

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ Гомеля М.Д

. «___» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 101 «Екологія»

на тему:

**«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ
ВОДИ ТОВ «МЕГАФЛОУ»»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЕ-01

Приходько В.К.

Керівник:

Ст.викл, к.х.н.

Романюкіна І.Ю.

Консультант з розділу «Охорона праці»:

Доцент, к.т.н.

Ковтун І.М.

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

Київ – 2024

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ЛЕ0115.00.015 ПЗ	Пояснювальна записка	71	
3	A1	ДП ЛЕ0115.01.015 ПМ	План місцевості	1	
4	A1	ДП ЛЕ0115.02.015 ХВ	Характеристики води та вимоги до очищеної води	1	
5	A1	ДП ЛЕ0115.03.015 ТС	Технологічна схема	1	
6	A1	ДП ЛЕ0115.04.015 МБ	Блок-схема матеріального балансу	1	
7	A1	ДП ЛЕ0115.05.015 ПЦ	План цеху	1	
8	A1	ДП ЛЕ0115.06.015 ВД	Висновки	1	

				ДП ЛЕ0115.024.В		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Приходько В. К.					
Керівн.	Романюкіна І.Ю.					
Консульт.	Ковтун І.М.				КПП ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЕ-01	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д					

Пояснювальна записка до дипломного проекту на тему:

**«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ
ВОДИ ТОВ “МЕГАФЛОУ”»**

Київ – 2024

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						3
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
ОПП «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Гомеля М.Д.
«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Приходько Владиславу Костянтиновичу

1. Тема проекту «Розробка технологічної схеми підготовки питної води ТОВ «МЕГАФЛОУ»», керівник проекту Романюкіна І.Ю., ст.викл, к.х.н, затверджені наказом по університету від № 1993-с від 17.05.2024 р.

2. Термін подання студентом проекту: 11 червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту: Витрата води – 200 м³/добу; рН – 7,61 од.; Сухий залишок – 7688 мг/л; Карбонатна лужність – 6,63 ммоль/л; Загальна жорсткість – 36,60 ммоль/л; Некарбонатна – 29,97 ммоль/л; Бікарбонати – 404,43 мг/л; Залізо загальне – 0,53 мг/л; Хлориди – 2931,05 мг/л; Сульфати – 1174,42 мг/л; Нітрати – 8,46 мг/л; Нітроти – 1,62 мг/л; Фосфати – 1,57 мг/л; Азот амонійний – 3,50 мг/л; Кольоровість – 30-40°.

4. Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування, технологічна частина (включаючи характеристики вхідної води, розробку та

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						4
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

обґрунтування технологічної схеми, розрахунок матеріального балансу, технологічні дані про хімічні та фізичні процеси), технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу: план місцевості з розташуванням р. Інгулець та м. Кривий Ріг; характеристика вихідної води та вимоги до питної води; технологічна схема; схема матеріального балансу; план розміщення очисних споруд у цеху; поздовжній переріз цеху; висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І. М., доцент, к.т.н		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	15.04 – 19.05	
2	Обґрунтування технологічної схеми	20.05 – 24.05	
3	Виконання розрахунків	25.05 – 31.05	
4	Оформлення посньювальної записки	01.06 – 05.06	
5	Виконання креслень	06.06 – 10.06	

Студент

Керівник проекту

Приходько В. К.

Романюкіна І. Ю.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Розробка технологічної схеми підготовки питної води ТОВ «МЕГАФЛОУ».

Дипломний проект містить: XX сторінки, XX рисунків, X таблиць, X додатки, X джерел, X креслень на А1.

Метою даної дипломної роботи є проектування технологічної схеми підготовки води питної якості з природного поверхневого джерела (р. Інгулець, Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг).

Задачею проекту є вибір технологічної схеми та її обґрунтування; опис хіміко-фізичних процесів, які використовуються при підготовці питної води; виконання розрахунків матеріального балансу; визначення та розрахунок кількості та розмірів обраних моделей технологічного обладнання та його розміщення в цеху; розроблення відповідних креслень.

Складається із наступних розділів: вступ, техніко-економічне обґрунтування, технологічна частина: характеристика вихідної води та вимоги до якості питної води, підготовка та опис технологічної схеми, теоретичні відомості про фізичні, хімічні та біологічні процеси, технологічні та гідравлічні розрахунки, матеріальний баланс, охорона праці, будівельна частина, висновки, список використаної літератури та додатки.

ВОДОПІДГОТОВКА, ПИТНА ВОДА, ДИСКОВА ФІЛЬТРАЦІЯ, КОАГУЛЯЦІЯ, ЗВОРОТНИЙ ОСМОС, УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ.

.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						6
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

ABSTRACT

Diploma Project on the Topic "Development of a Technological Scheme for Drinking Water Preparation at LLC 'MEGAFLOW'"

Дипломний проект містить: XX сторінки, XX рисунків, X таблиць, X додатки, X джерел, X креслень на А1.

The purpose of this diploma project is to design a technological scheme for preparing drinking quality water from a natural surface source. (Inhulets River, Dnipropetrovsk Region, Kryvyi Rih city).

The task of the project is to select and justify a technological scheme; describe the chemical and physical processes used in the preparation of drinking water; perform material balance calculations; determine and calculate the quantity and size of selected models of technological equipment and its placement in the workshop; and develop the relevant drawings.

The project consists of the following sections: introduction, technical and economic justification, technological part: characteristics of the source water and requirements for drinking water quality, preparation and description of the technological scheme, theoretical information on physical, chemical, and biological processes, technological and hydraulic calculations, material balance, labor protection, construction part, conclusions, list of references, and appendices.

WATER TREATMENT, DRINKING WATER, DISC FILTRATION, COAGULATION, REVERSE OSMOSIS, ULTRAVIOLET DISINFECTION.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						7
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ..	11
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Характеристика річкової води та вимоги до очищеної води	14
2.2 Розробка та обґрунтування технологічної схеми.....	16
2.3 Розрахунок матеріального балансу	19
2.4 Теоретичні дані про фізичні та хімічні процеси, які реалізуються очисними системою очистки води	29
2.4.1 Механічна очистка стічних вод.....	29
2.4.2 Хімічна обробка;	37
2.4.3 Мембранна фільтрація;	41
2.4.4 Фізико-біологічна дезінфекцію.....	43
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ УСТАНОВОК	46
РОЗДІЛ 4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	49
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
5.1. Повітря робочої зони	51
5.2. Вимоги до освітлення робочих місць	53
5.3. Захист від виробничого шуму	56
5.4. Електробезпека.....	59
ВИСНОВКИ	61
Список використаної літератури	62
Додаток 1	Error! Bookmark not defined.
Додаток 2	Error! Bookmark not defined.
Додаток 3	Error! Bookmark not defined.
Додаток 4	Error! Bookmark not defined.

ВСТУП

Відомо, що 74% земної кулі вкрито водою. Однак у всьому світі спостерігається нестача води, особливо питної. За даними Організації Об'єднаних Націй, майже половина населення світу стикається із проблемою дефіциту питної води. За оцінками експертів, понад 780 млн людей не мають доступу до якісної питної води. Через це щороку помирають тисячі людей, більшість із них – діти. Хоча й менш гостро, але проблема дефіциту якісної питної води існує і в Україні.

Основні джерела прісної води на території України – стоки річок Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Дунаю з притоками та малих річок північного узбережжя Чорного та Азовського морів, а також підземні води, які розподілені по території України вкрай нерівномірно. Порушення норм якості води досягло рівнів, які призводять до деградації водних екосистем та зниження продуктивності водойм. Саме через суттєве зниження якості води джерел водозабезпечення значна частина населення України використовує для своїх повсякденних потреб недоброякісну воду, що загрожує здоров'ю нації.

Для отримання питної води з поверхневих джерел, що має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», зазвичай використовують наступні етапи очищення:

- Фільтрація через шар фільтрувального матеріалу (механічна фільтрація, адсорбція, іонний обмін та ін.);
- Реагентні методи (коагуляція, пом'якшення, знезалізнення та ін.);
- Мембранні процеси (нанофільтрація, зворотний осмос і т.д.);
- Знезараження води (хлорування, озонування, обробка ультрафіолетом або ультразвуком).

Отже, дуже важливим на сьогодні є розвиток водоочисної галузі, яка включає в себе впровадження інноваційних систем постачання води, а також

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						9
Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата			

розробку комплексних технологій підготовки питної води з різних джерел та очищення промислових та комунальних стічних вод. Не менш важливим є проведення наукових досліджень та їх впровадження в роботу підприємств, які проектують, виробляють та встановлюють очисні споруди на різних промислових, комунальних та приватних об'єктах.

Найбільш ефективними є підприємства, які розробляють комплексні технології водопідготовки та водоочистки, враховуючи специфічні вимоги кожного регіону України та особливості тієї чи іншої галузі (промислові підприємства різної спрямованості, об'єкти енергетики, сільське господарство, муніципальний сектор). В країні одним з таких універсальних підприємств є компанія «МЕГАФЛОУ».

Метою даного дипломного проекту є розробка та проектування технологічної схеми підготовки питної води з річкової (р. Інгулець, Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг) на основі промислового водоочисного обладнання, яке розробляється та виготовляється спеціалістами ТОВ «МЕГАФЛОУ», з обґрунтуванням вибору споруд та проектуванням цеху для їх розміщення.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						10
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування проекту

ТОВ "МЕГАФЛОУ" є молодого та провідною компанією в своїй сфері діяльності, а саме розробка, виготовлення та впровадження різноманітних сучасних систем підготовки та очищення води. Основна мета діяльності компанії – забезпечення населення та промислових підприємств якісною водою, яка відповідає всім чинним стандартам і нормам. Проект підготовки питної води для ТОВ "МЕГАФЛОУ" передбачає розробку комплексної системи очищення, яка включає кілька етапів: механічну фільтрацію, хімічну обробку, мембранну фільтрацію та дезінфекцію. Кожен з цих етапів забезпечує видалення певних типів забруднень і гарантує високу якість очищеної води.

Проектна потужність системи становить 200 м³/добу, що забезпечує потреби як промислових, так і побутових споживачів. Система включає наступні основні компоненти:

Забір води з джерела здійснюється за допомогою високопродуктивного занурювального насоса 6SR27/4, який забезпечує стабільний подачу води на всіх етапах очищення. Після забору вода надходить у систему автоматичної дискової фільтрації ADF 316R-S 50 micron, де видаляються великі механічні домішки та зважені частки. Ця система характеризується високою ефективністю і низьким енергоспоживанням, що дозволяє знизити витрати на експлуатацію.

На наступному етапі здійснюється мікрофільтрація води за допомогою системи MF4256, яка складається з шести паралельно встановлених балонів з автоматичним клапаном промивки. Цей етап підвищує прозорість води та готує її до подальших стадій обробки, видаляючи зважені частинки до 0.45 мкм, знижуючи мутність і окиснюваність води.

Хімічне очищення води включає додавання антискалantu за допомогою системи дозування DS00508N-130, що дозволяє запобігти утворенню відкладень на мембранах системи зворотного осмосу. Система дозування

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						11
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

забезпечує точне і економне використання хімічних речовин, що підвищує ефективність процесу очищення.

Мембранна фільтрація здійснюється за допомогою системи зворотного осмосу BWRO1283, яка забезпечує глибоке очищення води від розчинених солей та мікроорганізмів. Мембрани високої селективності гарантують отримання води найвищої якості, що відповідає всім необхідним стандартам.

Останнім етапом є дезінфекція води за допомогою ультрафіолетового випромінювання, яке здійснюється УФ лампою VIQUA Sterilight Professional 15", що ефективно знищує бактерії, віруси та інші патогени. Додатково застосовується пропорційне дозування діоксиду хлору системою DS0610G-130 для забезпечення максимального рівня безпеки води.

Вся система розміщена у мобільному цеху, обладнаному для роботи в різних кліматичних умовах. Мобільний цех оснащений системами опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, що забезпечує оптимальні умови для роботи обладнання.

Основні техніко-економічні показники проекту свідчать про його високу ефективність та економічну доцільність. Система очищення води забезпечує високу якість очищеної води, що відповідає всім нормам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПін 2.2.4-171-10). Вхідна вода характеризується наступними показниками: рН – 7.61, сухий залишок – 7688 мг/л, карбонатна лужність – 6,63 ммоль/л, загальна жорсткість – 36,60 ммоль/л, некарбонатна жорсткість – 29,97 ммоль/л, бікарбонати – 404,43 мг/л, залізо загальне – 0,53 мг/л, хлориди – 293,105 мг/л, сульфати – 117,442 мг/л, нітрати – 8,46 мг/л, нітроти – 1,62 мг/л, фосфати – 15,7 мг/л, азот амонійний – 3,50 мг/л. Після обробки вода буде відповідати наступним показникам: рН – 6,5-8,5, сухий залишок – менше 1000 мг/л, карбонатна лужність – менше 3 ммоль/л, загальна жорсткість – менше 3 ммоль/л, некарбонатна жорсткість – менше 3 ммоль/л, бікарбонати – менше 40 мг/л, залізо загальне – менше 0,2 мг/л, хлориди –

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						12
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

менше 300 мг/л, сульфати – менше 120 мг/л, нітрати – менше 2 мг/л, нітрити – менше 0,05 мг/л, фосфати – менше 1 мг/л, азот амонійний – менше 1 мг/л.

Техніко-економічне обґрунтування проекту включає аналіз витрат на обладнання, монтаж, експлуатацію та обслуговування системи очищення води. Загальна вартість проекту складає 116 000 доларів США, включаючи систему очищення води мобільного цеху MF-12, шеф-монтажні пуско-налагоджувальні роботи, витратні матеріали на 6 місяців роботи.

Вартість системи очищення води мобільного цеху MF-12 складає 110 250 доларів США. Ця система включає в себе все необхідне обладнання для повного циклу очищення води, розміщене у мобільному цеху. Мобільний цех забезпечує захист обладнання від зовнішніх впливів і дозволяє легко транспортувати та встановлювати систему в будь-якому місці.

Шеф-монтажні пуско-налагоджувальні роботи вартістю 1250 доларів США забезпечують правильне встановлення та налаштування системи, що гарантує її ефективну та безперебійну роботу з першого дня експлуатації.

Витратні матеріали на 6 місяців роботи оцінюються в 4500 доларів США. Ці матеріали включають фільтри, хімічні реагенти та інші необхідні компоненти для забезпечення безперебійної роботи системи протягом тривалого часу.

Економічні вигоди від впровадження даного проекту включають зниження витрат на експлуатацію та обслуговування системи завдяки її високій ефективності та автоматизації процесів. Використання сучасних технологій дозволяє знизити енергоспоживання та витрати води на промивку, що робить систему економічно вигідною.

Соціальні вигоди включають покращення якості води для населення та промислових підприємств, що сприяє збереженню здоров'я та підвищенню якості життя. Ефективне видалення забруднень з води знижує негативний вплив на навколишнє середовище та сприяє збереженню природних ресурсів..

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						13
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розділ 2. Технологічна частина

2.1 Характеристика річкової води та вимоги до очищеної води

На базі нашого проекту, вода повинна відповідати якості очищеної води вимогам норм «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПін 2.2.4-171-10): Дана система очищення води має загальну продуктивність 40 м³/год, що еквівалентно не менше 800 м³/добу. Річкова вода, з якої відбувається водозабор (р. Інгулець) характеризується показниками якості, наведеними у таблиці 2.1.

Табл. 2.1 – Характеристичні якості води з річки в місці водозабору в р. Інгулець.

Показник	Одиниці виміру	Вхідна вода
рН	од.	7,61
Сухий залишок	мг/л	7688
Карбонатна лужність	ммоль/л	6,63
Загальна жорсткість	ммоль/л	36,60
Некарбонатна	ммоль/л	29,97
Бікарбонати	мг/л	404,43
Залізо загальне	мг/л	0,53
Хлориди	мг/л	2931,05
Сульфати	мг/л	1174,42
Нітрати	мг/л	8,46
Нітрити	мг/л	1,62
Фосфати	мг/л	1,57
Азот амонійний	мг/л	3,50

Вода, що забирається з річки Інгулець у місці водозабору, демонструє значні відхилення від стандартів, встановлених у «Гігієнічних вимогах до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПін 2.2.4-171-10). Ці відхилення відображені у таблиці 2.1.1 і вимагають ретельного очищення для приведення якості води у відповідність до нормативів.

Наприклад, значення сухого залишку у воді становить 7688 мг/л, що значно перевищує допустимий рівень для питної води, який не повинен перевищувати 1000 мг/л. Також карбонатна лужність води у місці водозабору становить 6,63 ммоль/л, що перевищує допустимий рівень у 3 ммоль/л.

Додатково, загальна жорсткість води становить 36,60 ммоль/л, що значно перевищує допустимий показник у 3 ммоль/л. Аналогічно, некарбонатна жорсткість має значення 29,97 ммоль/л, що також перевищує допустимий рівень у 3 ммоль/л.

Вміст бікарбонатів у воді складає 404,43 мг/л, що перевищує допустимий рівень для питної води, який має бути менше 40 мг/л. Значення загального заліза у воді становить 0,53 мг/л, що потребує зниження до рівня менше 0,2 мг/л. Хлориди у воді мають значення 2931,05 мг/л, що значно перевищує допустимий рівень у 300 мг/л.

Також значно перевищений вміст сульфатів, який становить 1174,42 мг/л, тоді як допустимий рівень для питної води має бути менше 120 мг/л. Нітрити у воді становлять 1,62 мг/л, що перевищує допустимий рівень у 0,05 мг/л. Фосфати мають значення 1,57 мг/л, що також перевищує допустимий рівень у 1 мг/л. Вміст азоту амонійного у воді становить 3,50 мг/л, що потребує зниження до рівня менше 1 мг/л.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						15
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Табл. 2.1.1 – Характеристичні якості води після очистки

Показник	Одиниці виміру	Вимоги до питної води за ДСанПіН 2.2.4-171
рН	од.	6,5-8,5
Сухий залишок	мг/л	<1000
Карбонатна лужність	ммоль/л	<3
Загальна жорсткість	ммоль/л	<3
Некарбонатна	ммоль/л	<3
Бікарбонати	мг/л	<40
Залізо загальне	мг/л	<0,2
Хлориди	мг/л	<300
Сульфати	мг/л	<120
Нітрати	мг/л	<2
Нітрити	мг/л	<0,5
Фосфати	мг/л	<1
Азот амонійний	мг/л	<1

2.2 Розробка та обґрунтування технологічної схеми

Після проведення аналізу характеристик вхідної води для очищення на базі співпраці з ТОВ "МЕГАФЛОУ" можна запропонувати наступну технологічну схему її механічної та хімічної очистки, яка забезпечить високий рівень очищення. Принципова технологічна схема представлена на рис. 2.1 та є найбільш економічно доцільною та ефективною для очищення води за даних умов з усіх проаналізованих.

Технологія очистки включає в себе наступні процеси:

- Механічну фільтрацію;

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						16
Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата			

- Хімічну обробку;
- Мембранну фільтрацію;
- Фізико-біологічну дезінфекцію

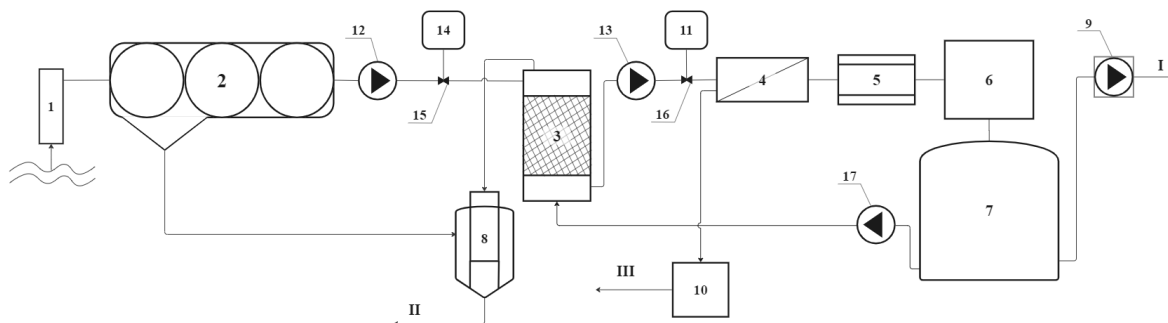


Рис. 2.1 – Технологічна схема очистки річкової води р. Інгулець:

1 – Занурювальний насос подачі вхідної води; 2 – Система автоматичної дискової фільтрації; 3 – Фільтр з зернистою загрузкою; 4 – Система зворотного осмосу (у складі з хімічною промивкою мембранных елементів); 5 – Камера ультрафіолету; 6 – Приймальна камера; 7 – Ємкість накопичення очищеної води в мобільному цеху; 8 – Відстійник-накопичувач промивних вод; 9 – Насосна станція роздачі питної води; 10 – Накопичувач концентрату з антискалантом; 11 – Система дозування антискаланту; 12, 13, 17 – Насос (нагнітач тиску); 14 – Витратний бак $Al_2(SO_4)_3$; 14, 15 – Витратний бак; I – до споживача; II – На піскові майданчики; III – На переробку.

Поступовий опис процесу: Забір води з джерела (р. Інгулець) здійснюється за допомогою високопродуктивного занурювального насоса (1), який забезпечує стабільну подачу води до системи автоматичної дискової фільтрації (2). У цій системі видаляються великі механічні домішки та зважені частки, що дозволяє знизити навантаження на подальші етапи очищення.

Після фільтрації вода надходить йде до фільтра з зернистою загрузкою через інжектор з витратним баком з $Al_2(SO_4)_3$ (14), де зберігається хімічний реагент. Цей реагент дозовано впроваджується в систему подачі води через

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						17
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

інжектори (15, 16), що забезпечує точне дозування і рівномірний розподіл реагенту в воді. Внаслідок розчинення реагента у воді відбувається коагуляція та флокуляція зважених часток, що сприяє їх подальшому ефективному видаленню на наступних етапах фільтрації.

На наступному етапі здійснюється фільтрація води через фільтр з зернистою загрузкою (3), який забезпечує додаткове видалення механічних домішок та дрібних часток.

Для забезпечення мембранної фільтрації використовується система зворотного осмосу (4), яка забезпечує глибоке очищення води від розчинених солей та мікроорганізмів. Система включає також хімічну промивку мембранних елементів, що запобігає їх забрудненню та знижує експлуатаційні витрати.

Далі вода проходить через камеру ультрафіолету (5), де здійснюється дезінфекція води за допомогою ультрафіолетового випромінювання, яке ефективно знищує бактерії, віруси та інші патогени.

Очищена вода надходить до приймальної камери (6), звідки рівномірним потоком перекачується до ємкості накопичення очищеної води в контейнері (7). Тут вода зберігається до моменту подачі споживачам.

Відстійник-накопичувач промивних вод (8) забезпечує видалення осаду та зважених часток з води, яка використовується для промивки фільтрів. Ця вода потім направляється на піскові майданчики (II).

Накопичувач концентрату з антискалантом (10) зберігає відходи від процесу очищення, які будуть піддаватися подальшій переробці (III). Система дозування антискаланту (11) забезпечує точне додавання хімічних речовин для запобігання утворенню відкладень на мембранах.

Насосні станції (12, 13) забезпечують подачу та нагнітання води на різних етапах технологічного процесу. Насосна станція роздачі питної води (9) забезпечує подачу очищеної води до споживачів (I).

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						18
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Вся система розміщена у модульному, мобільному цеху, обладнаному для роботи в різних кліматичних умовах. Мобільний цех оснащений системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, що забезпечує оптимальні умови для роботи обладнання.

Така схема забезпечує достатньо високу якість очищеної води та дозволить мінімізувати експлуатаційні витрати. Завдяки автоматизації процесів система є економічно вигідною і забезпечує стабільну роботу.

2.3 Розрахунок матеріального балансу

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу наведені у табл. 2.3.

Табл. 2.3. – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Показник	Одиниці виміру	Вхідна вода
Витрата води	м ³ /добу	200
Кольоровість	°	40
рН	од.	7,61
Сухий залишок	мг/л	7688
Карбонатна лужність	ммоль/л	6,63
Загальна жорсткість	ммоль/л	36,60
Некарбонатна	ммоль/л	29,97
Бікарбонати	мг/л	404,43
Залізо загальне	мг/л	0,53
Хлориди	мг/л	2931,05
Сульфати	мг/л	1174,42
Нітрати	мг/л	8,46
Нітрити	мг/л	1,62
Фосфати	мг/л	1,57

Азот амонійний	мг/л	3,50
Концентрація змулених реч.	мг/л	

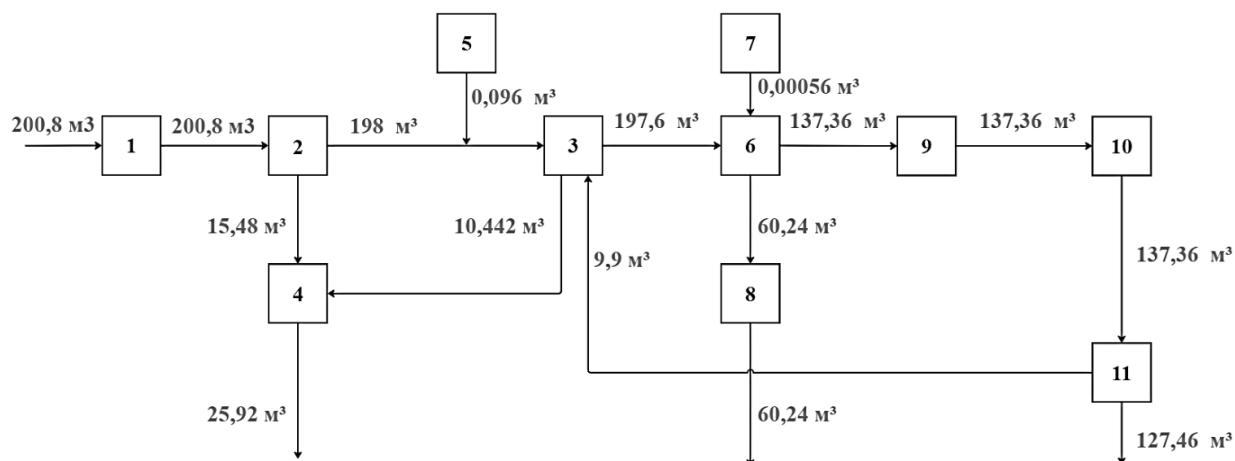


Рис. 2.2. – Блок-схема матеріального балансу

1 – Занурювальний насос подачі вхідної води; 2 – Система автоматичної дискової фільтрації; 3 – Фільтр з зернистою загрузкою; 4 – Відстійник-накопичувач промивних вод; 5 – Витратний бак $Al_2(SO_4)_3$; 6 – Система зворотного осмосу (у складі з хімічною промивкою мембранних елементів); 7 – Система дозування антискаланту; 8 – Накопичувач концентрату з антискалантом; 9 – Камера ультрафіолету; 10 – Приймальна камера; 11 – Ємкість накопичення очищеної води в контейнері.

Повна продуктивність станції водопідготовки з урахуванням витрат води на власні потреби:

$$Q_n = a \cdot Q_{\text{кор}} \quad (1.1)$$

a - 1,04 за повторного використання промивних вод від фільтрів Q – повна продуктивність станції за добу

$$Q_n = 1,04 \cdot 200 \text{ м}^3 = 200,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок дискової фільтрації:

$$F = \frac{Q}{TV_H - 3,6\omega t_1 n - t_2 V_H n}, \quad (1.2)$$

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						20
Арк.	№ докум.	№	Підпис	Пі	Дата	

Q – об'єм води, який фільтрується за добу: 200.8 м³/добу.
 T – час роботи станції протягом доби: 24 години.
 V_n – нормальна швидкість фільтрування: 5 м/год.
 ω – інтенсивність подачі води на промивання фільтрів: 10 дм³/с·м².
 t_1 – час промивання фільтра: 0.1 години.
 n – число промивок фільтра на добу: 2 рази.
 t_2 – час простою фільтра у зв'язку з промивкою: 0.33 години.
 F – Площа фільтрації

$$F = \frac{200,8}{24 \cdot 5 - 3,6 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 2 - 0,33 \cdot 5 \cdot 2} = \frac{200,8}{109,5} = 1,83 \text{ м}^2$$

Розрахунок додаткової площі дискового фільтра при промивці (F_c)

$$F_c = F \cdot \left(1 + \frac{T_n \cdot t_2}{T}\right), \quad (1.3)$$

F_c — додаткова площа фільтра при промивці у м²
 F — площа фільтра у м² (1.83 м²)
 T — час роботи станції (24 години)
 t_2 — час простою фільтра у зв'язку з промивкою (0.33 години)
 n — кількість промивок фільтрів на добу (2 рази)

$$F_c = 1,83 \cdot \left(1 + \frac{24 \cdot 2 \cdot 0,33}{24}\right) = 3,04 \text{ м}^2$$

Розрахунок кількості дискових систем очистки води:

$$N = \frac{1}{2} \sqrt{F} \quad (1.4)$$

F – Площа фільтрації

$$N = \frac{1}{2} \sqrt{3,04} = 0,87$$

Площа фільтрації (F): 1,83 м²
 Кількість дискових фільтрів (N): 1

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						21
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розрахунок витрати води на промивку фільтрів:

$$q_{\text{пром}} = F \omega n t_1 \cdot 3,6, \quad (1.5)$$

$q_{\text{пром}}$ — витрата води на промивку фільтрів у м³/добу

F — площа дискових фільтрів у м² (2.15 м²)

ω — інтенсивність подачі води на промивання у дм³/с·м² (10 дм³/с·м²)

n — кількість промивок фільтрів на добу (2 рази)

t_1 — час промивки фільтра у годинах (0.1 години)

(3.6) — коефіцієнт для переведення витрат з дм³/с у м³/год

$$q_{\text{пром}} = 2.15 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0.1 \cdot 3.6 = 15,48 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Дозу коагулянту розраховують за формулою:

$$D_k = 4\sqrt{K} \quad (1.6)$$

K — колорівість води;

$$D_k = 4\sqrt{30} = 25,3 \text{ мг/дм}^3$$

За мокрого зберігання коагулянту його добова витрата:

$$Q_k = \frac{Q \cdot D_k}{10000 \cdot P}, \quad (1.7)$$

Q_n - повна продуктивність станції

водопідготовки;

D_k - доза коагулянту;

P - Вміст основного компоненту в $Al_2(SO_4)_3$;

$$Q_{\text{м.к}} = \frac{200,8 \cdot 25,3}{10000 \cdot 50} = 0,01014 \text{ т/добу}$$

Чистий коагулянт становить:

$$Q_{\text{чистий}} = 0,5 \cdot Q_k, \quad (1.8)$$

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						22
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$Q_{\text{чистий}} = 0,5 \cdot 0,01014 \approx 0,00507 \text{ т/добу}$$

$Q_{\text{чистий}}$ – добова витрата коагулянту;

Для отримання 20% розведення розчину:

$$Q_{\text{водиI}} = \frac{0,00507 \cdot 80}{20} - 0,00507 = 0,01521 \text{ т/добу}$$

Розрахунок кількості води для приготування 5%-го розчину коагулянту

$$Q_{\text{водиII}} = \frac{0,00507 \cdot 95}{5} - 0,00507 = 0,09126 \text{ т/добу}$$

Усього з розчину коагулянту подається розчин коагулянту, що становить: $0,00507 + 0,09126 = 0,09633 \text{ т/добу} \approx 0,09633 \text{ м}^3/\text{добу}$

Розрахунок площі зернистого фільтра (F_3)

$$F_3 = \frac{Q}{T V_H} \quad , \quad (1.9)$$

де Q – об'єм води, який фільтрується за добу, м^3 ;

T – час роботи станції протягом доби, $T = 24 \text{ год}$;

V_H – швидкість фільтрування, $V_H = 5\text{-}10 \text{ м/год}$;

$$F_3 = \frac{200,8}{24 \cdot 5} = 1,673 \text{ м}^2$$

Розрахунок додаткової площі зернистого фільтра при промивці (F_{3c})

$$F_{3c} = F_3 \cdot \left(1 + \frac{n t_2}{T}\right), \quad (1.10)$$

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						23
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$F_{3c} = 1,673 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 0,33}{24}\right) = 1,742 \text{ м}^2 \quad (...)$$

Розрахунок кількості фільтрів (N)

$$N = \frac{F_3 + F_{3c}}{F_1}, \quad (1.11)$$

F_c – додаткова площа фільтра при промивці.

F_{3c} – площа зернистого фільтра

F_1 – площа одного фільтра (0,8 м²)

$$N = \frac{1,742+1,742}{0,8} = 4,355$$

Площа фільтрації $F_3 = 1,673 \text{ м}^2$

Додаткова площа фільтра при промивці $F_c = 1,742 \text{ м}^2$

Кількість фільтрів $N = 4,355 \approx 4$

Розрахунок об'єму осаду:

$$W = \frac{Q \cdot (C - m)}{\delta}, \quad (1.12)$$

Q - повна продуктивність станції водопідготовк (200,8 м³)

C - концентрація змулених речовин, що надходить у відстійник (2,4 мг/дм³)

δ - концентрація твердої фази в осаді (400)

m - концентрація завислих речовин на виході 0,6 мг/дм³

$$W = \frac{200,8 \cdot (2,4 - 0,6)}{400} = 0,9036 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок маси сухого осаду:

$$\text{сух. ос.} = \frac{M \cdot Q \cdot (C - m)}{10^6}, \quad (1.13)$$

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						24
Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата			

Q - повна продуктивність станції водопідготовки;

C - концентрація змулених речовин, що надходить у відстійник;

m - концентрація завислих речовин на виході 0,6 мг/дм³

$$M_{\text{сух. ос.}} = \frac{200,8 \cdot (2,4 - 0,6)}{10^6} = 0,00036 \text{ т/добу} = 0,36 \text{ кг/добу}$$

Розрахунок води, що міститься в осаді після його зневоднення:

При зневодненні до 50%:

$$M_{\text{води}} - 50\% - X \text{ т}$$

$$M_{\text{сух. ос.}} = 0,36144 \text{ кг}$$

$$M_{\text{води}} = 0,36 \text{ кг}$$

Розрахунок маси осаду після зневоднення:

$$M_{\text{осаду}} = M_{\text{сух. ос.}} + M_{\text{води}}$$

$M_{\text{сух. ос.}}$ - маса сухого осаду;

$M_{\text{води}}$ - маса води;

$$M_{\text{осаду}} = 0,36 + 0,36 = 0,00723 \text{ т/добу}$$

Розрахунок об'єму води, що повертається до резервуару забрудненої води:

$$V_{\text{води}} = W - M_{\text{води}} \quad (1.14)$$

W - об'єм осаду;

$M_{\text{води}}$ - маса води;

$$V_{\text{води о.}} = 0,9036 - 0,36144 \approx 0,54216 \text{ м}^3$$

Об'єм осаду $W = 0,9036 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Маса сухого осаду $M_{\text{сух. ос.}} = 0,36144 \text{ кг/добу}$.

Маса осаду після зневоднення $M_{\text{осаду}} = 0,72288 \text{ кг}$.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						25
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Об'єм води, що повертається до резервуару забрудненої води

$$V_{\text{води о.}} = 0,54216 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок об'єму води для регенерації фільтра з зернистою загрузкою:

$$V_p = V_3 \cdot V_{pz} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.15)$$

V_3 – Об'єм води який подається на фільтр з зернистою загрузкою (198,096 м³)

V_{pz} – Відсоток води, який необхідно взяти на регенерацію зернистого фільтра (5%)

V_p – Об'єм води Об'єм води який подається на фільтр з зернистою загрузкою

$V_{\text{вр}}$ – Об'єм води який подається на регенерацію фільтра з зернистою загрузкою.

$$V_{\text{вр}} = 198,096 \cdot 5\% = 9,9 \text{ м}^3$$

Розрахунок дози антискалату PermaCare PC-191:

Антискалант різновид фосфонатних антискалантів

Призначення: Спеціально розроблений для систем зворотного осмосу чи нанофільтрації.

Переваги в контексті нашої роботи є в тому, що даний антискалант:

- Запобігає утворенню відкладень кальцієвих і магнієвих солей.
- Підходить для води з високим вмістом сульфатів, хлоридів і карбонатів.
- Стабільний у широкому діапазоні рН (від 5 до 9).
- Зазвичай в межах 2-5 мг/л, залежно від складу води і умов роботи.

Дозування PermaCare PC-191 0,002 - 0,005 кг/м³.

$$D_A = C_A \cdot Q \quad (1.16)$$

$$C_A = 0,0038 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = 200,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

D_A – доза антискалану на добу

$$D_A = 0,0038 \cdot 200,8 = 0,763 \text{ кг/добу}$$

Розрахунок об'єму антискаланту в м³:

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						26
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$V_A = \frac{D_A}{\rho_A}, \quad (1.17)$$

Густина антискаланту $\rho_A = 1360 \text{ кг/м}^3$

$$V_A = \frac{0,763}{1360} = 0,56 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Об'єм води з антискалантом у виході:

$$V_{BA} = Q + V_A \quad (1.18)$$

$$V_{BA} = 200,8 \text{ м}^3 + 0,56 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 200,80056 \text{ м}^3$$

Рохрахунок об'єму очищеної води та перміату:

Відсоток перміату становить близько 1/3, а саме 30% внаслідок очистки шляхом установки зворотнього осмосу:

$$W_{\text{води}} = Q \cdot \alpha. \quad (1.19)$$

$$W_{\text{води}} = 200,8 \cdot 0,7 = 140,56 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$W_{\text{осаду}} = Q - W_{\text{води}}$$

$$W_{\text{осаду}} = 200,8 - 140,56 = 60,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок кількості УФ-ламп

$$Q_{\text{год}} = \frac{200,8}{24} = 8,37 \text{ м}^3/\text{год}$$

Продуктивність однієї УФ-лампи VIQUA Sterilight Professional 15”:

Продуктивність однієї лампи (мінімальна) = 98 м³/год.

Продуктивність однієї лампи (максимальна) = 137 м³/год.

Потужність УФ-лампи VIQUA Sterilight Professional 15” становить приблизно 40-80 Вт.

Необхідна кількість УФ-ламп: $N = 1$.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						27
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Продуктивність УФ-лампи: $P_{\text{л}} = 98-137 \text{ м}^3/\text{год.}$

Потужність УФ-лампи $W_{\text{л}} = 40-80 \text{ Вт.}$

Відстійник-накопичувач промивних вод;

$$V_{\text{пв}} = q_{\text{пром}} + V_{\text{води о.}} + V_{\text{вр}} \quad (1.20)$$

$V_{\text{води о.}}$ Об'єм води, що повертається до резервуару забрудненої води ($V_{\text{води о.}} = 0,54216 \text{ м}^3/\text{добу}$)

$q_{\text{пром}}$ Об'єм води який подається на промивку дискової фільтрації ($q_{\text{пром}} = 15,48 \text{ м}^3/\text{добу}$)

$V_{\text{вр}}$ – Об'єм води який подається на регенерацію фільтра з зернистою загрузкою. ($V_{\text{вр}} = 9,9 \text{ м}^3$)

$V_{\text{пв}}$ – Об'єм води який потрапляє на відстійник промивочних вод

$$V_{\text{пв}} = 9,9 + 0,542 + 15,48 = 25,92 \text{ м}^3$$

$V_{\text{пв}} = 25,92 \text{ м}^3$, то значить візьмемо об'єм відстійника накопичувача промивочних вод ($V_{\text{нпр}} = 26 \text{ м}^3$)

Розраховунок резервуару з водою готовою для споживання:

Об'єм очищеної води, яка поступає в резервуар протягом доби $V_{\text{оч.}} = 127,46 \text{ м}^3$

Оскільки, район населеного пункту має 60 тисяч населення людей, для того, щоб розрахувати об'єм питної води мінімум на 1 добу, при аварійних випадках, та без роботи станції очистки води:

$$V_{\text{рчв}} = V_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}} \quad (1.20)$$

$V_{\text{рчв}}$ – Резервуар чистої води

$N_{\text{л}}$ – Кількість людей ($N_{\text{л}} = 50\,000$)

$V_{\text{л}}$ – Кількість води, яку споживає людина за добу ($V_{\text{л}} = 2\text{л} = 0,002\text{м}^3$)

$$V_{\text{рчв}} = 0,002 \cdot 50000 = 100\text{м}^3$$

Обрано ємкості накопичення очищеної води об'ємом в контейнері 8 м^3 та 2 ємкості по 100 м^3 , на вулиці (з підставками утеплення та обігрівом).

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						28
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

2.4 Теоретичні дані про фізичні та хімічні процеси, які реалізуються очисними системою очистки води

Як вже наголошувалося у вступній частині роботи, технічний стан інженерних мереж та споруд у галузі водоочистки в Україні є незадовільним. Станції водопідготовки та очистки стічних вод не відповідають сучасним вимогам. Зношення основних фондів очисних станцій перевищує 70%, а технології очистки стічних вод на переважній більшості споруд, в кращому випадку, відповідають нормативним вимогам кінця минулого сторіччя. Все це в повній мірі відноситься до технічного і технологічного оснащення споруд, автоматизації та диспетчеризації експлуатаційних процесів. Практично докорінної реконструкції і модернізації потребує вся галузь, пов'язана з водопостачанням та водовідведенням.

У стічних водах, які потрапляють на Бортницьку станцію аерації, міститься велика кількість бруду, сторонніх фракцій та мікроорганізмів (віруси, гриби, бактерії – кишкова паличка, червоний тиф та інші). Це означає, що без очистки вода є не придатною для використання. Тому основними способами на БСА є механічна та біологічна очистка стічних вод.

2.4.1. Механічна очистка стічних вод

Механічна очистка є початковим етапом у системі очищення стічних вод, що забезпечує видалення нерозчинених мінеральних та органічних домішок. Цей етап підготовлює воду до подальших стадій очистки, таких як біологічна, фізико-хімічна або мембранна фільтрація. Механічна очистка включає використання різноманітних фільтрів та методів, серед яких в нашій схемі основну роль відіграють дискові фільтри та фільтри з різнофракційною загрузкою.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						29
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Механічна очистка включає кілька основних методів та обладнання, серед яких вирізняються решітки та сита, дискові фільтри, зернисті фільтри, відстійники та гідроциклони.

Дискові фільтри є ефективним інструментом для видалення суспензій та часток з води. Вони складаються з набору дисків, встановлених на спільному валу. Кожен диск має канавки або пори, що утворюють фільтруючу поверхню. Основний принцип роботи дискових фільтрів базується на створенні відцентрової сили, яка сприяє відділенню часток від води. На рисунку (рис. 2.3) наведено схематичне зображення дискового фільтра.

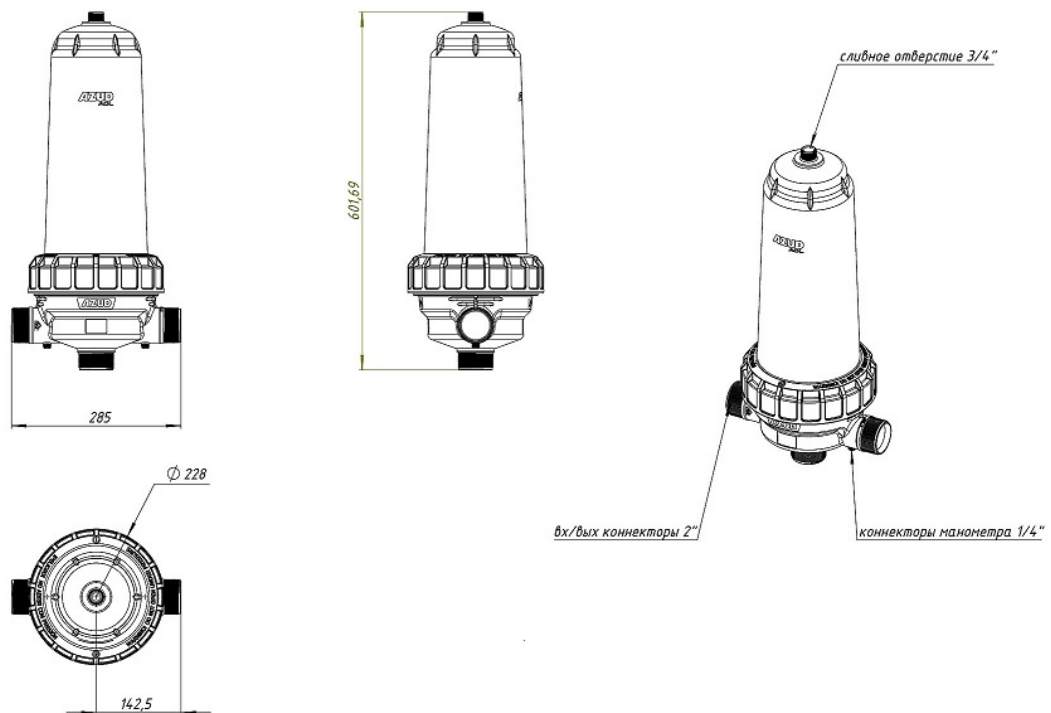


Рис. 2.3 Схематичне зображення картриджа дискового фільтра

Забір води: Вода надходить до фільтра через вхідний отвір і розподіляється по дисковому блоку. Диски обертаються, створюючи відцентрову силу, що спрямовує частки до периферії. Вода проходить через

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						30
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

канавки на дисках, де затримуються тверді частки, які накопичуються на зовнішній поверхні дисків

Фільтрація: Диски обертаються, створюючи відцентрову силу, що спрямовує частки до периферії. Вода проходить через канавки на дисках, де затримуються тверді частки, які накопичуються на зовнішній поверхні дисків.

Очищення дисків: Після насичення дисків частками відбувається автоматична очистка. Вода під тиском подається в протилежному напрямку, змиваючи накопичені частки з дисків. Відходи видаляються з фільтра через вихідний отвір.

Контроль і автоматизація: Системи контролю, що входять до складу дискових фільтрів, моніторять ступінь забруднення і автоматично запускають процес очищення при досягненні певного рівня засміченості. Одним з практичних прикладів, які застосовуються в реалі очистки води в промислових масштабах є Система автоматичної дискової фільтрації ADF 316R-S 50 micron як зображено на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Система автоматичної дискової фільтрації ADF 316R-S 50 micron
(Система автоматичної дискової фільтрації ADF 316R-S 50 micron)

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						31
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Дискові фільтри мають ряд переваг. Вони здатні видаляти частки розміром від 20 до 100 мкм, що забезпечує високу якість очищення води. Завдяки відцентровій силі та оптимізованому дизайну, ці фільтри споживають менше енергії порівняно з іншими типами фільтрів. Системи автоматичної очистки забезпечують безперервну роботу без необхідності частого втручання оператора, а використання високоякісних матеріалів гарантує довговічність та мінімальні витрати на обслуговування. Крім того, дискові фільтри мають компактні розміри, що дозволяє використовувати їх у різних умовах та на обмежених площах.

Зернисті фільтри, також відомі як фільтри з різнофракційною загрузкою, використовуються для подальшого очищення води після дискових фільтрів. Вони заповнені гранульованим матеріалом, таким як пісок або антрацит, через який проходить вода. Під час проходження через шар зернистого матеріалу затримуються дрібніші частки та суспензії, що підвищує прозорість води та зменшує мутність.

На рисунку (рис. 2.5) наведено схематичне зображення зернистого фільтра.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						32
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

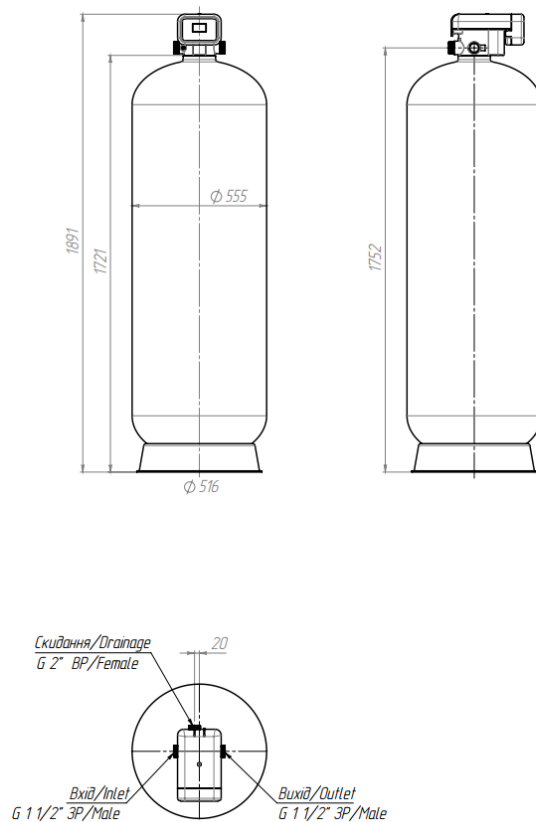


Рис. 2.5. Пропорції фільтра з зернистим навантаженням

Основними етапами роботи зернистого фільтра. можна виділити за такими особливостями як *фільтрація*, води проходить через шар зернистого матеріалу, де затримуються дрібніші частки та суспензії. Зернистий матеріал ефективно утримує частки розміром до 0.1 мм, що значно підвищує якість очищення води. Фільтрація здійснюється зверху вниз, вода проходить через зернистий шар, що затримує механічні домішки.

Затримання часток, зернистого матеріалу утримується частки розміром до 0.1 мм, що значно підвищує якість очищення води. Завдяки великій площі фільтрації та використанню різнофракційних завантажень, такі фільтри мають високу брудоемність і ефективно видаляють механічні домішки, зменшуючи мутність та окиснюваність води.

Регенерація фільтра, після певного часу експлуатації фільтруючий матеріал потребує регенерації, що здійснюється за допомогою автоматичного клапана. Процес регенерації включає зворотне промивання та пряме промивання, під час якого накопичені домішки видаляються з фільтра. Фільтр промивається вихідною (неочищеною) водою, що забезпечує ефективне відновлення фільтруючих властивостей матеріалу.

Переваги зернистих фільтрів є Висока ефективність: Фільтри з різнофракційною загрузкою здатні видаляти з води зважені частинки розміром до 0.1 мм, що забезпечує високу якість очищення води.

Велика площа фільтрації: Зернистий матеріал забезпечує велику площу фільтрації, що дозволяє збільшити брудоемність фільтра та забезпечує тривалу роботу без частих регенерацій.

Простота обслуговування: Автоматичні клапани регенерації забезпечують зручне та ефективне відновлення фільтруючих властивостей, мінімізуючи необхідність втручання оператора.

Компактність: Фільтри мають компактні розміри, що дозволяє використовувати їх у різних умовах та на обмежених площах.

Іншими методами якими очищають медому шляхом механічної очистки є:

Решітки та сита є першими етапами механічної очистки води, призначеними для видалення крупних твердих нерозчинених частинок, які можуть перешкоджати нормальній роботі очисного обладнання. Решітки складаються з металевих прутів або стрижнів, розташованих на відстані 5–30 мм один від одного. Вони встановлюються у водозабірних каналах вертикально або під кутом 60–75° до горизонту, забезпечуючи механічне затримання великих часток, таких як гілки, листя, пластик та інші тверді предмети

Під час роботи решітка повинна постійно очищатися механічним способом за допомогою вертикальних або поворотних граблів. Усунені з

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						34
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

решітки домішки подрібнюють у спеціальних дробарках і скидають у потік стічної води за решіткою або спрямовують на перероблення.

Сита застосовуються для видалення дрібніших часток і можуть бути барабанними або дисковими. Барабанні сита представляють собою сітчасті барабани з отворами 0.5–10 мм, через які фільтрується стічна вода. При обертанні барабана затримані домішки змиваються водою і відводяться в жолоб. Дискові сита працюють за аналогічним принципом, але мають більш складну конструкцію, що дозволяє досягти високої ефективності очищення.

Відстійники забезпечують осадження твердих часток у рідині під дією гравітаційних сил. Цей процес дозволяє видаляти крупні домішки з води, значно зменшуючи її мутність. Відстоювання може бути вільним або з коагуляцією часток, що злипаються (див. рис. 2.4).

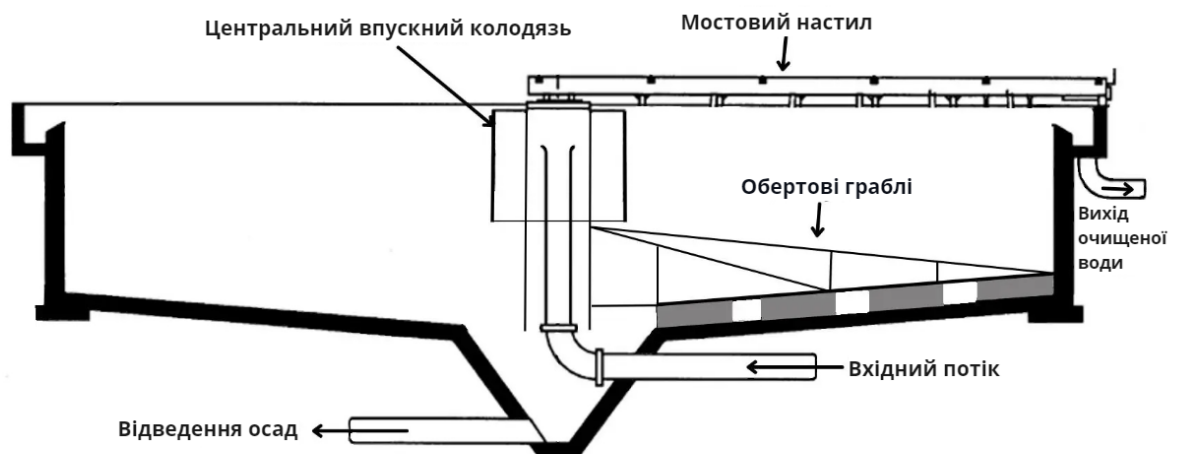


Рис. 2.4 Схематичний принцип будови промислового відстійника

Відстійники можуть бути горизонтальними, вертикальними або радіальними. Горизонтальні відстійники мають прямолінійний зпотік води, що забезпечує осадження часток на дні резервуару. Вертикальні відстійники використовують для осадження часток, піднімаючи воду знизу вгору, що

дозволяє ефективніше відділяти осад. Радіальні відстійники мають круглу форму і використовують радіальний потік води для осадження часток. Осад, що утворюється в процесі відстоювання, видаляється з дна відстійників і направляється на подальшу обробку або утилізацію.

Гідроциклони використовуються для додаткового очищення води від дрібних твердих часток. Принцип роботи гідроциклонів базується на створенні відцентрової сили, яка спрямовує частки до периферії, розділяючи їх за розміром та щільністю (див. рис. 2.6).

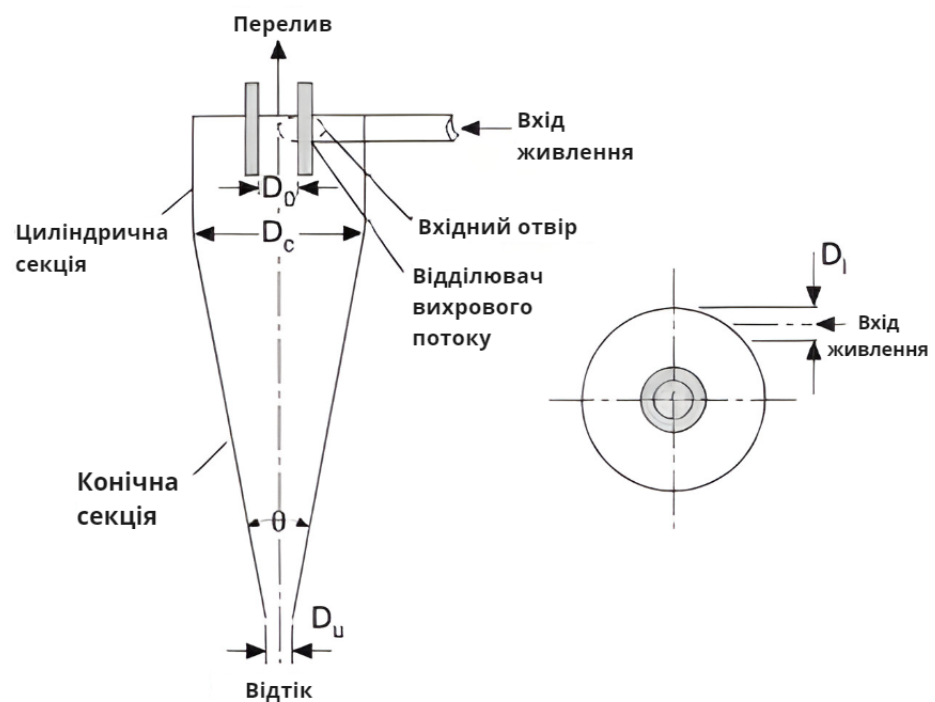


Рис. 2.6 Схематичний принцип будови гідроциклонів

D_i - Внутрішній діаметр вхідного отвору; **D_c** - Діаметр циліндричної секції; **D_o** - Діаметр переливного отвору; **D_u** - Діаметр відтікового отвору; **θ** - Кут нахилу конічної секції

Вода подається в гідроциклон під тиском, що створює відцентрову силу, яка спрямовує більш важкі частки до периферії, де вони збираються і видаляються з системи. Більш легкі частки залишаються в центральній

частині потоку і виводяться разом з очищеною водою. Гідроциклони забезпечують високий рівень очищення, видаляючи навіть дрібні частки, що робить їх ефективним елементом системи механічної очистки води.

Таким чином, ключовим етапом у процесі підготовки питної води є механічна очистка, забезпечуючи видалення великих часток і суспензій, що знижує навантаження на наступні стадії очистки і підвищує ефективність всієї системи.

2.4.2. Хімічна обробка;

Хімічна обробка є етапом у системі очищення води, що забезпечує видалення розчинених мінеральних та органічних домішок. Цей етап підготовлює воду до подальших стадій очистки, таких як фізико-хімічна або мембранна фільтрація. Хімічна обробка включає використання різноманітних хімічних реагентів та методів, серед яких в нашій схемі основну роль відіграють коагуляція з використанням $Al_2(SO_4)_3$ та дозування антискалantu.

Де основні методи хімічної обробки включають коагуляцію, флокуляцію, нейтралізацію, окислення та дозування хімічних реагентів. У нашій технологічній схемі найбільший акцент зроблено на коагуляції з використанням гідроксихлориду алюмінію $Al_2(SO_4)_3$ та дозуванні антискалantu для запобігання утворенню накипу в системі зворотного осмосу.

Система зворотного осмосу (ЗО) є основним методом мембранної фільтрації, яка забезпечує глибоке очищення води від розчинених солей, органічних речовин та мікроорганізмів. Основний принцип роботи системи ЗО полягає в пропусканні води через напівпроникну мембрану, яка затримує забруднення та дозволяє проходити лише чистій воді. З метою запобігання

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						37
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

забрудненню мембран та підтримання їх високої ефективності, здійснюється хімічна промивка мембранних елементів спеціальними реагентами.

Основні етапи хімічної обробки в системі зворотного осмосу включають:

1. Підготовка води: Вода, що надходить до системи зворотного осмосу, попередньо очищується від великих механічних домішок та зважених часток за допомогою фільтру з зернистою загрузкою (див. рис. 2.5). Це забезпечує зменшення навантаження на мембрани і підвищує їх ефективність.

2. Мембранна фільтрація: Вода під високим тиском подається на мембрани зворотного осмосу, де відбувається розділення на чисту воду та концентрат. Чиста вода проходить через мембрану, а забруднення залишаються з іншого боку та виводяться у вигляді концентрату.

3. Хімічна промивка мембран: Для запобігання утворенню накипу та забруднень на мембранах, використовується система хімічної промивки. Цей процес включає подачу хімічних реагентів, таких як антискалант, які запобігають утворенню мінеральних відкладень на мембранах. Після промивки мембрани відновлюють свою початкову продуктивність і ефективність (див. рис. 2.2).

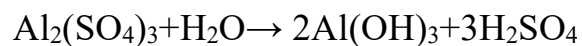
Система дозування антискаланту працює для забезпечення ефективної роботи системи зворотного осмосу, використовуються антискаланти – хімічні речовини, що запобігають утворенню накипу на мембранах. Система дозування антискаланту автоматично додає необхідну кількість реагенту в потік води перед подачею до мембранного блоку. Це забезпечує стабільну роботу системи та зменшує частоту хімічних промивок (див. рис. 2.2).

Витратний бак $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ використовується для коагуляції та видалення забруднень з води використовується розчин гідроксихлориду алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Витратний бак зберігає цей реагент та забезпечує його подачу до системи в необхідних кількостях. Коагулянт взаємодіє з колоїдними та

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						38
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

дрібнодисперсними частками, утворюючи пластівці, які легко видаляються на наступних етапах фільтрації. Особливістю цієї системи є подача коагулянту безпосередньо через інжектор, що дозволяє уникнути використання камери пластівцеутворення та забезпечує більш швидке та ефективне змішування реагентів з водою.

Реакція коагулянту з водою може бути представлена наступною хімічною формулою:



Ця реакція сприяє утворенню гідроксиду алюмінію, який є ефективним коагулянтом для видалення дрібнодисперсних часток та колоїдів з води.

Основні етапи хімічної обробки з використанням витратного бака $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

Подача коагулянту: Розчин гідроксихлориду алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ подається з витратного бака через інжектор безпосередньо у потік води (див. рис. 2.7). Інжектор забезпечує ефективне змішування реагенту з водою, що дозволяє швидко розпочати процес коагуляції.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						39
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		



Рис. 2.7 Станція дозування хімічних реагентів DLXB (інжектор)

Коагуляція: Коагулянт взаємодіє з забрудненнями у воді, утворюючи великі агрегати (пластівці), які легко видаляються під час наступних етапів фільтрації. Це забезпечує високу ефективність очищення води від колоїдних часток та дрібнодисперсних забруднень.

Видалення пластівців: Утворені пластівці видаляються за допомогою фільтрації або осадження, що забезпечує подальше очищення води. Видалення пластівців може здійснюватися за допомогою фільтрів з зернистою загрузкою або відстійників. В нашому випадку, фільтри з різнофракційною загрузкою учпішно затримують сформовані пластіці.

. Отже, використання системи зворотного осмосу з хімічною промивкою мембранних елементів, дозування антискаланту та витратного бака $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ забезпечує ефективне видалення забруднень і підтримання стабільної роботи всієї системи очищення води.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						40
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

2.4.3. Мембранна фільтрація;

Фільтрація данного типу є однією з найефективніших технологій очищення води, яка базується на принципі розділення компонентів через напівпроникну мембрану під впливом різниці тиску. Цей метод дозволяє видаляти з води як розчинені речовини, так і зважені частки, забезпечуючи високу якість очищення. Процес мембранної фільтрації можна розділити на кілька основних етапів:

I) Попередня обробка води Перед мембранною фільтрацією вода проводить попередню обробку, яка включає механічну та хімічну очистку.

Механічна обробка: Механічна обробка включає використання фільтрів, які видаляють великі частки та зважені речовини з води. Це можуть бути піщані фільтри, фільтри із зернистою завантажкою або дискові фільтри.

Хімічна обробка: Хімічна обробка включає додавання коагулянтів, які сприяють утворенню великих агломератів з дрібних часток та колоїдів, що полегшує їх видалення на наступних етапах фільтрації. Наприклад, використання гідроксихлориду алюмінію ($\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$) або дозування антискалантів для запобігання утворенню відкладень на мембранах.

II) Мембранна фільтрація Мембранна фільтрація створена за допомогою кількох технологій, серед яких найбільш розширеними є:

Зворотний осмос: Зворотний осмос (ЗО) є процесом, при якому вода під високим тиском проходить через напівпроникну мембрану, що затримує розчинені речовини та забруднення, пропускаючи лише молекули води. Цей метод дозволяє видаляти до 99% розчинених солей, органічних речовин та мікроорганізмів.

Ультрафільтрація: Ультрафільтрація (УФ) використовує мембрани розміром 0,01–0,1 мікрон, які ефективно видаляють зважені частки, бактерії та віруси. УФ забезпечує високу якість очищення води без застосування хімічних реагентів.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						41
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Нанофільтрація: Нанофільтрація (НФ) займає проміжне місце між ультрафільтрацією та зворотним осмосом, видаляючи частинки розміром від 0,001 до 0,01 мікрон. НФ ефективний для видалення органічних молекул, солей та деяких мікроорганізмів.

Регулярна промивка мембран необхідна для підтримки їх ефективності та запобігання інфекції. Цей процес включає декілька стадій:

Зворотна промивка: Вода або спеціальний розчин подається в зворотному напрямку через мембрану, видаляючи накопичене забруднення.

Хімічна промивка: Використовуються хімічні розчини для видалення специфічних забруднень, таких як мінеральні відкладення, біологічні забруднення та органічні речовини.

Автоматичні системи: Сучасні установки мембранної фільтрації оснащені автоматичними системами промивки, які забезпечують щасливе та ефективне очищення мембран без необхідності ручного втручання.

Візуалізація процесу на рисунку 2.5 наведена схема установки мембранної фільтрації, яка використовується в технологічній схемі підготовки води. Вона включає всі основні компоненти та етапи процесу, забезпечуючи комплексний підхід до очищення води.

Перевагами мембранної фільтрації є в забезпеченні високої якості очищення води, відповідність санітарним нормам та стандартам. Основні переваги цієї технології включають:

Висока ефективність очищення: Видалення до 99% забруднення. Низькі експлуатаційні витрати: Економія енергії та реагентів. Автоматизація процесу: Мінімальне втручання оператора. Екологічність: Відсутність потреби у використанні великої кількості хімічних реагентів. Універсальність: Застосування в різних галузях промисловості, включаючи харчову, фармацевтичну, енергетичну та інші.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						42
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Регенерація мембранних фільтрів відбувається антискалантами, наприклад антискалант PermaCare PC-191 різновид фосфонатних антискалантів.

Його призначення є в спеціально розроблений для систем зворотного осмосу та нанофільтрації.

Переваги вконтексты нашої роботи є в том, що даний антискалант:

- Запобігає утворенню відкладень кальцієвих і магнієвих солей.
- Підходить для води з високим вмістом сульфатів, хлоридів і карбонатів.
- Стабільний у широкому діапазоні рН (від 5 до 9).
- Зазвичай в межах 2-5 мг/л, залежно від складу води і умов роботи.

2.4.4. Фізико-біологічна дезінфекцію.

Фізико-біологічна дезінфекція води є важливим етапом у процесі її очищення, що забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів, вірусів та інших шкідливих для здоров'я людини агентів. Одним із найбільш ефективних методів фізико-біологічної дезінфекції є використання ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Цей метод не потребує додавання хімічних реагентів, що робить його безпечним та екологічно чистим.

Принцип роботи УФ-дезінфекції базується на використанні ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 254 нанометри, яке має здатність руйнувати ДНК та РНК мікроорганізмів, що призводить до їхньої загибелі або втрати здатності до розмноження. Вода, проходячи через УФ-реактор, піддається впливу УФ-променів, що забезпечує високу ефективність знезараження.

Система УФ-дезінфекції складається з кількох основних компонентів:

УФ-реактор являє собою металеву або пластикову камеру, в якій встановлені УФ-лампи. Вода проходить через реактор, піддаючись впливу УФ-випромінювання. УФ-лампи є джерелами ультрафіолетового

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						43
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

випромінювання, які генерують світло з довжиною хвилі 254 нанометри. УФ-лампи можуть бути низького, середнього або високого тиску, залежно від вимог до знезараження. Контролер є електронним пристроєм, який контролює роботу УФ-ламп, слідкує за їхнім ресурсом та сигналізує про несправності або необхідність заміни ламп. Датчики потоку та мутності вимірюють параметри води, що надходить до УФ-реактора, та забезпечують оптимальний режим роботи системи.

Процес УФ-дезінфекції включає наступні етапи:

Підготовка води передбачає очищення від зважених часток, що можуть знижувати ефективність УФ-випромінювання. Для цього використовуються механічні фільтри, ультрафільтрація або інші методи попереднього очищення. Після цього вода надходить до УФ-реактора, де піддається впливу УФ-випромінювання. Оптимальна доза УФ-випромінювання для ефективного знезараження складає 40 мДж/см². Після проходження через УФ-реактор вода піддається аналізу на залишковий вміст мікроорганізмів, що дозволяє оцінити ефективність дезінфекції.

На рисунку 2.6 наведена схема установки для УФ-дезінфекції, яка використовується в технологічній схемі підготовки води.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						44
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

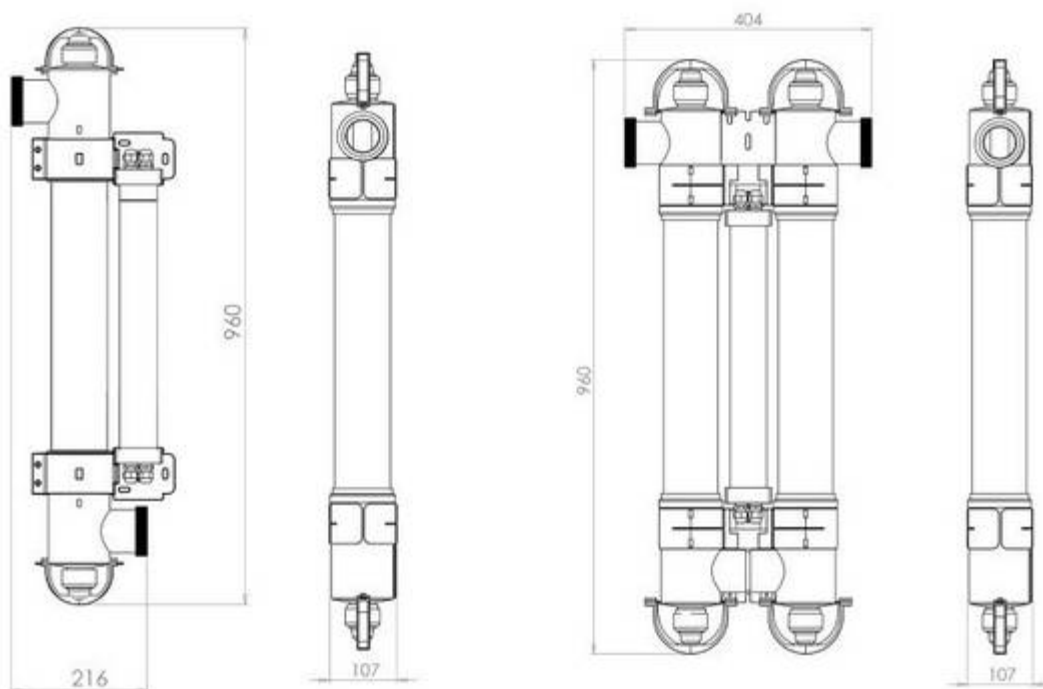


Рис. 2.8 – Схема установки для УФ-дезінфекції

Висока ефективність УФ-дезінфекції забезпечує знищення до 99,99% мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси та цисти. Відсутність хімічних реагентів робить метод безпечним для здоров'я та навколишнього середовища. Низькі експлуатаційні витрати обумовлені низьким енергоспоживанням та відсутністю частих замін компонентів. Простота обслуговування забезпечується сучасними автоматичними контролерами, що полегшують експлуатацію та обслуговування системи.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						45
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розділ 3. Технологічні та гідравлічні розрахунки очисних установок

Розрахунок об'ємів розчинних та витратних баків коагулянту :

Повна продуктивність станції водопідготовки $Q = 200.8 \text{ м}^3/\text{добу}$

Доза коагулянту $D_k = 253 \text{ мг/дм}^3$

Вміст основного компонента в $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $P = 50\%$

Тривалість зберігання: 2 доби

Об'єм баку коагулянту $V_{\text{бк}} = 0,220632 \text{ м}^3$

Висота баку сягає $h = 2$

$$\begin{aligned} V_{\text{бк}} &= a^2 \cdot h \\ a^2 &= \frac{h}{V_{\text{бк}}}, \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$a = \sqrt{\frac{2}{0,22}} = 0.332 \text{ м}$$

Отже квадратний бак для розчину коагулянту з розмірами основи приблизно $0.332 \text{ м} \times 0.332 \text{ м}$ і висотою 2 м.

Розрахунок об'ємів розчинних та витратних баків антискалantu

Розрахунок об'єму баку антискалantu

$$V_{\text{А30}} = \frac{D_{\text{А30}}}{\rho_{\text{А}}}, \quad (3.2)$$

Повна продуктивність станції водопідготовки $Q = 200,8 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Концентрація антискалantu $CA = 0,00038 \text{ кг/м}^3$.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						46
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Густина антискалantu $\rho_A = 1360 \text{ кг/м}^3$.

Добова витрата антискалantu $DA = 0,0763 \text{ кг/добу}$

Кількість діб $n_{30} = 30 \text{ діб}$ ($n_{60} = 60 \text{ діб}$)

Розрахунок об'єму баку антискалantu на 30 діб

$$V_{A30} = \frac{0,0763 \cdot 30}{1360} = 0,0168 \text{ м}^3$$

Об'єму баку антискалantu на 30 діб $V_{A30} = 0,0168 \text{ м}^3$

Об'єму баку антискалantu на 60 діб $V_{A60} = 0,0336 \text{ м}^3$

Розрахунок розмірів баку відповідає:

$$A^3 = V_{A60} = \sqrt[3]{0,0336} \approx 0,3 \text{ м}$$

Отже відповідни даному об'єму бак відповідає таким значенням де довжина ширина і висота дорівнюють $A = 0,24 \text{ м}$

Розрахунок розмірів, дискового фільтра моделі ADF 316R-S 50 micron який має такі характеристики: *Діаметр: 0,5 м; Висота: 1,2 м*

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot (0,25)^2 \cdot 1,2 = 0,2356 \text{ м}^3$$

Розрахунок об'єму та пропорцій мембранного фільтра моделі ADF 316R-S 50 який має такі характеристики: *Об'єм: 0.2356 м³; Діаметр: 0,5 м; Висота: 1,2*

$$V = \pi \cdot (0,15)^2 \cdot 1,5 = 0,106 \text{ м}^3$$

Розрахунок, УФ лампа VIQUA Sterilight Professional 1,5

Діаметр $D = 8,9 \text{ см} \rightarrow$ Радіус $R = 4,45 \text{ см} = 0,0445 \text{ м}$

Довжина $L = 114,3 \text{ см} = 1,143 \text{ м}$

$$V_{\text{уф}} = \pi \cdot (0,0445)^2 \cdot 2 \cdot 1,143 = 0,0071 \text{ м}^3$$

Розрахунок, баку відстійник-накопичувач промивних вод циліндричної форми:

Об'єм на добу: $25,92 \text{ м}^3$

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						47
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Об'єм на 7 днів: $V_7 = 25,92 \text{ м}^3/\text{добу} \cdot 7 = 181,44 \text{ м}^3$

Підібрано відстійник-накопичувач промивних вод (200 м^3); Висотою $h = 5 \text{ м}$:

$$200 = \pi r^2 \cdot 5 \text{ м}$$

$$r \approx 3,6 \text{ м}$$

Розрахунок, баку накопичувача концентрату з антискалантом циліндричної форми:

Об'єм на добу: $V = 60,24 \text{ м}^3$

Об'єм на 7 днів: $V_7 = 60,24 \text{ м}^3/\text{добу} \cdot 7 = 421,68 \text{ м}^3$

Підібрано накопичувач концентрату з антискалантом (450 м^3); $h = 6 \text{ м}$:

$$450 = \pi r^2 \cdot 6 \text{ м}$$

$$r \approx 4,9 \text{ м}$$

Розрахунок, баки накопичувачі для питної води:

Оскільки «Обрано ємкості накопичення очищеної води об'ємом в контейнері 8 м^3 та 2 ємкості по 100 м^3 , на вулиці (з підставками утеплення та обігрівом).»

Розрахунок малого баку, який знаходиться в середині модульного цеху. a — сторона кубічного бака (2 метри)

$$V_m = a^3 = 2^3 = 8 \text{ м}^3$$

V_m — Об'єм малого баку для питної води складає $V_m = 8 \text{ м}^3$

Розрахунок великого баку, який знаходиться з зовні та має $V=100 \text{ м}^3$, $h=5 \text{ м}$:

$$100 = \pi r^2 \cdot 5 \text{ м}$$

$$r \approx 2,52 \text{ м}$$

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						48
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розділ 4. Будівельна частина

У даному розділі розглядаються висотне розміщення очисних споруд та їхнє розташування в плані. Описуються рішення, прийняті для оптимального використання простору модульного цеху розмірами: довжина 6058 мм, ширина 2438 мм, висота 2591 мм. Три баки розташовуються ззовні цеху: відстійник-накопичувач промивних вод, накопичувач концентрату з антискалантом та велика ємкість для накопичення очищеної питної води.

Основною метою розміщення обладнання у модульному цеху є оптимальне використання доступного простору з урахуванням зручності обслуговування та доступу до всіх компонентів. Обладнання включає різноманітні фільтри, баки, дозуючі системи та дезінфекційні установки, розташування яких визначається їх функціональними особливостями та взаємодією між ними.

Планування та компонування обладнання розміщується всередині модульного цеху, займає певний об'єм і потребує оптимального розташування для забезпечення зручного пересування та обслуговування. Внутрішній простір цеху складає 38,223 м³.

Бак для коагулянту: Об'єм баку становить 0.220 м³. Він має основу 0.332 м × 0.332 м та висоту 2 м.

Бак для антискаланту: Об'єм баку дорівнює 0.115 м³. Його основа складає 0.24 м × 0.24 м, висота 2 м.

Дисковий фільтр: Модель ADF 316R-S 50 має діаметр 0.5 м та висоту 1.2 м, що дає об'єм 0.236 м³.

Мембранний фільтр: Модель ADF 316R-S 50 з діаметром 0.15 м та висотою 1.5 м має об'єм 0.106 м³.

УФ лампа: Модель VIQUA Sterilight Professional 15 з діаметром 0.0445 м та довжиною 1.143 м займає об'єм 0.007 м³.

Малий бак для питної води: Цей бак розміром 2 м × 2 м × 2 м має об'єм 8 м³.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						49
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Сумарний об'єм усіх перерахованих установок становить 8.684 м³.

Втрати простору та вільний об'єм ля врахування втрат простору через планування та "мертві" зони додано коефіцієнт 15%, що становить приблизно 1.302 м³. Таким чином, загальний об'єм, зайнятий обладнанням разом із втратами простору, дорівнює 9.986 м³.

Після розміщення всього необхідного обладнання, у модульному цеху залишається вільний об'єм, який становить 28.237 м³. Це означає, що в цеху залишиться приблизно 73.9% вільного простору для пересування та обслуговування. Це забезпечує достатньо простору для зручної роботи та безпечного доступу до всіх установок.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						50
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розділ 5. Охорона праці

5.1. Повітря робочої зони

Забезпечення чистого повітря в робочій зоні є важливою складовою цього процесу, тут забезпечення відповідності повітря робочої зони санітарно-гігієнічним нормам, які встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. Повітря робочої зони повинно мати належні мікрокліматичні умови, такі як температура, вологість, швидкість руху повітря, що забезпечують комфортні умови для працюючих.

І) Нормативні вимоги до повітря робочої зони:

Повітря робочої зони повинно відповідати нормативам, встановленим ГОСТ 12.1.005-76 та іншими нормативними документами, які регламентують допустимі рівні шкідливих речовин, параметри мікроклімату та вимоги до вентиляційних систем. Основні параметри повітря робочої зони включають:

Температура: Повинна підтримуватись у межах комфортних значень залежно від сезону та типу робіт, що виконуються.

Вологість: Оптимальна відносна вологість повітря складає 40-60%, що забезпечує комфортні умови для працюючих та запобігає пересушуванню повітря.

Швидкість руху повітря: Повинна бути достатньою для забезпечення ефективного повітрообміну та видалення забруднюючих речовин, але не перевищувати допустимих значень, щоб уникнути створення протягів.

Система вентиляції в мобільному цеху у мобільному цеху, система вентиляції повинна забезпечувати ефективне видалення забруднюючих речовин та подачу свіжого повітря. Система вентиляції складається з припливної та витяжної вентиляції, які працюють узгоджено для забезпечення оптимального повітрообміну.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						51
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Припливна вентиляція забезпечує подачу свіжого повітря до робочих зон. Це досягається за допомогою вентиляційних агрегатів, які подають очищене та підігріте (або охолоджене, залежно від сезону) повітря.

Витяжна вентиляція видаляє забруднене повітря з робочих зон. Вона оснащена фільтрами для уловлювання шкідливих речовин, таких як пил, аерозолі, хімічні випари. Витяжні вентилятори розміщуються таким чином, щоб забезпечити ефективне видалення забруднень з усіх робочих зон.

II) Очищення повітря:

Для забезпечення чистоти повітря в робочій зоні в системі вентиляції використовуються фільтри різного типу:

Механічні фільтри призначені для уловлювання великих часток пилу та зважених речовин.

Вугільні фільтри використовуються для видалення хімічних випарів та запахів.

HEPA-фільтри забезпечують високий ступінь очищення повітря від дрібнодисперсного пилу, аерозолів та мікроорганізмів.

Окрім того, у мобільному цеху можуть бути встановлені системи для контролю рівня CO₂ та інших газів, що забезпечують автоматичне регулювання роботи вентиляційної системи залежно від поточних умов.

В нашому випадку за для забезпечення відповідної вентиляції, можна використати, рекупераційну систему таку модель, як PRANA 200G mini є ідеальним варіантом для нашого мобільного цеху. Ця система забезпечує ефективний обмін повітря, використовуючи мінімальну кількість енергії (від 3 до 30 Вт на годину) та має коефіцієнт тепловіддачі до 96%. Вона може працювати як на обігрів, так і на охолодження повітря, що робить її універсальним рішенням для різних сезонів. Рекуператор PRANA оснащений

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						52
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

датчиками температури, вологості та якості повітря, що дозволяє автоматично регулювати параметри вентиляції для забезпечення комфортних умов праці.

III) Контроль параметрів повітря:

Для забезпечення належної якості повітря в робочій зоні необхідно проводити регулярний контроль параметрів повітря. Це включає вимірювання температури, вологості, швидкості руху повітря, концентрації шкідливих речовин. Дані контролюються автоматичними системами моніторингу, які сигналізують про необхідність коригувальних заходів у разі перевищення допустимих значень.

5.2. Вимоги до освітлення робочих місць

Правильне освітлення робочих місць є необхідним фактором, щоб забезпечити ефективну та безпечну роботу персоналу. Освітлення повинно відповідати встановленим нормам за рівнем освітленості, рівномірністю розподілу світла та відсутністю відблисків. У мобільному цеху використовуються комбіновані системи освітлення, що включають як природне, так і штучне освітлення.

I) Нормативні вимоги до освітлення.

Освітлення робочих місць повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення" та іншим нормативним документам, які регламентують необхідний рівень освітленості для різних типів робіт та умов праці. Основні параметри освітлення включають:

Рівень освітленості: Для забезпечення комфортної та безпечної роботи рівень освітленості на робочих місцях повинен становити від 300 до 500 люкс, залежно від характеру виконуваних робіт.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						53
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Рівномірність розподілу світла: Освітлення повинно бути рівномірним по всій робочій зоні, щоб уникнути різких тіней та відблисків.

Відсутність відблисків: Освітлювальні прилади повинні бути розміщені таким чином, щоб запобігати утворенню відблисків, які можуть викликати зорове напруження.

II) Природне освітлення.

Для забезпечення природного освітлення у мобільному цеху передбачено встановлення вікон та світлових люків. Вікна розміщуються на стінах цеху, а світлові люки – на даху, що забезпечує достатній рівень природного світла протягом дня. Розміщення та розміри вікон розраховані таким чином, щоб максимально використовувати природне світло та забезпечити рівномірний розподіл освітлення у всіх робочих зонах.

III) Штучне освітлення.

У випадках, коли природне освітлення недостатнє, використовується штучне освітлення. У мобільному цеху встановлені комбіновані системи штучного освітлення, що включають загальне та місцеве освітлення:

Загальне освітлення забезпечується за допомогою стельових світильників, які розташовані рівномірно по всій площі цеху. Ці світильники використовують енергоефективні LED-лампи, що забезпечують високу яскравість при низькому енергоспоживанні.

Місьцеве освітлення встановлюється на робочих місцях, де потрібен додатковий рівень освітленості. Це можуть бути настільні лампи, лампи на гнучких кронштейнах або інші локальні освітлювальні прилади. Вони забезпечують додаткове освітлення безпосередньо в зоні виконання робіт, підвищуючи точність та безпеку виконання завдань.

IV) Контроль параметрів освітлення.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						54
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Для забезпечення належного рівня освітленості на робочих місцях проводиться регулярний контроль параметрів освітлення. Це включає вимірювання рівня освітленості, перевірку рівномірності розподілу світла та відсутності відблисків. Дані контролюються автоматичними системами або спеціальними приладами для вимірювання освітленості. У разі необхідності, проводяться коригувальні заходи для забезпечення відповідності освітлення встановленим нормам.

Щодо коригувальних заходів, то вони можуть бути різноманітними. Наприклад, якщо світильники розташовані не оптимально, їх можна перемістити ближче до центрів робочих зон або змінити їхні кути нахилу, щоб уникнути відблисків і забезпечити рівномірне освітлення. Інколи може знадобитися зміна висоти світильників.

Заміна та оновлення освітлювальних приладів також є важливим заходом. Якщо освітлення в мобільному цеху недостатнє, можна замінити старі лампи на більш потужні або встановити сучасні енергоефективні LED-лампи. Для такого модульного цеху може бути достатньо 4-6 світильників потужністю 18-24 Вт кожен, щоб забезпечити рівномірне освітлення.

Якщо освітлення все одно недостатнє, можна додати додаткові освітлювальні прилади. Наприклад, можна встановити настільні лампи або лампи на гнучких кронштейнах у зонах, де потрібно більше світла. Додаткові стельові світильники також можуть допомогти у місцях з недостатнім освітленням.

Також можна розрахувати інші види моделей освітлення

Для забезпечення належного рівня освітленості на робочих місцях у модульному цеху, розміром як морський контейнер (довжина 6058 мм, ширина 2438 мм, висота 2591 мм), потрібно провести розрахунок та вибрати відповідні освітлювальні прилади.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						55
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Стандартна освітленість для робочих приміщень складає приблизно 500 люкс. Для нашого цеху, площа якого становить 14.76 м², необхідні загальні люмени розраховуються за формулою:

$$\text{Загальні люмени} = (\text{Люкс}) \times (\text{Площа}) = 500 \text{ люкс} \times 14.76 \text{ м}^2 = 7380 \text{ люменів}$$

Для досягнення необхідної освітленості пропонується використовувати LED-панелі з середньою світловіддачею 4000 люменів на панель. Виходячи з цього, кількість необхідних панелей обчислюється так:

$$\text{Кількість панелей} = (\text{Люменів на панель}) / (\text{Загальні люмени}) = 4000 \text{ люменів на панель} / 7380 \text{ люменів} \approx 1,85$$

Отже, для забезпечення належного рівня освітлення в модульному цеху потрібно встановити 2 LED-панелі потужністю 4000 люменів кожна. Рекомендую використати LED-панелі, такі як ****Philips LED Panel RC091V**** або аналогічні моделі.

5.3. Захист від виробничого шуму

Для захисту від виробничого шуму необхідно вживати заходів щодо зниження його рівня до допустимих значень. У мобільному цеху передбачено використання шумозахисних конструкцій, таких як звукоізолюючі перегородки, шумопоглинаючі матеріали на стінах та стелі.

I. Нормативні вимоги до рівня шуму

Рівень шуму на робочих місцях повинен відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку" та іншим нормативним документам. Основні параметри включають:

Гранично допустимий рівень шуму: Для різних категорій працівників встановлено різні допустимі рівні шуму. Наприклад, для адміністративних

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						56
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

працівників допустимий рівень шуму становить 50 дБА, а для виробничих працівників – 85 дБА.

Тривалість впливу шуму: Норми також регламентують максимальну тривалість впливу шуму різної інтенсивності на працівників.

II. Шумозахисні конструкції

У мобільному цеху застосовуються різні конструкції та матеріали для зниження рівня шуму:

Звукоізолюючі перегородки використовуються для розділення робочих зон та зниження рівня шуму, що поширюється від джерел. Ці перегородки виготовляються з матеріалів з високими звукоізоляційними властивостями.

Шумопоглинаючі матеріали наносяться на стіни та стелі цеху. Вони поглинають звукові хвилі та знижують рівень відбитого шуму. До таких матеріалів відносяться акустичні панелі, поролон, мінеральна вата та інші.

III. Шумоізоляція обладнання

Обладнання, що є джерелом шуму, оснащується шумоізоляційними кожухами, які знижують рівень шуму, що виходить від обладнання. Крім того, таке обладнання встановлюється на віброізолюючі опори, що зменшує передачу вібрацій на конструкції цеху та знижує рівень шуму.

IV. Засоби індивідуального захисту

Для персоналу, який працює в умовах підвищеного шуму, передбачено застосування засобів індивідуального захисту органів слуху. До таких засобів відносяться протишумні навушники та вкладиші. Вони забезпечують додатковий захист від шуму та знижують ризик виникнення шумового ураження слуху.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						57
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Для зниження рівня шуму, що виходить від обладнання у мобільному модульному цеху, ми використовуємо шумоізоляційні кожухи. Вони допомагають зменшити шум, який створюється під час роботи обладнання. Крім того, встановлюємо все на віброізолюючі опори, щоб мінімізувати передачу вібрацій на конструкції цеху. Це знижує рівень шуму і робить робоче середовище комфортнішим для працівників.

Для персоналу, який працює в умовах підвищеного шуму, ми забезпечуємо засоби індивідуального захисту органів слуху. Це можуть бути протишумні навушники або вкладиші, які ефективно знижують вплив шуму на слух працівників. Вони забезпечують додатковий захист і знижують ризик виникнення шумового ураження слуху.

БН В.1.1-31:2013 "Захист територій, будівель і споруд від шуму"

Цей документ встановлює допустимі рівні шуму для різних об'єктів:

- Житлові приміщення: вдень (7:00-23:00) - до 40 дБА, вночі (23:00-7:00) - до 30 дБА.

- Офісні приміщення: вдень - до 50 дБА.

- Промислові приміщення: вдень і вночі - до 85 дБА.

ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку" Цей документ встановлює гігієнічні нормативи шуму на робочих місцях:

- Роботи, що потребують підвищеної концентрації уваги - до 50-60 дБА.

- Роботи, що потребують розмов або телефонних переговорів - до 70 дБА.

- Роботи без вимог до концентрації уваги - до 80 дБА.

- Максимально допустимий рівень шуму - 85 дБА.

В умовах роботи мобільного цеху за нормальних умов установки не перевищують допустимі значення рівнів шуму, встановлені ДБН В.1.1-31:2013 та ДСН 3.3.6.037-99. Рівень шуму в таких умовах буде в межах до 85

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						58
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

дБА, що є максимально допустимим рівнем для промислових приміщень та робочих місць без спеціальних вимог до концентрації уваги.

Для додаткового захисту від шуму працівники можуть використовувати засоби індивідуального захисту, такі як беруші (вушні пробки) або шумозахисні навушники. Рекомендується використовувати шумозахисні навушники 3M Peltor Optime III, які забезпечують зниження шуму (SNR) на 35 дБ.

5.4. Електробезпека

У мобільному цеху всі електроустановки повинні відповідати вимогам нормативних документів щодо електробезпеки, включаючи захист від ураження електричним струмом, захисне заземлення та занулення.

I. Нормативні вимоги до електробезпеки

Електроустановки та електрообладнання у мобільному цеху повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів" та іншим нормативним документам. Основні вимоги включають:

Захист від ураження електричним струмом: Усі електроустановки повинні мати надійний захист від ураження електричним струмом, включаючи ізоляцію струмопровідних частин, огороження, захисне заземлення та занулення.

Захисне заземлення: Електроустановки повинні бути оснащені системами заземлення, які забезпечують відведення небезпечного потенціалу у землю та запобігають виникненню небезпечних напруг на корпусах обладнання.

Занулення: Для забезпечення електробезпеки використовуються системи занулення, які забезпечують швидке відключення електроустановки у разі виникнення аварійних ситуацій.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						59
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

II. Захисні пристрої

Електрообладнання у мобільному цеху повинно бути оснащене захисними пристроями, що забезпечують автоматичне відключення електроживлення у разі виникнення аварійних ситуацій. До таких пристроїв належать:

Автоматичні вимикачі забезпечують захист електроустановок від перевантажень та коротких замикань, автоматично відключаючи електроживлення у разі перевищення допустимих значень струму.

Запобіжники використовуються для захисту електричних ланцюгів від коротких замикань та перевантажень, відключаючи електроживлення при виникненні аварійних ситуацій.

Пристрої захисного відключення (ПЗВ) забезпечують додатковий захист від ураження електричним струмом, відключаючи електроживлення у разі виявлення витоку струму.

III. Маркування та попереджувальні знаки

Для забезпечення безпеки експлуатації електроустановок всі електроустановки та електрообладнання повинні мати чітке маркування, яке вказує на їх призначення, напругу та інші важливі характеристики. Крім того, на електроустановках повинні бути встановлені попереджувальні знаки, що інформують про небезпеку ураження електричним струмом та правила безпечної експлуатації.

IV. Інструкції з безпечного використання

Для забезпечення безпеки працівників у мобільному цеху необхідно розробити та впровадити інструкції з безпечної експлуатації електроустановок та електрообладнання. Ці інструкції повинні містити інформацію про правила користування електрообладнанням, заходи безпеки, порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						60
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Висновки

В процесі роботи над виконанням бакалаврського проекту на тему «розробка технологічної схеми підготовки питної води тов «мегафлоу»» були отримані наступні результати:

- розроблено технологічну схему очистки води для населеного пункту з річки Інгулець, включаючи дискову фільтрацію, коагуляцію, фільтрування через фільтри з зернистою загрузкою, зворотний осмос та обробку ультрафіолетом. Такий проект забезпечує високу ефективність, економічність та зниження експлуатаційних витрат;

- наведено детальний аналіз вихідної води, а також вимоги до води питної якості;

- проведено розрахунки матеріального балансу, а також технологічні та гідравлічні розрахунки для основних етапів очищення води, вибрано оптимальні типи обладнання для кожного етапу, що забезпечує максимальну ефективність очищення;

- Спроектовано ефективне розташування обладнання в модульному цеху, що підвищує продуктивність та зручність обслуговування. Архітектурні рішення адаптовані до вимог обладнання, забезпечуючи раціональне використання простору,

- Розглянуто питання охорони праці, включаючи пожежну безпеку, шум та вібрацію, стан повітря, вентиляції та електробезпеку;

- Виконано креслення в форматі A1

технологічної схеми, матеріального балансу, плану розміщення споруд в двох проекціях, схеми розміщення джерела забору води, представлено плакат характеристик вихідної води і діючих вимог до її якості та висновки.

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						61
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Список використаної літератури

1. <https://megaflow.ua/>
2. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О «Основи проектування очисних споруд» – К.: НТУУ «КПІ», 2013.- 181 с.
3. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Дейкун І.М. «Очисні споруди. Основи проектування» – К.: НТУУ «КПІ», 2007.- 169 с.
4. Гомеля М.Д. Екологічна безпека: Навч.посібник /М.Д. Гомеля, Т.О. Шаблій, О.В. Глушко, В.С. Камаєв. – К.: ТОВ «Інфодрук», 2009. – 246 с.
5. <https://www.nerex.ua/>
6. <https://ukrainian-water-association.org/>
7. Документація «Індивідуальні комерційні пропозиції, за участі Megaflow»

					ДП ЛЕ-0115.00.015	Арк.
						62
	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		