
3.2. Вибір відстійника-нафтопастки.....	37
3.3. Розрахунок споруд реагентного господарства.....	37
3.4. Розрахунок змішувача.....	38
3.5. Проектування напірних флотаційних установок.....	39
3.6. Розрахунок швидких фільтрів.....	39
3.7. Розрахунок завантаження адсорбційного фільтру.....	41
3.8. Розрахунок резервуару очищеної води.....	42
3.9. Розрахунок шламонакопичувача.....	42

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

3.10. Розрахунок резервуара-усереднювача.....	43
3.11. Розрахунок розчинного баку гашеного вапна.....	43
3.12. Вибір насосу.....	44
3.13. Вибір фільтр-пресу.....	44
3.14. Вибір компресора.....	45
4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	46
4.1. Об'ємно-планувальне вирішення будівлі.....	46
4.2. Вибір конструктивних елементів будівлі.....	46
4.3. Розміщення очисних споруд.....	49
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
5.1. Освітлення.....	50
5.2. Пожежна безпека.....	52
5.3. Електробезпека.....	54
ВИСНОВОК.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
Додаток 1.....	61
Додаток 2.....	63
Додаток 3.....	66

ВСТУП

Сучасний стан навколишнього середовища, особливо у великих промислових центрах, дедалі частіше викликає занепокоєння як у науковців, так і у громадськості. Основними джерелами забруднення довкілля залишаються промислові підприємства, серед яких значну частку займають теплоенергетичні комплекси. Їх функціонування супроводжується утворенням значної кількості стічних вод, що містять нафтові продукти, механічні домішки, органічні забруднення та інші токсичні речовини. Одним із таких підприємств є Публічне акціонерне товариство «Київенерго», зокрема його структурний виробничий підрозділ «Київські ТЕЦ», який виконує важливу роль в енергозабезпеченні столиці України.

У процесі експлуатації теплоелектроцентралі утворюються замаслені та замазучені стічні води, які є надзвичайно небезпечними для навколишнього середовища та потребують ефективного очищення перед скиданням у водні об'єкти. Традиційні системи очищення, що застосовуються на підприємствах типу ТЕЦ, часто не відповідають сучасним вимогам екологічної безпеки, мають низький рівень автоматизації, неефективно видаляють забруднення або функціонують із перевантаженням. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба у вдосконаленні існуючих очисних споруд, упровадженні нових технологій та застосуванні більш досконалих конструкцій.

Вибір теми дипломного проєкту обумовлений як актуальністю проблеми очищення промислових стічних вод, так і необхідністю підвищення ефективності функціонування очисних споруд, що експлуатуються на об'єктах ПАТ «Київенерго». Запропоновані технічні та технологічні рішення у проєкті спрямовані на оптимізацію існуючих процесів очищення, зниження викидів шкідливих речовин у довкілля, а також забезпечення стабільної та безперебійної роботи підприємства з урахуванням екологічних стандартів та вимог.

Метою даного дипломного проєкту є аналіз діючої системи очищення замаслених і замазучених стічних вод на прикладі СВП «Київські ТЕЦ»,

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виявлення її недоліків, розробка ефективного технічного рішення для її вдосконалення та оцінка екологічного та економічного ефекту від впровадження запропонованих змін. Під час реалізації завдань проєкту буде виконано детальний аналіз складу стічних вод, обґрунтовано вибір методів очищення, розглянуто сучасні технології з урахуванням світового досвіду, а також здійснено розрахунок основних параметрів обладнання та визначено доцільність впровадження нової системи у виробничий процес.

Таким чином, вдосконалення очисних споруд замаслених і замазучених промислових стоків ПАТ «Київенерго» є не лише актуальним інженерним завданням, а й вагомим внеском у покращення екологічного стану міського середовища, підвищення технологічного рівня енергетичних підприємств та гармонізацію промислової діяльності з принципами сталого розвитку.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1. Загальні характеристики палива для видобутку тепла і енергії

Нафтопродукти – це суміші вуглеводнів, а також індивідуальні хімічні сполуки, одержувані з нафти і нафтових газів: різні види палива (бензин, дизельне паливо, гас і ін.), мастильні матеріали, електроізоляційні середовища, розчинники, нафтохімічна сировина.

Природний газ є основним видом палива, що використовується на ТЕЦ завдяки високій теплотворній здатності, екологічності та стабільності постачання. Проте, згідно з сучасними енергетичними та геополітичними прогнозами, його використання в перспективі може бути обмежене у зв'язку з глобальним переходом до відновлюваних джерел енергії, зростанням цін і необхідністю зниження залежності від викопних ресурсів.

Строго кажучи, мазут (також відомий як важка нафта, суднове паливо або топкове паливо) відноситься до найважчого комерційного палива, отриманого в результаті переробки сирової нафти, або у вигляді дистиляту, або залишку.

Мазут — це важке рідке нафтове паливо, яке зазвичай використовується в котлах та печах для вироблення тепла, а також у великих двигунах для генерування енергії. До мазуту не відносяться легкі палива з температурою спалаху близько 42°C і паливні суміші для гнотового горіння, як-от бавовняні або дерев'яні гноти.

Оскільки Українське законодавство передбачає обов'язкову наявність резервних джерел енергопостачання для об'єктів критичної інфраструктури, на підприємстві Київська ТЕЦ №5 мазут використовується як резервне паливо. Він використовується на випадок перебоїв постачання основного палива – газу.

Мазут було обрано для використання резервного палива з практичних міркувань: його можна закупити заздалегідь і зберігати на складі, де він може зберігатись тривалий час без особливої втрати своїх властивостей.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перший етап потрапляння мазуту на підприємство- перший етап утворення стічних вод. Доставляють резервне паливо залізничним транспортом, цистернами, які прибувають на станцію, де їх переливають у резервуари паливного господарства ТЕЦ. Самі цистерни після використання промиваються, ця вода потрапляє систему стічних вод. В процесі транспортування або переливання мазуту можливі деякі витоки та проливання палива.

Утворення стічних вод, що забруднені нафтопродуктами можливе в процесі обслуговування обладнання, яке контактує з мазутом, а також під час промивних робіт території або під час опадів, коли водою (технічною або з опадів) змиваються можливі потрапляння нафтопродуктів на поверхні у зливні канали.

1.2. Екологічні проблеми, пов'язані зі стічними водами, забрудненими нафтопродуктами

Основна екологічна загроза від нафтопродуктів полягає в тому, що вони містять токсичні речовини, зокрема вільні нафтопродукти, розчинені органічні сполуки та емульсії.

Перше, де відбувається забруднення, - це вода. При потраплянні нафтопродуктів у водойми без належного очищення, на поверхні утворюється плівка, яка блокує доступ кисню у воду, що призводить до порушення кисневого балансу, масової загибелі риби, планктону та інших водних обивателів.

Частина забруднення просочується в ґрунт, внаслідок чого в ньому накопичуються токсини, він втрачає свою родючість.

Ще одна серйозна проблема — це навантаження на системи очищення. Очисні споруди часто не справляються з таким типом забруднення, особливо якщо стоки містять емульговані або розчинені речовини. Це вимагає складного

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічного очищення: використання нафтовловлювачів, флотаторів, коагулянтів та інших систем, що значно підвищує вартість утилізації.

Отже, стічні води, забруднені нафтопродуктами, створюють масштабні екологічні проблеми, які впливають на водні ресурси, ґрунти, біорізноманіття та здоров'я людей. Їх ефективне очищення та попередження утворення — обов'язкова умова екологічної безпеки будь-якого промислового підприємства.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристики стічної води та вимоги до очищеної води

Таблиця 2.1 – Параметри стічної води

Параметри	Одиниці вимірювання	Значення
Концентрація завислих речовин	мг/дм ³	142
Вміст нафтопродуктів	мг/дм ³	62
Концентрація Cl ⁻	мг/дм ³	298
pH	—	7,0 – 8,5
Загальна жорсткість води	мг – екв/дм ³	5,3
Лужність води	мг – екв/дм ³	2,9
Витрата промислових стоків	м ³ /добу	500
Температура	°C	25 – 28
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	463
Перманганатна окислюваність	мг O ₂ /дм ³	100 – 150
БСК ₅	мг O ₂ /дм ³	100 – 120
Карбонатна жорсткість води	мг – екв/дм ³	2,5 – 3

Таблиця 2.2 – Характеристики якості води після очищення

Характеристики	Одиниці вимірювання	Значення
Концентрація змулених речовин	мг/дм ³	≤0,5
Вміст нафтопродуктів	мг/дм ³	≤0,5
Концентрація Cl ⁻	мг/дм ³	350
pH	—	6,5 – 7,5

продовження табл. 2.2.

Загальна жорсткість води	мг – екв/дм ³	4,6 – 7,2
Лужність води	мг – екв/дм ³	2,5
Температура	°C	25 – 28
Концентрація SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	500
Перманганатна окислюваність	мг O ₂ /дм ³	10 – 15
БСК ₅	мг O ₂ /дм ³	15 – 20
Карбонатна жорсткість води	мг – екв/дм ³	2 – 2,5

2.2. Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води

Вибір методу очищення нафтозабруднених стоків залежить, в першу чергу, від якісного та кількісного складу, характеристики місця скиду очищених вод або можливості їх повторного використання на підприємстві і також зважаючи на економічні чинники процесу очищення.

Для забезпечення вимог щодо переходу до засад циркуляційної економіки було прийнято рішення вибору схеми очищення нафтозабруднених стоків, яка унеможливило б скид очищеної води в природні об'єкти, а повертає їх назад на підприємство. Саме тому пропонується використання комплексної схеми очищення стічних вод та обробки утворених осадів. Це дозволить досягти високого ступеня якості води та дасть змогу використовувати її повторно.

Стічні води головного корпусу і станції мазутного господарства подаються на споруди, що забезпечують очищення мазут-мастильних вод, з початковим вмістом нафтопродуктів більше 50 мг/дм³.

Основна мета проєкту – видалення та зниження концентрації нафтопродуктів та завислих речовин у стічних водах, що дає можливість їх використання у технологічному процесі або на інші невиробничі потреби станції.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Стічні води, забруднені нафтопродуктами від різних ділянок та споруд ТЕЦ збираються в резервуарі, звідки насосом з витратою 70 м³/год направляються в приймальну камеру (1). В приймальній камері проходить змішування та усереднення нафтомістких стоків, після цього вода поступає в нафтовловлювач (2), де відбувається процес відстоювання. При цьому відділяється крупнодисперсна фракція нафти, а дрібнодисперсна фракція виділяється при проходженні води через блок з паралельними пластинами. На етапі гравітаційного відокремлення нафтопродуктів у проєкті використовується відстійник-нафтопастка типу СНП-5, робочий об'єм якого становить 23 м³, а габаритні розміри — 2,24 × 3,66 × 5,69 м. Принцип дії цієї споруди полягає в уповільненому русі стічної води, під час якого легші за воду нафтопродукти спливають на поверхню, а важчі завислі частинки осідають на дно. Такий розподіл дозволяє ефективно вилучати як емульговані, так і вільні форми нафти та твердих домішок.

Вибір саме цієї моделі обумовлений її оптимальним співвідношенням об'єму та розмірів, що забезпечує необхідний час перебування стоків для ефективного розшарування фаз, а також відповідність пропускній здатності споруди до проектного обсягу стічних вод. Крім того, конструкція СНП-5 дозволяє легко інтегрувати її в загальну систему очисних споруд із подальшим перенаправленням води до наступних етапів очищення.

Затримана на пластинах нафта рухається протитоком до основного потоку, і спливає в першій секції. А сам робочий потік піднімається вгору, переливається через водозлив в лоток-приймач очищеної води. Зважені речовини після осідання видаляються у шламонакопичувач. Концентрація завислих речовин після очищення становить до 15 мг/дм³, а концентрація нафтопродуктів зменшується до 20 мг/дм³.

Далі вода насосом подається в контактний резервуар і змішується з флокулянтom (3). Наступним етапом є процес флотації. Вода подається у флотаційну камеру (4), а з напірної камери (11) подається водоповітряна суміш.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після очищення на мехфільтрах вода частково подається для отримання водоповітряної суміш, яка насичена стисненим повітрям під тиском 4 – 5 атм. При переміщенні води в флотаційну камеру тиск падає до атмосферного, починається процес виділення надлишкового повітря у вигляді дрібних бульбашок.

Ефективність очищення води методом флокуляції залежить від ефективності змішування флокулянту з водою. В контактний резервуар додається в якості флокулянта сополімер катіонного мономеру диметилдіаліламмонійхлориду та неіоногенного мономеру акриламід. Він має синергетичний ефект і може прискорити процес флокуляції для зниження вартості очисних споруд. Області застосування цього флокулянту є очищення стічних вод від олій та нафтопродуктів.

Забруднюючі речовини, у вигляді піни збираються на поверхні флотатора і відводяться у піноприймач. Об'єм води, що виділяється з піною становить приблизно 1% від об'єму стічних вод. Після флотатора вміст нафтопродуктів знижується до 2 мг/дм³.

Використання механічного фільтру (6) після процесу флотації необхідно для більш повного видалення забруднюючих речовин, а сорбційного фільтру (7) для доочищення зважаючи на повернення очищеної води на виробництво, а не скид.

Регенерація фільтру відбувається зворотнім током води. Після того як фільтруюче завантаження втрачає свої регенераційні властивості, його відправляють на захоронення чи утилізацію. Осади, що утворилися в процесі очищення подаються у шламонакопичувач (15), а потім на фільтр-прес (16), де вода відділяється від шламу.

Далі шлам подається в реактор (18), де відбувається капсулювання компонентів нафтовідходів в вапняну оболонку. В реактор подається окись кальцію, який вступає в екзотермічну реакцію з водою. В результаті отримують дрібнодисперсний порошок, що є інертним по відношенню до води і ґрунту. В

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після доочищення води на сорбційному фільтрі (7), вода подається в резервуар чистої води та використовується на потреби станції.

[illegible]

1 – приймальна камера стічних вод; 2- відстійник-нафтопастка; 3 – змішувач; 4 – флотаційна камера; 5 – проміжний бак; 6 – механічний фільтр; 7 – адсорбційний фільтр; 8 – резервуар очищеної води; 9 – витратний бак флокулянту; 10 – компресор; 11 – напірна камера; 12 – пінозбирач; 13 – мазутоприймач; 14 – резервуар-усереднювач промивних вод; 15 – шламонакопичувач; 16 – фільтр-прес; 17 – витратний бак гашеного вапна; 18 – реактор; 19 – насос.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потоки: I – подача стічних вод на очисну станцію; II – подача флокулянту; III – подача води на розведення флокулянту; IV – транспортування зневодненого шламу на утилізацію; V – подача очищеної води; VI – подача зневодненого шламу на утилізацію; VII - подача мазуту на утилізацію; VIII – подача води на потреби станції.

2.3 Розрахунок матеріального балансу

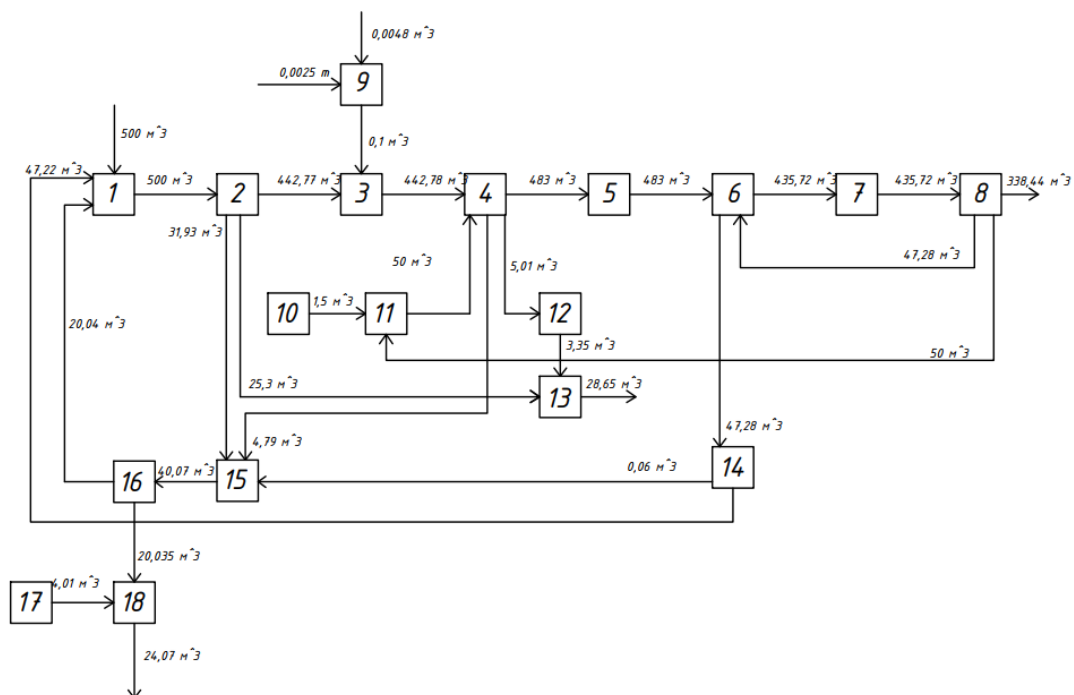


Рисунок 2.2. – Схема матеріального балансу:

1 – приймальна камера стічних вод; 2- відстійник-нафтопастка; 3 – змішувач; 4 – флотаційна камера; 5 – проміжний бак; 6 – механічний фільтр; 7 – адсорбційний фільтр; 8 – резервуар очищеної води; 9 – витратний бак флокулянту; 10 – компресор; 11 – напірна камера; 12 – пінозбирач; 13 – мазутоприймач; 14 – резервуар-усереднювач промивних вод; 15 – шламонакопичувач; 16 – фільтр-прес; 17 – витратний бак гашеного вапна; 18 – реактор;

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Характеристики	Одиниці вимірювання	Значення
Концентрація флокулянта в розчинному баку	%	100
Густина флокулянта	т/м ³	1,02
Вміст основного компоненту в флокулянті	%	100
Концентрація флокулянта у витратному баку	%	5
Концентрація завислих речовин на вході у відстійник	мг/дм ³	142
Концентрація твердої фази в осаді	г/дм ³	40 000
Концентрація нафтопродуктів на виході у відстійник	мг/дм ³	62
Кількість води для утворення газоповітряної суміші	%	10
Час перебування води у флотаторі	год	0,5
Об'єм води, що видаляється з піною	%	1
Інтенсивність барботажу	м ³ /год•м ²	21
Вологість осаду після фільтр-пресу	%	50
Швидкість фільтрування води	м/год	5
Висота фільтрувального завантаження	м	1,2
Число промивань фільтру на добу	-	2
Час промивання фільтру	год	0,1
Час простою фільтру через промивання	год	0,33
Інтенсивність промивання фільтру	дм ³ /с•м ²	14
Швидкість фільтрування у форсованому режимі	м/год	10
Час перебування води в резервуарі очищеної води	год	0,3

В приймальну камеру надходить 500 м³/добу стічних вод.

Стільки ж входить до відстійника-нафтопастки.

$$500 \text{ м}^3/\text{добу} = 20,83 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В проекті обираємо відстійник-нафтопастку моделі СНП-5. Ефективність очищення завислих речовин складає 75 %, нафтопродуктів – 85%.

Вхідна концентрація завислих речовин у відстійник – 142 мг/дм³, нафтопродуктів – 62 мг/дм³.

Відповідно після відстійника-нафтопастки концентрація завислих речовин становить:

$$\frac{142 \text{ мг/дм}^3}{X} = \frac{100\%}{25\%}$$
$$X = \frac{142 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \cdot 25\%}{100\%} = 35,5 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \right)$$

Нафтопродуктів:

$$\frac{62 \text{ мг/дм}^3}{X} = \frac{100\%}{15\%}$$
$$X = \frac{62 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \cdot 15\%}{100\%} = 9,3 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \right)$$

Визначаємо об'єм осаду:

$$W_{\text{ш}} = \frac{Q \cdot (C_{\text{н.р.}} - m)}{\delta},$$

де m – концентрація завислих речовин на виході з апарату, 15 мг/дм³; δ – концентрація твердої фази в осаді, 40000 мг/дм³.

$$W_{\text{ш}} = \frac{500 \cdot (142 - 35,5)}{40000} = 1,33 \text{ (м}^3/\text{год)} = 31,93 \text{ (м}^3/\text{добу)}$$

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо об'єм водної емісії, що потрапила з відстійника-нафтопастки до мазутоприймача:

$$W_{\text{ш}} = \frac{Q \cdot (C_{\text{н.р.}} - m)}{\delta} = \frac{500 \cdot (62 - 9,3)}{25000} = 1,054 \text{ (м}^3\text{/год)} = 25,296 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

Отже, у змішувач надходить 9,3 мг/дм³ нафтопродуктів та 35,5 мг/дм³ завислих речовин. В змішувач також додається флокулянт.

Добова витрата флокулянту:

$$Q_{\text{ф}} = \frac{D_{\text{ф}} \cdot Q}{10000 \cdot P} = \frac{0,5 \cdot 500}{10000 \cdot 100} = 0,00025 \text{ (т/добу)}$$

Необхідна кількість води для розведення флокулянту у витратному баку розраховуємо за формулою:

$$Q'_{\text{води}} = \frac{0,00025 \cdot 95}{5} = 0,0048 \text{ (т/добу)}$$

Вода, що переходить у змішувач:

$$q_{2-3} = 500 - 25,296 - 31,93 = 442,774 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

$$q_{3-4} = 442,774 + 0,0025 + 0,0048 = 442,781 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

Подача води в напірну камеру на утворення газоповітряної суміші становить 10% від об'єму стічної води:

$$q = 0,1 \cdot Q = 0,1 \cdot 500 = 50 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

В 1 м³ води розчиняється 0,03 м³ повітря:

$$1 \text{ м}^3 - 0,03 \text{ м}^3$$

$$50 \text{ м}^3 - X$$

$$X = \frac{50 \cdot 0,03}{1} = 1,5 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість рідини, яка видаляється разом із піною становить 1% від об'єму стічної води:

$$500 \text{ м}^3 - 100\%$$

$$X - 1\%$$

$$X = 500/100 = 5 \text{ (м}^3/\text{добу)}$$

При вологості 94-95%, об'єм піни визначається у відсотках до об'єму стічних вод:

$$W_{\text{ш}} = 1,5 \cdot C_{\text{п.н.р.}} + V_B,$$

де $C_{\text{п.н.р.}}$ – концентрація нерозчинних забруднень, г/дм³.

$$W_{\text{ш}} = 1,5 \cdot 0,0093 + 5 = 5,014 \text{ (м}^3\text{)}$$

Визначаємо об'єм осаду, який надходить до мазутоприймача після гасіння флотаційної піни:

$$W_0 = \frac{2}{3} W_{\text{ш}} = \frac{2}{3} 5,014 = 3,32 \text{ (м}^3\text{)}$$

Ступінь очищення від нафтопродуктів у флотаторі – 90%. Розраховуємо концентрацію нафтопродуктів, яка подається на механічний фільтр:

$$9,3 \text{ мг/дм}^3 - 100\%$$

$$X - 10\%$$

$$X = \frac{9,3 \cdot 10}{100} = 0,93 \text{ (мг/дм}^3\text{)}$$

Ступінь очищення від завислих речовин у флотаторі становить 85%:

$$35,5 \text{ мг/дм}^3 - 100\%$$

$$X - 15\%$$

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$X = \frac{35,5 \cdot 15}{100} = 5,325 \text{ (мг/дм}^3\text{)}$$

Отже, на механічний фільтр переходить 5,325 мг/дм³ завислих речовин.

Розрахуємо площу фільтрування, щоб в подальшому прорахувати, який об'єм води необхідний для промивки фільтрів:

$$F = \frac{Q}{T \cdot V_n - 3,6\omega \cdot t_1 \cdot n - V_n \cdot t_2 \cdot n'}$$

де Q – витрата промислових стоків, T – час роботи станції за добу, V_n – нормальна швидкість фільтрування, ω – інтенсивність промивання фільтрів, t₁ – термін промивання, n – кількість промивання кожного фільтра на добу, t₂ – термін простою фільтра у зв'язку з промиванням.

$$F = \frac{500}{24 \cdot 5 - 3,6 \cdot 14 \cdot 0,1 \cdot 2 - 5 \cdot 0,33 \cdot 2} = 4,69 \text{ (м}^2\text{)}$$

Розрахуємо витрату води на промивку фільтрів:

$$q_{\text{промив.}} = F \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 \cdot 3,6 = 4,69 \cdot 14 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 3,6 = 47,28 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

Така сама кількість води подається після усереднювача на початок технологічної схеми щодоби.

Розраховуємо масу шламу, яка відділяється в усереднювачі промивних вод:

$$M_{\text{ш}} = \frac{(5,325 - 0,5) \cdot 500}{10^6} = 0,0024 \text{ (т)}$$

Тоді об'єм шламу:

$$W_{\text{ш}} = \frac{0,0024 \cdot 10^6}{40000} = 0,06 \text{ (м}^3\text{)}$$

Після механічного очищення концентрація завислих речовин у воді становить 1 мг/дм³.

На механічному фільтрі вловлюється до 70% нафтопродуктів.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3,55 – 100%

X - 30%

$$X = \frac{0,93 \cdot 30}{100} = 0,279 (\text{мг/дм}^3)$$

Отже, залишкова концентрація нафтопродуктів після механічного фільтру становить 0,279 мг/дм³.

При доочищення стічної води на сорбційному фільтрі, вміст нафтопродуктів та завислих речовин знижується та не перевищує 0,5 мг/дм³.

Вологість осаду після фільтр-пресу складає 50%

40,07 м³ – 100%

X – 50%

$$X = \frac{40,07 \cdot 50}{100} = 20,035 (\text{т})$$

Отже, об'єм фільтрату, який повертається з фільтр-пресу в приймальну камеру стічних вод становить:

$$40,07 - 20,035 = 20,035 (\text{м}^3)$$

Використовуємо СаО для утилізації шламу у співвідношенні 1/5.

$$\frac{1}{5} = \frac{x}{20,035}$$

$$x = \frac{20,035}{5} = 4,007$$

Таблиця 2.4. – Матеріальний баланс

№	Назва потоку	Значення потоку
		м ³ /добу (т/добу)
1	Подача води у приймальну камеру	500
2	Подача води у відстійник-нафтопастку	500

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продовження табл. 2.4.

3	Подача води у витратний бак для розведення флокулянту	0,0048
4	Подача флокулянту у витратний бак	0,0025
5	Подача води у змішувач	442,77
6	Подача розчину флокулянту у змішувач	0,1
7	Подача води у флотатор	442,78
8	Об'єм повітря, необхідний для утворення повітряної суміші	1,5
9	Подача води на утворення водоповітряної суміші	3,35
10	Подача водоповітряної суміші у флотаційну камеру	50
11	Подача води у проміжний бак	483
12	Подача води на механічний фільтр	483
13	Подача води на адсорбційний фільтр	435,72
14	Подача води у резервуар очищеної води	435,72
15	Подача води на промивку фільтру	47,28
16	Подача води у резервуар-усереднювач промивних вод	47,28
17	Відведення шламу із резервуару-усереднювача до шламонакопичувача	0,06
18	Відведення шламу із відстійника-нафтопастки до шламонакопичувача	31,93
19	Відведення піни із флотаторної установки	5,01
20	Надходження мазуту після гасіння піни до мазутоприймача	3,35
21	Надходження мазуту з відстійника-нафтопастки до мазутоприймача	25,3
22	Подача на утилізацію	28,65
23	Подача шламу до фільтр-пресу	40,07
24	Подача води у приймальну камеру з резервуару-усереднювача промивних вод	47,22

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

продовження табл. 2.4.

25	Подача води у приймальну камеру з фільтр-пресу	20,04
26	Подача шламу в реактор	20,035
27	Подача гашеного вапна в реактор з витратного баку гашеного вапна	4,01
28	Відведення шламу після утилізації	24,07
29	Відведення очищеної води на потреби станції	338,44

2.4. Теоретичні дані про хімічні та фізичні процеси, що реалізуються в даній технологічній схемі

2.4.1 Відстоювання

Відстоювання – метод гравітаційного розділення рідкої та твердої фаз у стічних водах, який є простим та енергоефективним методом, але не завжди дозволяє видалити дрібні завислі або емульговані частинки, особливо якщо вони

мають близьку до води густину.

Сам процес полягає в тому, що стічні води потрапляють до відстійника, де їх швидкість сповільнюється, що створює певні умови за яких частинки, які важче за воду осідають на дно, легші – навпаки, - спливають на поверхню.

В результаті утворюється три шари – забруднення на поверхні, осад, що осів на дно, та чиста вода посередині.

Ефективність відстоювання залежить від розміру та форми частинок, використання коагулянтів для пришвидшення процесу, часу перебування води у відстійнику та температури води (чим вона вища – тим менша в'язкість та швидше осідання частинок).

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.2 Флотація

Флотація – це метод очищення, за допомогою якого видаляються дрібні, легкі та емульговані забруднення.

Метод базується на тому, що під час нього, у воду подається стиснене повітря, яке утворює велику кількість бульбашок, які прилипають до забруднень, змушуючи їх спливати на поверхню у вигляді піни. Ця піна накопичується на верхньому шарі флотаційної камери, і потім збирається за допомогою пінозбирачів. Для покращення процесу флотації використовуються флокулянти, які об'єднують дрібні частки в більші – флокули.

У промисловості найчастіше використовується саме напірна флотація. Вода подається в напірну камеру, де від компресора вона насичується стисненим повітрям.

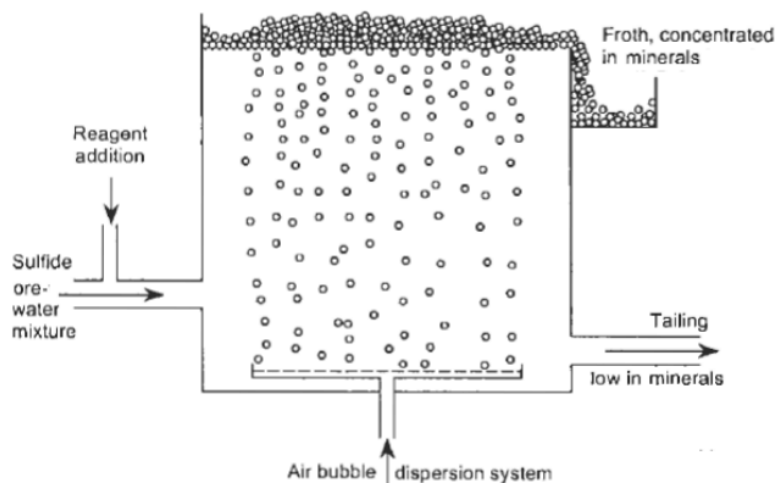


Рисунок 2.3. – Процес флотації

Напірна флотаційна установка складається з двох вузлів: напірної камери та флотаційної камери.

В напірній камері вода насичується повітрям, а в флотаційній - відбувається процес очищення води при виділенні газів. Газоповітряну суміш в напірній камері отримують при використанні частини очищеної води. Вода та

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря подаються під тиском.

Установка працює наступним чином: на вхід у флотаційну камеру подається вода на очищення та водоповітряна суміш із напірної камери. Водоповітряна суміш подається через розподільний пристрій за допомогою фільтрів.

Піна, що виділяється у флотаційній камері, збирається в спеціальних лотках, у верхній частині. Піна збирається спеціальними пристроями для збирання піни.

Флотаційна камера відділяється підвісною перегородкою від регульованого зливу. Вона забезпечує подачу освітленої води на вихід із флотаційної камери. Фіксований водозлив забезпечує постійний рівень води у флотаційній камері, це є дуже важливо для нормальної роботи установки.

2.4.3. Флокуляція

Флокуляція - це повільний процес змішування, за рахунок якого дрібні частинки зливаються в більші, які легше осідають. Далі ці частинки легше видаляються в процесі осадження та фільтрації. Процес флокуляції досягається шляхом контролю швидкості ударів між частинками в міру їх набуття розміру. Розмір флокули може коливатися від 0,1 мм-3 мм. Розмір вироблених флокул залежить від того, який тип процесу обробки використовується на конкретному заводі. Важливо, щоб флокули мали хороші розміри, а також щільність, тому флок не буде зсуватися під час процесу осідання та фільтрації.

Флокулянти зазвичай являють собою органічні сполуки з довгими полімерними ланцюгами. Радикали цих речовин мають переважно негативний заряд, що є протилежним до позитивного заряду частинок коагулянта. Завдяки цьому довгі молекули флокулянта обплітають утворені коагулянтом

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конгломерати, з'єднуючи їх у ще більші структури — флокули, сприяючи їх подальшому укрупненню та ущільненню.

Надалі молекули флокулянту «протискаються» всередину флокул, витискають зайву воду та агрегуються в макро-глобули, що швидко втрачають здатність флотувати та випадають в осад дією сили тяжіння.

За рахунок процесу флокуляції пришвидшується освітлення води та утворюється осад та мул, які легше видаляти та в подальшому переробляти. Флокулянти також «огортають» і спрямовують в осад органічні частки та мікробіологічні утворення, які містяться у воді.

Зазвичай флокулянти класифікують за чотирма групами:

Катіонні – утворюють у воді позитивно заряджені комплекси. Наразі вони прогресують в поширенні свого використання, адже вони можуть бути застосовані без етапу обробки води коагулянтом.

Аніонні – розчиняються у воді та утворюють аніони.

Неіонні – нерозчинні флокулянти, що діють за механізмом поверхневого змочування часток бруду. Більшість природних флокулянтів діє за цим принципом.

Амфотерні флокулянти розчиняються у воді з одночасним утворенням катіонних та аніонних груп

2.4.4. Фільтрація

Фільтрування – це один із базових процесів у технології очищення вод, який полягає у пропусканні води через шар фільтрувального матеріалу для затримання забруднень.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна суть цього процесу полягає в тому, що частинки забруднень, які за розміром є більшими за пори фільтрувального матеріалу, затримуються в товщі фільтру або на його поверхні і не пропускаються далі.

В нашій схемі очищення використовується два види фільтрування: механічне та сорбційне.

Спочатку вода проходить через механічні фільтри, які видаляють тверді домішки. Потім вода йде на сорбційні фільтри. Вони працюють за іншим принципом — вони не просто затримують частинки, а хімічно або фізико-хімічно зв'язують молекули забруднень на поверхні сорбенту. Найпоширенішим сорбентом є активоване вугілля, завдяки його великій питомій поверхні та здатності утримувати широкий спектр речовин.

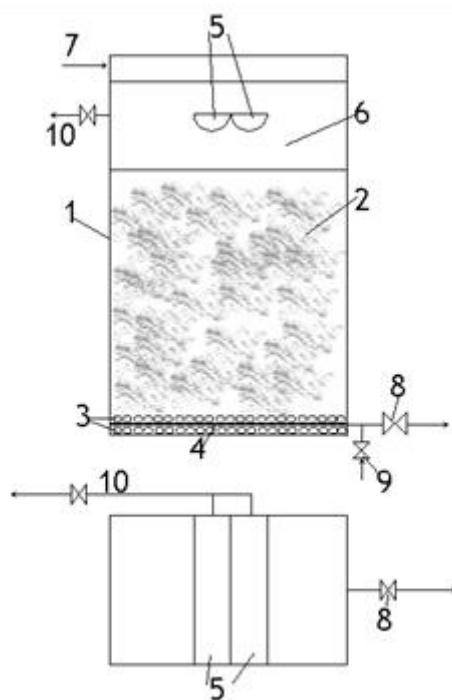


Рисунок 2.4. – Механічний фільтр із зернистим завантаженням: 1 – корпус швидкого фільтра; 2 – зернистий фільтруючий матеріал; 3 – підтримуюча загрузка (щебінь, гравій); 4 – дренажна система; 5 – жолоби для збору промивної води; 6 – шар води; 7 – подача води в фільтр; 8 – вентиль на лінії відведення фільтрованої води; 9 – вентиль на лінії подачі води на

промивку; 10 – вентиль на трубопроводі відведення промивної води

Найважливішою характеристикою роботи фільтру є швидкість фільтрування, в залежності від якої фільтри поділяються на повільні (до 0,2 м/год), швидкі (15,5–12 м/год), над швидкі (25–100 м/год).

Всі фільтри мають однакову конструкцію та відрізняються висотою шару води: повільні (1,5 м) і швидкі (2 м).

Найбільш поширеними є швидкі фільтри, на яких освітлюється вода. За конструкцією це прямокутний залізобетонний резервуар, що заповнюється засипкою кварцовим піском, який розміщується на підтримуючому шарі гравію.

Чим більше швидкість фільтрування і менші розміри зважених речовин, тим більше глибина проникнення забруднень у фільтруючий шар.

Підтримуючий шар використовується для більш рівномірного розподілення води по площі фільтру та запобігання виносу мілких фракцій.

2.4.5. Адсорбція

Адсорбція застосовується у випадку, коли у воді лишаються домішки, які важко або неможливо видалити хімічними або механічними методами (нафтопродукти, ПАР, барвники, феноли тощо).

В процесі адсорбції забруднюючі речовини осідають на поверхні твердого матеріалу, адсорбенту. Суть полягає в тому, що молекули забруднюючих речовин утримують на поверхні адсорбенту (частіше за все використовується активоване вугілля).

Одним із найбільш розповсюджених практичних рішень є адсорбційні фільтри. Це спеціалізовані пристрої, що призначені для очищення газів або рідин від домішок за допомогою адсорбенту.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, в активованому вугіллі мікропори здатні утримувати значну кількість органічних речовин, включаючи бензол, феноли, діоксини тощо.

Конструктивно адсорбційні фільтри можуть бути одноразовими або багаторазовими, з можливістю регенерації адсорбенту шляхом нагрівання, вакуумування або продувки інертним газом. Це робить їх економічно вигідними в промисловому використанні. На електростанціях, таких як ТЕЦ, адсорбційні фільтри можуть використовуватись для очищення повітря від оксидів азоту, сірки або для вилучення летких органічних сполук з повітря при ремонтах або технічному обслуговуванні. Також вони застосовуються в автоматизованих системах кондиц Сучасні системи фільтрації нерідко поєднують адсорбцію з іншими процесами: механічною фільтрацією, хімічним окисленням або іонним обміном. Такі багатоступеневі фільтрувальні системи здатні значно зменшити викиди шкідливих речовин у довкілля. Наприклад, у фільтрах для очищення димових газів використовується цеоліт, який одночасно адсорбує і каталізує розкладання токсичних речовин.

Критично важливо також правильно обирати адсорбент під конкретне середовище — з урахуванням типу речовини, температурного режиму, швидкості потоку та можливості регенерації. Часто в інженерній практиці використовують спеціальні таблиці з ізотермами адсорбції, що дозволяють розрахувати ефективність фільтра в різних умовах.

2.4.6. Утилізація

Однією з перспективних технологій знешкодження твердих та пастоподібних нафтозабруднених матеріалів є їх переведення за допомогою реагентів у дрібно дисперсні, тверді, гідрофобні та біологічно інертні капсульовані утворення з високим ступенем іммобілізації забруднюючих речовин. Збільшення поверхні кінцевих продуктів цієї технології (капсул)

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

багаторазово прискорює в порівнянні з вихідним забрудненим матеріалом процеси природного окислення нафтопродуктів і в відносно короткий період сприяє повному знешкодженню забруднюючих компонентів. Капсулювання відходів здійснюється за допомогою реагентів на основі оксидів лужних металів, насамперед СаО. Отримані в результаті реагентного знешкодження відходів капсули можуть використовуватися як структурні добавки до матеріалів відсіпок доріг та промислових майданчиків.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1. Розрахунок приймальної камери стічних вод

$$Q_{\text{год}} = \frac{500}{24} = 20,83 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо час накопичення 30 хв.

$$V = 20,83 \cdot \frac{30}{60} = 10,415 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо глибину $H = 2,5$ м, ширину $= 2,1$ м, довжина $= 2$ м.

3.2. Вибір відстійника-нафтопастки

В проекті було обрано конкретну модель відстійника, СНП-5, робочий об'єм якого становить 23 м^3 , розміри: $2,24 \times 3,66 \times 5,69$ м.

3.3 Розрахунок споруд реагентного господарства

Витрата коагулянту протягом доби:

$$G = 0,00025 \text{ т/добу}$$

Маса флокулянту на 30-денний період:

$$G_{\text{т}} = 0,00025 \cdot 30 = 0,0075 \text{ (т)}$$

Об'єм басейну:

$$V = 1,9 \cdot 0,0075 = 0,014 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахунок розчинних та витратних баків реагентів:

Об'єм витратного баку:

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_p = \frac{q \cdot D_\phi \cdot t}{10000 \cdot B_\phi \cdot \rho}$$

$$q = 500/24 = 20,83 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

$$D_\phi = 0,5 \text{ г/м}^3$$

$$B_\phi = 5\%$$

$$t = 8 \text{ год}$$

$$\rho = 0,00025 \text{ (г/м}^3\text{)}$$

$$W_p = \frac{20,83 \cdot 0,5 \cdot 8}{10000 \cdot 5 \cdot 0,00025} = 6,67 \text{ (м}^3\text{)}$$

3.4. Розрахунок змішувача

Об'єм ємності для змішувача:

$$V = Q \cdot t,$$

де Q – витрата води, t=1 хв – час змішування.

$$V = 20,83 \cdot 0,016 = 0,333 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо циліндричний бак.

Його об'єм розраховується за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4},$$

де D – діаметр, H – висота, H=1/2D.

Звідси:

$$0,333 = \frac{\pi \cdot D \cdot \frac{1}{2} D}{4}$$

Тоді D = 0,95 (м), H = 0,475 (м).

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5. Проектування напірних флотаційних установок

Подача води на утворення газоповітряної суміші:

$$q = 0,1 \cdot Q = 0,1 \cdot 20,83 = 2,083 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

Глибину камери приймаємо 1 м.

Площа дзеркала води у флотаційній камері:

$$F = \frac{Qt}{60H} = \frac{20,83 \cdot 30}{60 \cdot 1} = 10,42 \text{ (м}^2\text{)},$$

де H – глибина флотаційної камери (1 – 1,5; 3 м); t – час перебування води в камері (20 – 60 хв); Q – витрата води, м³/год.

Об'єм напірної камери:

$$V = \frac{qt'}{60} = \frac{2,083 \cdot 4}{60} = 0,14 \text{ (м}^3\text{)},$$

де q – подача очищеної води для утворення газоповітряної суміші ($q = 0,1Q$);

Подача повітря:

$$q_{\text{пов}} = F \cdot I = 10,42 \cdot 0,00583 = 0,061 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

де F – площа флотаційної камери, м²; I – інтенсивність барботажу, м³/с · м².

3.6. Розрахунок швидких фільтрів

Площа фільтрування розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q}{TV_H - 3,6\omega t_1 n - t_2 V_H n'}$$

де Q – об'єм води, який фільтрується за добу, м³; T – час роботи станції протягом доби, $T = 24$ год; V_H – швидкість фільтрування; ω – інтенсивність подачі води на промивання фільтрів; t_1 – час промивання фільтру; n – число промивань фільтру; t_2 – час простою фільтрів у зв'язку з промивкою.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{483}{24 \cdot 5 - 3,6 \cdot 14 \cdot 0,1 \cdot 2 - 0,33 \cdot 5 \cdot 2} = 4,53 \text{ (м}^2\text{)}$$

Число фільтрів:

$$N = \frac{1}{2} \sqrt{F} = \frac{1}{2} \sqrt{4,53} = 1,06 \approx 1$$

Швидкість фільтрування у форсованому режимі:

$$V_{\phi} = 10 \text{ м/год}$$

Загальна висота фільтру:

$$H = H_{\text{п.з.}} + H_{\text{ф.з.}} + H_{\text{в.}} + H_{\text{д.}} + h_{\phi}$$

$$H_{\text{п.з.}} = 0,7 \text{ м, } H_{\text{ф.з.}} = 1,2 \text{ м, } h_{\phi} = 0,3 \text{ м, } H_{\text{в.}} = 2 \text{ м.}$$

$$H_{\text{д.}} = \frac{W_{\text{д.}}}{F_c}$$

$$W_{\text{д.}} = F_c \cdot V_{\text{н.}} \cdot t_2 = 4,53 \cdot 5 \cdot 0,33 = 7,48 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$H_{\text{д.}} = \frac{7,48}{4,53} = 1,65 \text{ (м)}$$

Тоді загальна висота фільтру дорівнює:

$$H = 0,7 + 1,2 + 2 + 1,65 + 0,3 = 4,85 \text{ (м)}$$

Визначаємо витрату води у колекторі при промивці:

$$q_{\text{к.}} = F_1 \cdot \omega \cdot 10^{-3} = 4,53 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,063 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

де F_1 – площа фільтру; ω - інтенсивність промивки.

Далі розраховуємо площу перерізу колектора:

$$f_{\text{к.}} = \frac{q_{\text{к.}}}{V_{\text{к.}}} = \frac{0,063}{0,8} = 0,08 \text{ (м}^2\text{)}$$

де $V_{\text{к.}}$ – швидкість руху води в колекторі при промивці.

Діаметр колектора розраховуємо за формулою:

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_k = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_k}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,08}{\pi}} = 0,32 \text{ (м)}$$

Число відгалужень при односторонньому розміщенні буде:

$$n = \frac{B \cdot 10^3}{l} = \frac{2 \cdot 10^3}{250} = 8$$

де l – відстань між відгалуженнями – 250 – 350 мм; B – загальна ширина фільтру, м.

Витрата води у відгалуженнях:

$$q_B = \frac{q_k}{n} = \frac{0,063}{8} = 0,008 \text{ (м}^3/\text{с)}$$

Площа перерізу відгалуження:

$$f_B = \frac{q_B}{V_B} = \frac{0,008}{1,6} = 0,005 \text{ (м}^2\text{)}$$

Діаметр відгалуження:

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_B}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,005}{\pi}} = 0,08 \text{ (м)}$$

Витрата води в одному жолобі:

$$q_{\text{ж}} = \frac{q_k}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,063}{2} = 0,0315$$

де $n_{\text{ж}}$ – кількість жолобів.

3.7. Розрахунок завантаження адсорбційного фільтру

Маса забруднення:

$$M_3 = C_3 \cdot V_{\text{води}} = 1 \cdot 435.72 = 436 \text{ (мг)}$$

Маса антрацитного завантаження:

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_a = 436/1000 = 0,44 \text{ (г)}$$

Доза антрацитного завантаження:

$$D_a = M_a/V_{\text{води}} = 0,44/435,72 = 0,001 \text{ (г/м}^3\text{)}$$

3.8. Розрахунок резервуару очищеної води

Час перебування води в резервуарі: 0,3 год.

Розраховуємо об'єм резервуару:

$$W = \frac{Q \cdot t}{24} = \frac{500 \cdot 0,3}{24} = 6,25 \text{ (м}^3\text{)}$$

Висоту резервуару приймаємо $H=2\text{м}$.

Розраховуємо площу:

$$F = \frac{W}{H} = \frac{6,25}{2} = 3,125 \text{ (м}^2\text{)}$$

Ширину приймаємо $B = 2\text{м}$.

Тоді довжина:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{3,125}{2} = 1,56 \text{ (м)}$$

3.9. Розрахунок шламонакопичувача

Протягом доби до шламонакопичувача надходить 44,92 м³ осаду на добу.

Час перебування там осаду – 8 год.

Розрахуємо об'єм:

$$W = \frac{W_{\text{ос}} \cdot t}{24} = \frac{44,92 \cdot 8}{24} = 14,97 \text{ (м}^3\text{)}$$

Висоту приймаємо $H = 3\text{м}$.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок площі:

$$F = \frac{W}{H} = \frac{14,97}{3} = 4,99 \text{ (м}^2\text{)}$$

Тоді діаметр дорівнює:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{4,99}{\pi}} = 2,52 \text{ (м)}$$

3.10. Розрахунок резервуара-усереднювача

Час перебування води в резервуарі-усереднювачі приймаємо $30\text{хв} = 0,5$ год.

Розраховуємо об'єм:

$$W = \frac{q \cdot t}{T} = \frac{47,28 \cdot 0,5}{24} = 1 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо висоту $H = 1\text{м}$.

Розраховуємо площу:

$$F = \frac{W}{H} = \frac{1}{1} = 1 \text{ (м}^2\text{)}$$

Тоді ширина та довжина дорівнюють 1 м.

3.11. Розрахунок розчинного баку гашеного вапна

$$Q = 4,007 \text{ т}$$

$$V = \frac{4,007 \cdot 10^6}{50} = 80140 \text{ (л)} = 80,14 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо висоту $H = 4\text{м}$.

Розрахунок площі:

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{V}{H} = \frac{80,14}{4} = 20,035 \text{ (м}^2\text{)}$$

Приймаємо ширину $B = 5\text{ м}$. Тоді довжина:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{20,035}{5} = 4,007 \text{ (м)}$$

3.12. Вибір насосу

Для представленої технологічної схеми було обрано консольний насос моделі КМ 80-50-200а. Даний тип насосів спеціалізується на перекачуванні технічної води з рівнем рН від 6 до 9. Насос пропускає тверді частинки розміром до 0,2 мм з об'ємною концентрацією не більше 0,1%.

Основні параметри насосу: тип відцентровий, продуктивність 45 м³/год, потужність 11 кВт.

Габарити: довжина – 710 мм, ширина – 304 мм, висота – 370 мм, вага – 185 кг.

3.13. Вибір фільтр-пресу

З метою механічного зневоднення осаду, що утворюється внаслідок флотаційного очищення виробничих стічних вод, було обрано стрічковий фільтр-прес моделі ФПК-1000, який відповідає вимогам безперервної експлуатації у замкненому циклі водопідготовки. Конструкція передбачає автоматичне регулювання натягу стрічки, систему вирівнювання її положення, а також можливість очищення стрічки водою під тиском.

Обладнання адаптоване для роботи в умовах агресивного середовища та вологості, має базові системи безпеки та сигналізації. Усі деталі, що контактують з осадом, виготовлені з антикорозійних матеріалів.

Основні технічні параметри фільтр-преса ФПК-1000:

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Потужність: 0,75 кВт
- Продуктивність: 6 м³/год
- Габарити: 3510×1900×2400 мм
- Вага: близько 3500 кг

3.14. Вибір компресора

Для забезпечення стабільної подачі стисненого повітря у флотаторну систему обрано компресор С-2/50, що відповідає технічним вимогам до продуктивності та тиску. Цей агрегат працює на основі поршневої технології та оснащений ресивером для стабілізації повітряного потоку. Завдяки компактним розмірам і простоті в обслуговуванні, компресор зручно інтегрується в загальну схему флотаторної установки.

Наявність прямого приводу знижує втрати енергії, а система автоматичного увімкнення дозволяє працювати без постійного контролю оператора.

Основні технічні параметри компресора С-2/50:

- Потужність: 1,5 кВт
- Продуктивність: 2,1 м³/год
- Габарити: 900×400×720 мм
- Вага: 45 кг

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

Цех має 1 поверх, висотою 8,4 м, і довжину 30 м; 3 прольоти по 6 м, з кроком колон 6 м.

Об'ємно-планувальні вирішення будівель (розміри прольотів, загальна довжина, ширина, висота поверхів, кроки колон) залежать від розмірів обладнання, технологічного процесу та цехового транспорту.

При проектуванні складів реагентів, вони розраховуються на збереження 30-добового запасу в період максимального споживання реагентів.

4.2. Вибір конструктивних елементів будівлі

Для проектованої будівлі обираємо збірні залізобетонні колони типу ККС з перерізом 400х700 мм середніх та 400х600 мм крайніх та висотою 10550 мм (рис.4.1).

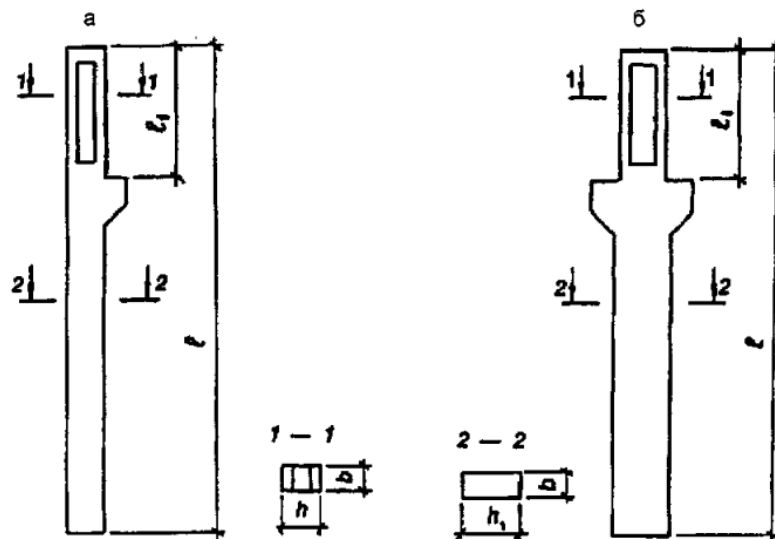


Рисунок 4.1. – Залізобетонні колони ККС: а – колона для крайніх рядів; б – колона для середніх рядів.

Збірні залізобетонні колони каркасні серійні (ККС) є елементами

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

каркасних конструкцій одно- та багатоповерхових промислових та цивільних будівель. Вони виготовляються у вигляді прямих вертикальних стрижнів прямокутного або квадратного поперечного перерізу з високоміцного важкого бетону та армовані сталеву арматурою.

Колони типу ККС призначені для сприймання вертикальних навантажень від покриттів, перекриттів, інших конструктивних елементів та експлуатаційних навантажень, а також для передачі цих навантажень на фундаменти. Зазвичай вони мають консольні випуски або гнізда для з'єднання з ригелями, балками чи іншими елементами каркаса.

Колони типу ККС забезпечують швидке зведення будівель, високу точність геометрії та надійність у процесі експлуатації.

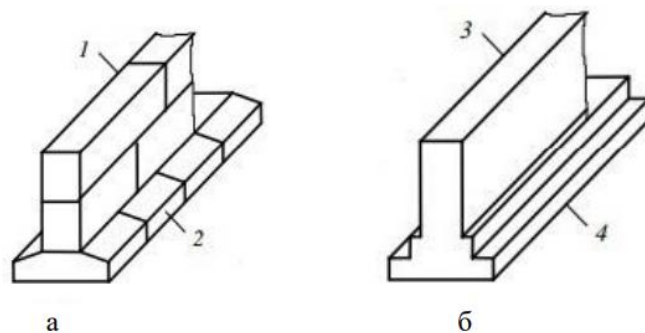


Рисунок 4.2. – Стрічкові фундаменти: а) – збірний безперервний; б) - монолітний

Стіни будівлі є із силікатної цегли, товщина складає 380 мм, тому встановлюється стрічковий фундамент під стіни.

В стрічкових фундаментах довжина в багато разів перевищує ширину.

Фунтаменти розташовуються у вигляді збірних залізобетонних або монолітних стрічок під стінами споруд та будівель.

При конструктивному оформленні стрічкових фундаментів враховується

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріал фундаменту, навантаження, інженерно-геологічні умови і конструктивні рішення наземної частини будинку.

Для покриття обираємо односкатні залізобетонні балки.

Односкатні залізобетонні балки — це конструктивні елементи, які застосовуються у будівництві для перекриття прольотів з ухилом у одному напрямку. Основною особливістю цих балок є односторонній нахил верхньої поверхні, який забезпечує дозволяє створити архітектурну форму споруди, наприклад, у промислових будівлях, ангарах, складах тощо, або водовідвід.

Односкатні балки можуть бути як монолітними, так і збірними, причому другий варіант дозволяє скоротити терміни монтажу на будівельному майданчику.

Із плит покриття використовуються ребристі плити, які використовуються для покриття одноповерхових будівель із прогонами 6 та 12 метрів.

Їх випускається номінальними розмірами 3х6 і 3х12 м. У якості добірних елементів рекомендують плити номінальними розмірами 1,5х6 і 1,5х12 м.

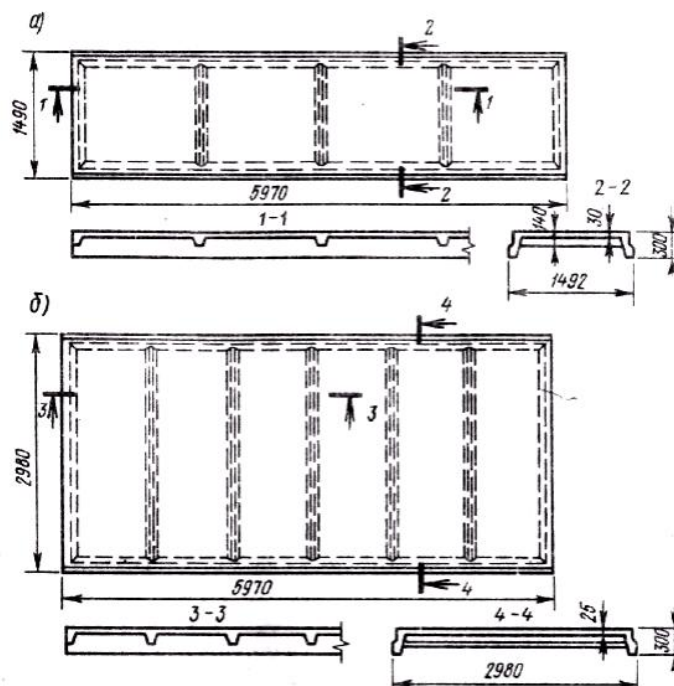


Рисунок 4.3. – Залізобетонні покриття розмірами 1,5х6 (а) та 3х6 м (б)

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

4.3 Розміщення очисних споруд

У рамках проєкту передбачено розміщення очисних споруд у спеціально обладнаному приміщенні в межах будівлі. Такий підхід дозволяє забезпечити компактність, зручність обслуговування та захист обладнання від несприятливих кліматичних умов.

Внутрішнє розміщення споруд також сприяє зменшенню рівня шуму та запахів у навколишньому середовищі, що є важливим фактором для об'єктів, розташованих у населених пунктах або на підприємствах із постійною присутністю персоналу.

Будівля, в якій розміщуються очисні споруди, обладнана системами вентиляції, освітлення, каналізації та водопостачання, що відповідають вимогам чинних санітарно-гігієнічних норм. Зони обслуговування споруд чітко розмежовані відповідно до технологічного процесу та передбачають легкий доступ до основних елементів установки для проведення профілактичних і ремонтних робіт.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є невід'ємною складовою будь-якої виробничої або науково-технічної діяльності, яка спрямована на створення безпечних умов праці, запобігання нещасним випадкам та збереження здоров'я працівників. Забезпечення охорони праці регулюється нормативно-правовою базою України, яка визначає обов'язки роботодавців і працівників у сфері життєдіяльності.

Охорона праці на теплоелектроцентралях (ТЕЦ) є критично важливою складовою безпечного функціонування енергетичного об'єкта. Умови праці на ТЕЦ характеризуються високим рівнем потенційної небезпеки через наявність обладнання, що працює під високим тиском і температурою, використання електроенергії великої потужності, а також можливість виникнення аварійних ситуацій.

В цьому розділі розглядаються основні аспекти охорони праці, пов'язані із організацією робочого місця, аналізом потенційних виробничих небезпек, застосуванням засобів індивідуального та колективного захисту, заходами протипожежної безпеки.

Належна організація охорони праці на ТЕЦ включає низку заходів, спрямованих на запобігання травматизму, мінімізацію шкідливих виробничих факторів, контроль за дотриманням техніки безпеки. Особлива увага приділяється захисту персоналу від впливу шуму, вібрації, гарячих поверхонь, хімічних речовин та енергетичного струму.

5.1. Освітлення

Освітлення на теплоелектроцентралі (ТЕЦ) відіграє ключову роль в забезпеченні безпечних умов праці персоналу, особливо з огляду на складність, потужність та небезпеку технологічного обладнання. Умови роботи на ТЕЦ

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачають обслуговування котлів, турбін, генераторів, насосного обладнання, високовольних щитів та виконання оперативно-ремонтних робіт в режимі підвищеної відповідальності. Тому ефективна система освітлення – один із основних факторів запобігання травматизму та помилок персоналу.

Згідно ДБН В.2.5.-28:2018 «Природне та штучне освітлення», у виробничих приміщеннях ТЕЦ слід застосовувати комбіноване освітлення, яке включає природне та штучне освітлення.

Природне освітлення (світлові прорізи або ліхтарі) має забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче нормативного значення. В залах котлів, турбін та щитових природне освітлення, як правило, є обмеженим, тому застосовується високоякісне штучне освітлення з рівнем освітлення не менше 300-500 лк.

Вимоги до рівня освітлення, рівномірності, допустимого блиску та яскравості регламентуються також положенням ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до умов праці». Наприклад, для обслуговування пультів управління, КВПіА, щитових та диспетчерських пунктів нормується освітленість не менше 500 лк. У котельних машинах і залах – дів 300 лк при загальному освітленні.

Наказом МОЗ України № 276 від 23.06.2017 затверджені норми, які вимагають уникнення ефекту сліпучого світла, а також пульсації світлового потоку – не більше 10%. Особливо це актуально в приміщеннях з високою концентрацією дисплейного обладнання та систем автоматизації.

Для забезпечення безпеки в разі аварійного відключення живлення передбачене аварійне освітлення, яке має відповідати нормам ДБН В1,1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Освітленість шляхів евакуації має бути не менше 1 лк, при цьому освітлювальні прилади мають живитися від незалежного джерела (генератор або акумуляторні батареї).

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На ТЕЦ важливо дотримуватись положень Закону України «Про охорону праці», де зазначено, що роботодавець зобов'язаний створити безпечні умови праці, включно з належним рівнем освітлення. В рамках цього здійснюється регулярний замір освітленості на робочих місцях та у разі потреби, заміна застарілих світильників на сучасні енергоефективні джерела світла.

У практиці експлуатації ТЕЦ дедалі частіше впроваджуються світлодіодні освітлювальні системи з автоматичним регулюванням яскравості в залежності від часу доби та присутності персоналу. Це не лише підвищує безпеку, а й сприяє зниженню енерговитрат.

Таким чином, система освітлення на ТЕЦ є технічною й організаційною основою охорони праці, що напряду впливає на ефективність та безаварійність виробничого процесу.

5.2. Пожежна безпека

Пожежна безпека на теплоелектроцентралі (ТЕЦ) має надзвичайно важливе значення через наявність технологічного обладнання, що працює при високих температурах і тиску, а також через використання горючих і вибухонебезпечних матеріалів, таких як газ, мазут, мастила, оливи, електричне обладнання високої потужності тощо. Враховуючи критичну інфраструктуру об'єкта, пожежна безпека є пріоритетним елементом системи охорони праці.

Згідно із Законом України «Про пожежну безпеку», пожежна безпека – це стан об'єкта, за якого з належною ймовірністю виключається виникнення пожежі, а вразі її виникнення забезпечується безпека людей, збереження матеріальних цінностей та ефективна ліквідація загорання.

Проектування та експлуатація приміщень ТЕЦ здійснюється відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», де

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлені класи вогнестійкості конструкцій. Обмеження по класах пожежної небезпеки матеріалів, розміри евакуаційних шляхів та виходів. Основні виробничі приміщення ТЕЦ повинні бути обладнані автоматичними установками пожежогасіння, системами димовидалення, сигналізації та візуального оповіщення персоналу.

Кожне приміщення підлягає винесення в категорії за пожежною небезпекою згідно з Наказом МВС №1417 від 30.11.2015 «Правил пожежної безпеки в Україні». Наприклад, машинні зали належать до категорії Г, а приміщення з паливом або котельні – до Б або В. Це визначає вимоги до протипожежного захисту (тип вогнегасників, системи гасіння тощо).

Всі будівлі та споруди ТЕЦ мають бути забезпечені необхідною кількістю⁵³ вогнегасників згідно з Наказом МВС №25 від 15.01.2018 «Про затвердження норм належності вогнегасників». Розміщення засобів пожежогасіння маж бути зручним і позначеним відповідними табличками згідно з ДСТУ ISO 6309:2007.

Евакуаційні виходи з приміщень мають бути відкритими, не вільними, не захаращеними та відповідати вимогам ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд» - аби унеможливити блокування виходів навіть у надзвичайних ситуаціях. У разі відключення електроенергії освітлення, як визначено в ДБН В.1.1-7:2016.

На всій території ТЕЦ має діяти протипожежний режим, який включає:

- постійний контроль справності обладнання;
- інструктаж працівників з пожежної безпеки;
- відключення зайвого обладнання після завершення зміни;
- наявність планів евакуації;
- заборону паління поза визначеними місцями.

Згідно із законодавством, усі працівники повинні проходити первинний, повторний та цільовий інструктажі з пожежної безпеки, що регламентуються

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наказом ДСНС № 508 від 05.12.2018.

ТЕЦ повинна також мати узгоджений із ДСНС план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій, який передбачає дії відповідального персоналу в разі виникнення пожежі, зокрема ізоляцію джерел енергії, евакуації. Персоналу та залучення пожежних частин.

Таким чином, дотримання норм пожежної безпеки на ТЕЦ є комплексом організаційних, технічних та інженерних рішень, які забезпечують надійний захист персоналу, обладнання та енергетичних об'єктів від надзвичайних подій, пов'язаних із вогнем.

5.3. Електробезпека

Теплоелектроцентраль (ТЕЦ) є об'єктом з підвищеною електробезпекою через високу потужність енергетичних установок, наявність високовольтного обладнання, трансформаторних підстанцій, кабельних ліній і електричних щитів. Забезпечення електробезпеки працівників — один із ключових напрямів системи охорони праці, оскільки навіть короточасний контакт з електричним струмом може мати летальні наслідки.

Згідно з Правилами охорони праці під час експлуатації електроустановок споживачів, затвердженими Наказом Мінсоцполітики № 95 від 21.01.2020, до робіт в електроустановках допускаються лише особи, які пройшли відповідне навчання, перевірку знань, мають групу з електробезпеки не нижче ніж II (для низьковольтного обладнання) або III–IV (для високовольтного).

ТЕЦ характеризується наявністю електроустановок напругою до 1000 В і вище 1000 В, тому на об'єкті обов'язково має бути організована система допуску персоналу до роботи з обладнанням згідно з групою електробезпеки. Розподіл груп електробезпеки регламентується НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатації електроустановок споживачів».

Особливу увагу слід приділити забезпеченню заземлення електроустановок, яке має відповідати вимогам ДСТУ EN 50522:2014, що регламентує опір розтікання струму не вище 4 Ом для основних струмопровідних частин. На всіх відкритих струмопровідних частинах, що можуть випадково опинитися під напругою, має бути нанесене маркування, а огороження мають бути металевими, із заземленням і попереджувальними написами.

Згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», приміщення з електроустановками, що працюють під напругою, мають бути виконані з негорючих матеріалів, обладнані вентиляцією і пристроями автоматичного відключення живлення в разі короткого замикання або перегріву.

У всіх електрощитових і машинних залах на ТЕЦ повинні бути вивішені плакати безпеки, що відповідають вимогам ДСТУ ISO 7010:2021 (знаки безпеки), а також повинні бути наявні засоби захисту від ураження електричним струмом — діелектричні рукавиці, калоші, ізолюючі штанги, покажчики напруги, переносне заземлення, інструмент із ізольованими ручками.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний забезпечити навчання персоналу з питань електробезпеки, регулярну перевірку знань, ведення журналів інструктажів та допусків. Повторні інструктажі повинні проводитися не рідше ніж 1 раз на 6 місяців.

Для запобігання аваріям передбачено:

- організацію робіт за нарядом-допуском (для напруги понад 1000 В);
- візуальне та інструментальне відключення від мережі (із заземленням та перевіркою відсутності напруги);
- постійний моніторинг стану ізоляції кабельних ліній;

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- регулярне технічне обслуговування та випробування захисного обладнання.

Також на ТЕЦ впроваджуються автоматизовані системи контролю енергоспоживання та стану мереж, які дозволяють оперативно виявляти потенційно небезпечні ситуації — зниження напруги, пробої, перегріву, стрибки навантаження тощо.

Таким чином, електробезпека на ТЕЦ — це багаторівнева система заходів, що охоплює інженерні рішення, навчання персоналу, організацію робіт і контроль технічного стану електроустановок, що забезпечує зниження ризиків до мінімуму в умовах постійного функціонування об'єкта критичної інфраструктури.

5.4. Повітря робочої зони

Якість повітря в робочій зоні теплоелектроцентралі (ТЕЦ) має визначальне значення для збереження здоров'я працівників, адже виробниче середовище ТЕЦ пов'язане з впливом шкідливих факторів — надмірного тепла, пари, викидів продуктів згоряння, мастил, парів аміаку, змащувальних та теплоносійних речовин. Особливо це актуально в котельних, машинних, турбінних та насосних залах, де температурно-вологісний режим може значно відрізнятися від нормативного.

Згідно з ДСанПіН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні правила і норми повітря робочої зони», повітря робочої зони повинно відповідати гігієнічним вимогам за такими показниками:

- температура повітря;
- відносна вологість;
- швидкість руху повітря;
- вміст шкідливих речовин (газів, парів, пилу)

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виробничих приміщень ТЕЦ допустимі параметри мікроклімату встановлені в межах:

- температура: 18–28 °С (залежно від сезону та категорії робіт);
- відносна вологість: 40–70%;
- швидкість руху повітря: до 0,5 м/с.

Відхилення від цих параметрів негативно впливають на самопочуття працівників, викликаючи перевтому, головний біль, зниження концентрації уваги та ризик теплових ударів. Для контролю параметрів повітря застосовуються прилади безперервного моніторингу мікроклімату.

У випадку наявності парів мастил, пари води або продуктів горіння, важливо дотримуватися ГДК (гранично допустимих концентрацій), які визначені в Переліку шкідливих речовин, що регламентуються в повітрі робочої зони (наказ МОЗ України № 52 від 01.03.2010). Наприклад:

- оксид вуглецю (CO): до 20 мг/м³;
- оксид азоту (NO): до 2 мг/м³;
- діоксид сірки (SO₂): до 10 мг/м³.

Для підтримання нормативного повітряного середовища застосовується механічна загальнообмінна та місцева вентиляція, як визначено в ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». У турбінних залах ТЕЦ часто використовуються витяжні вентилятори великої продуктивності та припливні установки з фільтрами, щоб запобігти потраплянню пилу та гарячого повітря до робочої зони.

Також в приміщеннях з тепловиділенням (наприклад, котельні) передбачено повітрообмін не менше 3–5 крат на годину, що забезпечує ефективне охолодження середовища

Системи вентиляції повинні обслуговуватись не рідше ніж 1 раз на півроку.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При перевищенні допустимих концентрацій або температури мають застосовуватись індивідуальні засоби захисту органів дихання — респіратори, фільтрувальні напівмаски тощо, згідно з НПАОП 0.00-4.33-99.

Контроль за станом повітряного середовища здійснюється службою охорони праці, санітарними лабораторіями підприємства або акредитованими установами.

Таким чином, дотримання вимог до повітряного середовища на ТЕЦ є обов’язковою умовою для підтримання працездатності персоналу, зниження виробничих ризиків і забезпечення відповідності санітарно-гігієнічним нормам.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. У дипломному проєкті розглянуто техніко-економічні особливості роботи очисних споруд замаслених та замазучених стічних вод СВП «Київські ТЕЦ» ПАТ «Київенерго». Проаналізовано діючу систему очищення, виявлено її недоліки та обґрунтовано доцільність впровадження вдосконаленої технологічної схеми. Результати аналізу свідчать про економічну вигоду, екологічну доцільність та раціональність реалізації запропонованих інженерних рішень для очищення стічних вод промислового походження.

2. Розроблена та описана технологічна схема модернізації очисного обладнання передбачає багатоступеневу систему очищення, яка забезпечує ефективне видалення нафтових продуктів, механічних домішок та органічних забруднень. Запропонована технологія характеризується високим рівнем очищення, доступністю впровадження в умовах діючого підприємства, економічною ефективністю та можливістю багаторазового використання очищеної води у виробничому циклі. Вторинне використання вилучених речовин (мазуту, нафтопродуктів) сприяє ресурсозбереженню.

3. У процесі проєктування підібрано основне та допоміжне обладнання, виходячи з фактичної витрати стічних вод і навантаження на систему. Проведені гідравлічні та технологічні розрахунки забезпечують оптимальну продуктивність, стабільну роботу системи та її енергоефективність. Вибір обладнання здійснено відповідно до технічних характеристик, екологічних вимог і економічних показників.

4. У будівельній частині дипломного проєкту здійснено просторове планування розміщення очисного обладнання в межах цеху та розроблено загальне конструктивне вирішення приміщень. Проєкт враховує вимоги до розміщення адміністративно-побутових приміщень, дотримання санітарних та протипожежних норм. Конструктивні елементи споруд підібрані з урахуванням

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діючих нормативів і стандартів будівництва.

5. У розділі охорони праці розглянуто потенційні небезпеки, пов'язані з експлуатацією очисних споруд, і передбачено заходи з підвищення безпеки обслуговуючого персоналу. Усі проєктні рішення відповідають вимогам нормативно-правової бази у сфері охорони праці, пожежної безпеки та екології. Окрему увагу приділено вентиляції, освітленню, герметизації обладнання та засобам індивідуального захисту.

6. У рамках дипломного проєкту виконано комплект технічної документації, що включає креслення генерального плану, технологічної схеми очищення, планів розміщення споруд, поздовжніх і поперечних перерізів. Це дозволяє чітко візуалізувати усі проєктні рішення, спрощує їх практичне впровадження та забезпечує високий рівень реалізації розробленої системи в умовах реального виробництва.

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Загальні відомості про нафтопродукти та методи їх дослідження : навч. посіб. / В. Ф. Стороженко, Г. О. Пономаренко ; МВС України, Харк. нац. ун-т внутр. справ, Навч.-наук. ін-т права, економіки та соціології, Каф. економічної теорії. — Х. : ХНУВС, 2010. – 100 с.

2. <https://bioprocessor.ua/separator-nafti/>

3. Практикум з біотехнологій очищення води : навч. посіб. / Л. А. Саблій, О. М. Бунчак, В. С. Жукова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 108 с.

4. Інноваційні змішувачі хімічної технології [Текст] : монографія / І. О. Мікульонок. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 132 с.: іл. – Бібліогр.: с. 125–129.

5. Основи охорони праці - Жидецький В. Ц. - 2.6.5. Природне освітлення

6. Libretexts. van der Waals Interactions. Chemistry LibreTexts, Libretexts, 22 Oct.2015,chem.libretexts.org/Core/Physical_and_Theoretical_ChemistryPhysical_Properties_of_Matter/Atomic_and_Molecular_PropertiesIntermolecular_Forces/Specific_Interactions/Van_Der_Waals_Interactions. Accessed 11 Oct.2017.

7. Sweetland, Lee A. Adsorption of Organic Micropollutants from Water Using Hypersol-Macronet™Polymers. Thesis. Thesis (Ph. D.), 1997. N.p.: n.p., n.d. Print.

8. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.:Основа, 2006 — 448 с.

9. https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSYU1/dstu_b_v.2.6-63-2008.PDF

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Методичні вказівки до виконання практичних, самостійних та розрахунково-графічної робіт з курсу „АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД” (для студентів 3 курсу заочної форми навчання за напрямом підготовки 6.060101 - «Будівництво» спеціальності ”Промислове та цивільне будівництво”). / Укл.: Котеньова З.І., Н.В.Мороз –ХНАМГ, 2009. – 51 с.

11. ДБН В.2.5.-28:2018 «Природне та штучне освітлення»

12. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до умов праці»

13. ДБН В1,1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва»

14. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд»

15. ДСТУ EN 50522:2014

16. ДСанПіН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні правила і норми повітря робочої зони»

17. Наказ МОЗ України № 52 від 01.03.2010

18. Гомеля М.Д. Основи проектування очисних споруд.: Навчальний посібник / М.Д.Гомеля, В.М.Радовенчик, Т.О.Шаблій. – К.: "Інфодрук", 2013. - 175 с.

19.<https://ua.sewageclean.com/wastewater-treatment-plant/sludge-dewatering/belt-filter-press-dewatering.html>

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 1

Експлікація до технологічної схеми

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість	Розміри
1	Приймальна камера стічних вод		1	
2	Відстійник-нафтопастка		1	
3	Змішувач		1	
4	Флотаційна камера		1	
5	Проміжний бак		1	
6	Механічний фільтр		1	
7	Адсорбційний фільтр		1	
8	Резервуар очищеної води		1	
9	Витратний бак флокулянту		1	
10	Компресор		1	
11	Напірна камера		1	
12	Пінозбирач		1	
13	Мазутоприймач		1	
14	Резервуар-усереднювач промивних вод		1	
15	Шламонакопичувач		1	
16	Фільтр-прес		1	
17	Витратний бак гашеного вапна		1	
18	Реактор		1	
19	Насос		4	
	Потоки:			
I	Подача стічних вод на очисну станцію			

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

II	Подача флокулянту			
II	Подача води на розведення флокулянту			
IV	Транспортування зневодненого шламу на утилізацію			
V	Подача очищеної води			
VI	Подача зневодненого шламу на утилізацію			
VII	Подача мазуту на утилізацію			
VIII	Подача води на потреби станції			

Додаток 2

Експлікація до матеріального балансу

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість	Розміри
1	Приймальна камера стічних вод		1	
2	Відстійник-нафтопастка		1	
3	Змішувач		1	
4	Флотаційна камера		1	
5	Проміжний бак		1	
6	Механічний фільтр		1	
7	Адсорбційний фільтр		1	
8	Резервуар очищеної води		1	
9	Витратний бак флокулянту		1	
10	Компресор		1	
11	Напірна камера		1	
12	Пінозбирач		1	
13	Мазутоприймач		1	
14	Резервуар-усереднювач промивних вод		1	
15	Шламонакопичувач		1	
16	Фільтр-прес		1	
17	Витратний бак гашеного вапна		1	
18	Реактор		1	

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 3

Експлікація до плану розміщення очисних споруд на відмітці $\pm 0,000$

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція	Назва споруд	Тип і марка	Кількість	Розміри
1	Приймальна камера стічних вод		1	
2	Відстійник-нафтопастка		1	
3	Насос		4	
4	Витратний бак флокулянту		1	
5	Змішувач		1	
6	Флотаційна камера		1	
7	Компресор		1	
8	Напірна камера		1	
9	Резервуар очищеної води		1	
10	Механічний фільтр		1	
11	Адсорбційний фільтр		1	
12	Резервуар-усереднювач промивних вод		1	
13	Шламонакопичувач		1	
14	Фільтр-прес		1	
15	Витратний бак гашеного вапна		1	
16	Резервуар очищеної води		1	
17	Реактор		1	
18	Пінозбирач		1	

					ДП ЛЕ-1204.12.04	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19	Мазутоприймач		1	
	Назва приміщення:			
20	Гардеробне приміщення для збереження домашнього одягу для жінок			
21	Гардеробне приміщення для збереження домашнього одягу для чоловіків			
22	Гардеробне приміщення для збереження робочого одягу для жінок			
23	Гардеробне приміщення для збереження робочого одягу для чоловіків			
24	Душове приміщення для жінок			
25	Душове приміщення для чоловіків			
26	Вмивальне приміщення для жінок			
27	Вмивальне приміщення для чоловіків			
28	Вбиральня для жінок			
29	Вбиральня для чоловіків			
30	Кабінет начальника цеху			
31	Кімната майстрів			