

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища

Тема роботи:

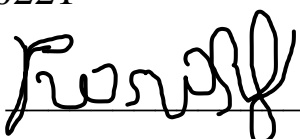
**Технології очищення природних вод від забруднюючих
сполук**

Виконав:
студент Колонтаєв М. С.

Керівник:
к.б.н., доцент Кузьміна Т. М.

Залікова книжка
№ 22510221

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис:  _____

Консультант з охорони праці:
старший викладач Фалько В.В.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Колонтаєва Михайла Сергійовича

Тема проекту (роботи) «Технології очищення природних вод від забруднюючих сполук» затверджена наказом по університету від “18” листопада 2023 р. № 0865-VI

1. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20 грудня 2023 року
2. Вихідні дані до проекту (роботи) патентна база щодо методів очищення природних вод; нормативи питної води; хімічний склад забруднюючих сполук.
3. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) склад природних вод; засоби очистки природних вод; аналіз провідних технологій очистки природних вод; робота з інформаційними базами даних для удосконалення технології очистки природних вод.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

Норми якості питної води в Європейському Союзі та США, рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я; вплив на здоров'я людини при надмірному надходженні в організм компонентів питної води; склад води підземних вод; знезалізення води спрощеною аерацією; схема установки для електро-хімічної обробки води; приклад матриці SWOT-аналізу.

4. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Робота над розділом «Літературний огляд за досліджуваною тематикою»	Вересень 2023 р.	
2	Аналіз особливостей методики водопідготовки природних вод	Жовтень 2023 р.	
3	Аналіз технологій водопідготовки природних вод для питного споживання	Листопад 2023 р.	
4	Дослідження можливостей інтенсифікації процесу очистки води за допомогою сучасних методів	Листопад 2023 р.	
5	Робота над розділом «Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях»	Листопад – грудень 2023 р.	
6	Оформлення роботи	16.12.23	

5. Дата видачі завдання 25.09.2023 року

Студент _____

Колонтаєв М. С.

Керівник проекту _____

Т. М. Кузьміна

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 47 найменувань, додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 58 с., у тому числі 2 таблиці, 3 рисунки, список використаних джерел на 5 сторінках.

Мета роботи – аналіз ефективності технології очищення артезіанських вод від забруднюючих сполук для одержання води питної якості.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі *завдання*: провести літературний огляд за досліджуваною тематикою; проаналізувати існуючі методи очищення природних вод; визначити оптимальні методи процесу очищення води; визначити інноваційні способи очищення природних вод.

Об'єкт дослідження – методи очищення природних вод.

Предмет дослідження – процес очищення природних вод від забруднюючих сполук.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є діалектичний метод наукового пізнання, теоретичний аналіз наукової і спеціальної літератури, SWOT-аналіз, системний підхід.

Проаналізовано сучасні методи очищення природних вод. Зазначені інноваційні способи очистки, та технологічні можливості очистки від забруднюючих сполук.

Ключові слова: очищення природних вод, забруднюючі сполуки, методи очищення, підземні води, інноваційні технології, водопостачання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ДОСЛІДЖУВАНОЮ ТЕМАТИКОЮ.....	10
1.1 Вимоги до якості підземних вод в Україні та за кордоном.....	10
1.2 Вплив якості питної води на здоров'я людини.....	15
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВОДОПІДГОТОВКИ ПРИРОДНИХ ВОД.....	19
2.1 Механічні методи водопідготовки природних вод.....	19
2.2 Фізико-хімічні методи.....	19
2.3 Мембранні методи.....	21
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ.....	26
3.1 Сучасні методи очищення води.....	26
3.2 Сучасні технології очищення природних вод.....	31
3.3 SWOT-аналіз розглянутих методів.....	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	41
5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	41
5.2 Розрахунок параметрів мікрокліма ту приміщення, в якому знаходиться обладнання з очищення стічних вод. Розрахунок повітрообміну.....	43
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	52
ДОДАТКИ.....	57

Підп. і дата						ТС 22510221		
Інв.№ докл.	Взаєм.інв.№	Інв.№ докл.	Підп. і дата	Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
				Розроб.	Колонтаєв			
				Перев.	Кузьміна			
				Н.Контр	Батальцев			
				Затв.	Пляцук			
<i>Технології очищення природних вод від забруднюючих сполук</i>						Літ.	Аркуш	Аркушів
						5	58	
						<i>СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС.м-21</i>		

ВСТУП

Однією з найважливіших глобальних проблем останніх десятиліть була і залишається якість та доступність питної води. Запаси якісної прісної води у всьому світі зменшуються, тоді як чисельність населення та, відповідно, споживання води неухильно зростають. Світові запаси води становлять переважно солоні води – 97,5 %, і лише 2,5 % – це запаси прісної води, з яких лише 0,3% легкодоступні для людини, оскільки інші запаси зосереджені у льодах і глибоко під землею [1].

У зв'язку з цим Генеральна Асамблея ООН проголосила період з 2010 по 2020 рік Міжнародним десятиліттям дій «Вода заради життя» та ухвалила, що цілі Десятиліття повинні полягати у наданні підвищеної уваги до здійснення програм та проектів, що стосуються водних ресурсів [2]. А досягнення цілі 6 сталого розвитку «Чиста вода та належні санітарні умови» вимагає забезпечення загального доступу до безпечної питної води для всіх людей до 2030 року і інвестування у відповідну інфраструктуру та забезпечення ефективного очищення води, призначеної для питного споживання.

В Україні проблема нестачі води стоїть не так гостро, як у багатьох інших країнах, але, незважаючи на це, забезпечення високої якості питної води залишається актуальним завданням.

Вимоги до безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, а також правила виробничого контролю та державного санітарно-епідеміологічного нагляду у сфері питного водопостачання населення встановлюються за ДержСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Вимоги Санітарних норм не поширюються на води мінеральні лікувальні, лікувально-столові, природні столові. У світовій практиці використовуються нормативи ВООЗ.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

6

Значна кількість підземних водних джерел не відповідають санітарним нормам та вимагають додаткової очищення води перед її використанням у питних цілях.

Як правило, на станціях водопідготовки поверхневі води проходять стандартне очищення, яке включає: відстоювання, фільтрування, знезараження та деякі додаткові процеси, залежно від складу води у конкретному регіоні. Підземні ж води, хоч і в меншій мірі, але теж зазнають антропогенного забруднення, наприклад, при проникненні стічних та/або виробничих вод у підземні горизонти.

Очищення підземних вод на станціях водопідготовки також відбувається за традиційними схемами. Однак часто забруднення підземних вод викликано не тільки господарською діяльністю, а й природними факторами формування їхнього складу. За даними Центру державного моніторингу надр на території України поширені різні гідрогеохімічні провінції, де спостерігається природна невідповідність якості підземних вод їх нормованих показників [4]. Це пов'язано з специфікою геохімічного складу водовмісних порід. Для окремих районів характерно підвищений вміст заліза, стронцію, бору, селену, для інших – барію, літію та інших елементів.

Давно стоїть проблема забруднення артезіанських вод, призначених для питних потреб населення, сполуками амонію та заліза. У районах інтенсивного вилучення та експлуатації підземних вод відбувається погіршення їх якості (збільшення мінералізації та жорсткості, вмісту сульфатів, марганцю, літію, бору та ін.), як рахунок підтягування до водозабору вод із суміжних горизонтів, так і за рахунок проникнення поверхневого забруднення у водоносний горизонт.

За даними досліджень, водотоки після сильних злив та інтенсивного танення снігового покриву, що протікають через кар'єри та витікають з підземних гірничих виробок, насичені легкорозчинними мінеральними солями цілого ряду елементів (Mo, Cs, W, Sr, Sb, Cd, Sc, Co, Cu, As, Se).

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

7

Джерела потрапляння марганцю у воду – гірські породи, добрива та стічні води гірничодобувних і хімічних підприємств. Вживання води з підвищеною концентрацією марганцю може призвести до захворювань центральної нервової системи, легенів, проблем з серцево-судинною системою, порушень метаболізму, алергічних реакцій.

Джерелами сполук заліза у підземних водах є процеси розчинення гірських порід та їх хімічного вивітрювання, крім того, значні кількості заліза можуть надходити зі стічними водами різних виробництв. При тривалому вживанні води з підвищеним вмістом заліза розвиваються захворювання печінки, збільшується ризик інфарктів, можливі алергічні реакції.

Амонійний азот накопичується у воді внаслідок розкладання мікроорганізмами азотовмісних органічних сполук (білків, нуклеїнових кислот тощо). У підземні водоносні горизонти з'єднання амонію, в більшості випадків, потрапляють внаслідок внесення добрив у ґрунт. Споживання води з підвищеним вмістом іонів амонію призводить до ацидозу та захворювань крові.

У таких складних умовах, коли на якість підземних вод одночасно впливає кілька факторів навколишнього середовища, метод їх очищення має бути комплексним.

У зв'язку з цим, дослідження методів та розроблення технології комплексного очищення артезіанських вод від забруднюючих сполук є актуальними і важливими.

Мета роботи – аналіз ефективності технології очищення артезіанських вод від забруднюючих сполук для одержання води питної якості.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі **завдання**: Відповідно до поставленої мети було вирішено такі **завдання**: провести літературний огляд за досліджуваною тематикою; проаналізувати існуючі методи очищення природних вод; визначити оптимальні методи процесу очищення води; визначити інноваційні засоби очищення природних вод.

Об'єкт дослідження – методи очищення природних вод.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

8

Предмет дослідження – процес очищення природних вод від забруднюючих сполук.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є діалектичний метод наукового пізнання, теоретичний аналіз наукової і спеціальної літератури, SWOT-аналіз, системний підхід.

Наукова новизна: З метою підвищення рівня якості природної води на основі виконаних теоретичних досліджень отримані наукові результати, щодо вивчення забруднюючих сполук води; проаналізовані методики очищення природних вод, визначені іноваційні засоби які дозволяють ефективно проводити очищення води до санітарних.

Практична цінність. На підставі проведених досліджень визначено сучасні методи для очищення підземних вод, визначені іноваційні засоби процесу очищення води для подальшого користування.

Особистий внесок магістранта. Усі результати, які наведені у кваліфікаційній роботі магістра, одержані самостійно. Було проаналізовано іноваційні засоби очищення підземних вод.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури (50 найменувань), додатків. Робота ілюстрована 2 таблицями, 3 рисунками. Загальний обсяг роботи складає 58 сторінок.

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

9

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ДОСЛІДЖУВАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1. Вимоги до якості підземних вод в Україні та за кордоном

Підземні води, як джерело водопостачання, мають низку переваг в порівнянні з поверхневими водами. Перш за все, підземні води більш надійно захищені від забруднення і, як правило, характеризуються кращою якістю, менше схильні до сезонних коливань, не вимагають дорогих заходів щодо водоочищення. Зростання забруднення поверхневих вод промисловими, сільськогосподарськими та комунальними стоками багатьох країнах світу призвело до значного зростання об'ємів використання підземних вод для питного водопостачання. На сьогоднішній день близько 1/3 світового населення забезпечуються водою із підземних джерел [5].

У більшості розвинених країн світу (і в багатьох країнах, що розвиваються) основним, а іноді й єдиним джерелом питної води є підземні води: в Австрії та Данії вся вода, що використовується в питних цілях, видобувається з підземних джерел (100%), Італії – до 90%, Угорщині – 88%. Загалом для країн Європейського Союзу ця величина становить 79%. В Україні на частку підземних вод припадає близько 30%. Близько 60% міст мають централізоване водопостачання та приблизно в 1/3 міст воно базується на використанні лише підземних вод, решта використовують і поверхневі, і підземні води [5, 6].

Сільське населення в основному використовує воду з колодязів або поверхневих водних джерел.

У складних природних та техногенних умовах, коли на якість підземних вод одночасно впливають природні (безпосередньо у підземній частині гідросфери та опосередковано через інші компоненти навколишнього

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

10

середовища) та антропогенні фактори забруднення, очищення підземних вод має бути комплексним, що враховує весь спектр факторів, що діють [12].

Нормативні документи насамперед підрозділяють за цілями нормування, які мають визначати:

- а) якість вихідної води для різних споживачів;
- б) вимоги водоспоживачів щодо якості води після відповідної обробки.

Існує кілька категорій водокористування [6]: поверхневі води, які йдуть на господарсько-питні та комунально-побутові потреби; водопостачання харчових виробництв; потреби рибного господарства; рекреаційного водокористування; водокористування інших виробництв; підземні води, які використовуються для таких же цілей, як і поверхневі води, за винятком рибного господарства та рекреаційного водокористування.

Важливо, що одні й ті ж показники якості води в нормативних документах різних країн можуть істотно відрізнятися одні від других. Для деяких показників встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК), що перебувають або за межами чутливості сучасних методів аналізу, або за межами технологій, які застосовуються для очищення води [7].

Нормативи Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) розподіляються за групами забруднень: органолептичні, неорганічні, органічні, радіоактивні, пестициди, речовини, що застосовуються при дезінфекції води та домішки, що не впливають на здоров'я людей при їх нормальні концентрації у воді (табл. 1.1).

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

11

Таблиця 1.1 – Норми якості питної води в Європейському Союзі та США, рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ)

Найменування	ДСанПін 2.2.4-171- 10	Директива Європейського Союзу від 03.11.1998 р.Н	Федеральні норми в США (NPDWP)		ВООЗ (Керівництво з контролю якості питної води)
			1 MCLG	2 MCL	
1	2	3	4	5	6
Запах, бал	2	Прийнятний для споживача	–	–	–
Смак та присмак, бал	2	Прийнятний для споживача	–	–	–
Кольоровість, градус платино-кобальтової шкали	20	Прийнятний для споживача	–	–	15
Мутність, мг/л	2,6	Прийнятний для споживача	–	5	5
Водневий показник (рН)	6,0 – 9,0	≥ 4,5 (6,5 – 9,5 для сулій)	–	–	6,5 – 9,5
Загальна мінералізація (сухий залишок), мг/л	1000	–	–	–	–
Жорсткість загальна, ммоль/л	7,0	–	–	–	–
Окислюваність перманганатна, мгО ₂ /л	5,0	5,0	–	–	–
Нафтопродукти, мг/л	0,10	–	–	–	–
Поверхнево-активні речовини (ПАР), мг/л	0,50	–	–	–	–
Фенол, мг/л	0,01	–	–	–	–
Загальні колиформні бактерії (100 мл)	Відсутність	Відсутність (для ємностей до 250 мл)	Відсутність	5 %	–
Алюміній (Al ³⁺), мг/л	0,50	0,20	–	–	0,20
Барій (Ba ²⁺), мг/л	0,10	–	2,0	2,0	0,70
Берилій (Be ²⁺), мг/л	0,0002	–	0,004	0,004	–
Бор (В, сумарно), мг/л	0,50	1,0	–	–	0,50

1 MCLG – визначає максимальний рівень забруднення питної води, при якому не відбувається жодного несприятливого на здоров'я людей (не обов'язковий). 2 MCL – регламентує максимально допустимий рівень забруднення питної води, що постачається будь-якого користувача водопровідної мережі (є обов'язковим).

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510221

Арк

12

продовження табл. 1.1.

1	2	3	4	5	6
Залізо (Fe, сумарно), мг/л	0,30	0,20	–	–	0,30
Кадмій (Cd, сумарно), мг/л	0,001	0,005	0,005	0,005	0,003
Марганець (Mn, сумарно), мг/л	0,1	0,05	–	–	0,50
Молібден (Mo, сумарно), мг/л	0,25	–	–	–	0,07
Мідь (Cu, сумарно), мг/л	1,0	2,0 (нед.) ³	1,30	1,30	2,0
Миш'як (As, сумарно), мг/л	0,05	0,01	–	0,05	0,01
Нікель (Ni, сумарно), мг/л	0,10	0,02	–	–	0,02
Нітрати (за NO ₃ ⁻), мг/л	45,0	50,0	44,3	44,3	50,0
Ртуть (Hg, сумарно), мг/л	0,0005	0,0010	0,0020	0,0020	0,0010
Свинець (Pb, сумарно), мг/л	0,03	0,01 (нід.)	Відсутність	0,015	0,010
Селен (Se, сумарно), мг/л	0,01	0,01	0,05	0,05	0,01
Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/л	500,0	250,0	–	5–	250,0
Фториди (F ⁻), мг/л	1,5	1,5	4,0	4,0	1,5
Хлориди (Cl ⁻), мг/л	350,0	250,0	–	–	250,0
Хром (Cr ⁶⁺), мг/л (Cr ³⁺), мг/л	0,05 0,50	0,05	0,10 (загал.)	0,10 (загал.)	0,05 (загал.)
Ціаніди (CN ⁻), мг/л	0,035	0,05	0,20	0,20	0,07
Цинк (Zn ²⁺), мг/л	1,0	5,0	–	–	3,0
ДДТ (сума ізомерів), мг/л	0,002	–	–	–	0,002
2,4-дихлорфенокси- оцтова кислота, мг/л	0,03	–	0,07	0,07	0,03
Хлор, мг/л: залиш. вільний, залиш. пов'язаний.	0,3-0,5 0,8-1,2	–	–	–	0,6-1,0 (5,0)

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

ТС 22510221

Арк

13

Вип Арк № докум. Підп. Дата

продовження табл. 1.1.

1	2	3	4	5	6
Озон залишковий, мг/л	0,3	–	–	–	–
Поліакриламід, мг/л	2,0	–	–	–	–
Акриламід, мг/л	0,01	0,0001	Відсутня.	–	0,0005
Поліфосфати (по PO), мг/л	3,5	–	–	–	–
Бенз(а)пірен, мг/л	0,000-0,005	0,000010	Відсутня.	0,0002	0,0007
Натрій (Na ⁺), мг/л	200,0	200,0	–	–	200,0
Пестициди (загальн. вміст), мг/л	–	0,0005	–	–	–
Бензол, мг/л	0,01	0,001	Відсутня.	0,0002	0,0007
Сурма (Sb), мг/л	0,05	0,005	0,006	0,006	0,005
Залишкові кількості Al ⁺ і Fe ⁻ містять коагулянтів, мг/л: алюміній (Al ³⁺) залізо (Fe)	0,50 0,30	– –	– –	– –	– –
Аміак (N), мг/л	2,0	0,50 (по NH ₄ ⁺)	–	–	1,5 (по NH ₄ ⁺)
Нітриди (по NO ₂ ⁻), мг/л	3,0	0,5	1,0	1,0	3,0
Тетрахлоретилен та трихлоретилен, мг/л	–	0,010	–	–	0,040
Вінілхлорид (хлоретилен), мг/л	0,05	0,0005	Відсутня.	0,0020	0,0100
1,2-дихлоретан, мг/л	0,01	0,003	Відсутня	0,005	0,030
Етилбензол, мг/л	0,01	–	0,7	0,7	0,0024-0,2
Чотирьоххлористий вуглець (CCl ₄), мг/л	0,006	–	Відсутня	0,005	–
Сіководень, H ₂ S, мг/л	0,003	–	–	–	–

Нормативи США. У США нормативи якості питної води поділяють на дві групи: національні первинні нормативи (NPDWP), обов'язкові для громадських водопровідних мереж та національні вторинні нормативи (NSDWP), які можуть бути прийняті як обов'язковими рішеннями влади штату чи населеного пункту [9].

Національні вторинні стандарти питної води США (NSDWP) включають ГДК, мг/л: алюміній (Al) - 0,05-0,20; залізо (Fe) – 0,30; хлориди (Cl⁻) - 250,0;

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

ТС 22510221

Арк

14

Вип. Арк. № докум. Підп. Дата

сульфати (SO_4^{2-}) - 250,0; фториди (F^-) – 2,0; мідь (Cu) - 1,0; марганець (Mn) - 0,05; срібло (Ag) – 0,10; цинк (Zn) – 5,0; загальна мінералізація – 500,0; запах – 3 бали; кольоровість – 15 градусів.

У таблицю 1.1 включені нормовані США основні неорганічні домішки та лише деякі (з 54-х) органічні компоненти.

1.2. Вплив якості питної води на здоров'я людини

Склад води джерел, з яких здійснюється водопостачання, безпосередньо впливає на здоров'я людей. В ідеалі вода не повинна містити ніяких домішок, які негативно впливають на здоров'я людини. Водночас природні води повинні містити достатню кількість мікроелементів, що беруть участь в обмінних процесах живих організмів. Наприклад, знижений вміст фтору в питній воді призводить до руйнування зубної емалі, нестача йоду викликає захворювання щитовидної залози.

Бактеріальне забруднення питної води є особливою проблемою через небезпеку виникнення та поширення масових інфекцій. Серед паразитарних хвороб особливе місце займає лямбліоз – захворювання, викликане збудником – представником найпростіших, які вражають кишечник та печінка людини. Згідно з останніми епідеміологічними даними, питна вода становить основний шлях поширення цього збудника захворювання [10].

Небезпека зараження водних джерел пов'язана з тим, що життєві цикли організмів-збудників захворювань протікають за участю різних організмів, які виконують проміжну роль переносників паразитів (риби, молюски, ракоподібні, комарі і т.д.).

Вміст у природних водах нафтопродуктів та інших органічних речовин може спричинити хронічні патології в роботі організму, онкологічні захворювання, порушити репродуктивну функцію організму, аж до тератогенного впливу на ембріон.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

15

Одними з найнебезпечніших компонентів питної води є важкі метали. Потрапляючи в довкілля, вони не тільки забруднюють її, а й неминуче надходять у живі організми. Важкі метали здатні накопичуватися в тканинах, викликаючи гострі отруєння та важкі хронічні захворювання. Наприклад, сполуки кадмію вражають центральну нервову систему, печінку та нирки, а хронічне отруєння призводить до анемії та руйнування кісток. Крім того, практично всі важкі метали, в тих чи інших концентраціях, є канцерогенними речовинами, а також можуть стати причиною генетичних відхилень.

Основними джерелами надходження важких металів до навколишнього середовища є підприємства чорної та кольорової металургії, автомобільний транспорт, заводи з переробки акумуляторних батарей, а також побутові хімічні джерела струму (ХДС). Оскільки збір із наступною переробкою ХДС у нашій країні не здійснюється, вони разом із побутовими відходами надходять на полігони, звалища і, частково, на сміттєспалювальні заводи, де з цієї причини щорічно виявляються сотні та тисячі тонн кольорових металів [11, 12].

Навести більш точні дані неможливо через відсутність, як уже було сказано, збору відпрацьованих хімічних джерел струму та обліку масштабів їх споживання.

При такому споживанні щорічні втрати металів із відпрацьованими джерелами струму становлять 3,3–4,0 тис. т.

В основному це марганець (1-1,5 тис. т), цинк (до 1 тис. т), нікель (до 200 т), кадмій (до 100 т), залізо (до 1,5 тис. т), а також мідь, кобальт, рідкісноземельні та інші елементи.

Результати багатьох досліджень показують, що поховання відпрацьованих джерел струму на полігонах твердих побутових відходів призводить до вилуговування металів і, внаслідок цього, до збільшення вміст високотоксичних важких металів у фільтраті полігону [14,16].

Так, Агуракіс Д. та Камарго І. у своїй роботі, вивчаючи процес вилуговування металів з лужних марганцево-цинкових хімічних джерел струму,

Підп. і дата
Інв.№ дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

16

при їх похованні показали, що концентрації цинку і марганцю в ґрунті, порівняно з початковими, збільшилися у 70 та 11 разів, відповідно. Крім того, електроліт (КОН), що міститься в джерелах струму, підвищує рН ґрунту.

Підвищення рН певною мірою сприяє утриманню металів у поверхневому шарі ґрунту, але виявляється недостатнім для припинення їх міграції.

Таким чином, відпрацьовані джерела струму, тим чи іншим шляхом, стають причиною забруднення поверхневих та підземних вод важкими металами – вкрай небезпечними компонентами вод, призначених для питних потреб.

Компонентний склад води складний та різноманітний і кожен компонент може різний вплив на стан здоров'я людини при надмірному та недостатньому його надходженні в організм. У таблиці 1.2 представлені основні компоненти питної води та їх вплив на людину.

Таблиця 1.2 – Вплив на здоров'я людини надмірного надходження в організм компонентів питної води

Компонент питної води	Норматив (ГДК), не більше мг/л	Вплив на організм
1	2	3
Алюміній	0,5	Порушення структури та функцій нервової системи
Барій	0,1	Вплив на серцево-судинну систему
Бензапірен	0,000005	Онкологічні захворювання
Бензол	0,5	Ураження печінки, нирок, серцеві розлади
Бор	0,5	Порушення функцій харчової, серцево-судинної та нервової систем організму, тератогенний ефект
Залізо	0,3	Алергічні реакції, хвороби крові
Кадмій	0,001	Ушкодження центральної нервової системи, печінки та нирок, порушення фосфорно-кальцієвого обміну

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

17

Кальцій	3,5	Гіперкальцемія, сечокам'яна хвороба, уповільнення росту у дітей
Кобальт	0,1	Кардіоміопатія, захворювання щитовидної залози
Магній	20	Розвиток захворювань шлунково-кишкового тракту і дихальних шляхів
Марганець	0,1	Порушення центральної нервової системи, легенів, алергічні реакції
Мідь	10	Захворювання шлунково-кишкового тракту, тератогенний ефект
Молібден	0,25	Ураження дихальних шляхів, подагра
Миш'як	0,05	Пригнічення центральної нервової системи, ураження шкіри, захворювання щитовидної залози
Натрій	200	Захворювання нирок, набряки
Нікель	0,1	Алергічні реакції, ураження серця і печінки, онкологічні захворювання
Нітрати, нітрити	45 33	Метгемоглобінемія
Ртуть	0,0005	Ураження нервової системи, печінки, нирок, шлунково-кишкового тракту, тератогенний ефект
Свинець	0,03	Руйнування кісток, захворювання мозку і розумова відсталість, онкологічні захворювання
Селен	–	Карієс, онкологічні захворювання
Фтор	1,5	Карієс, флюороз, остеосаркома
Хром	0,5	Алергічні реакції, онкологічні захворювання
Ціаніди	0,1	Ураження дихальної та нервової систем

Виявлення та усунення можливого несприятливого впливу хімічного складу питної води на організм є важливими факторами збереження здоров'я.

Інв.№ подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Інв.№ дубл.
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510221

Арк

18

РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВОДОПІДГОТОВКИ ПРИРОДНИХ ВОД

2.1 Механічні методи водопідготовки природних вод

В основі класифікації методів водопідготовки покладено принцип фазово-дисперсного стану домішок води, відповідно до якого всі домішки розподілені на чотири групи.

Початковим етапом водопідготовки, як правило, є видалення зважених домішок – освітлення води, що класифікується як попередня обробка [11].

Розрізняють кілька типів механічного очищення: проціджування, відстоювання, плівкове та об'ємне фільтрування.

Ефективність процесу фільтрації залежить від фізико-хімічних властивостей домішок, завантаження та ряду гідродинамічних факторів. Якщо кількість завислих домішок у воді не перевищує 50 мг/л застосовують одношарові фільтри, 100 мг/л – двошарові. При значенні перманганатної окислюваності у вихідній воді вище 15 мгО₂/л (або кольоровості більше 30 градусів) проводять попереднє коагулювання [22].

2.2. Фізико-хімічні методи

Натрій-катіонування – найпоширеніший метод пом'якшення води. Він заснований на здатності іонообмінних матеріалів замінювати іони кальцію та магнію на іони інших речовин, що не утворюють накип на поверхні [13, 14].

Процеси іонного обміну оборотні. Тому якщо у воді іонів натрію стає дедалі більше порівняно з кількістю іонів кальцію та магнію, то процес заміщення іонів Ca²⁺ та Mg²⁺ уповільнюється.

Натрій-хлор-іонування застосовується, коли потрібно зменшити загальну жорсткість, загальну та відносну лужність, а також мінералізацію вихідної води

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

19

[44]. При регенерації катіоніту застосовується розчин хлориду натрію, і на відміну від натрій-катіонування, тут «використовуються» іони Na^+ , і Cl^- .

Для зменшення загальної жорсткості, загальної лужності та мінералізації води застосовується водень – натрій – катіонуванн. При Н-катіонуванні води значно знижується її рН через кислоти, що утворюються у фільтраті. Поряд із пом'якшенням води та зменшенням жорсткості води, знижується мінералізація води.

Амоній – натрій – катіонування (обмінний катіон – іон амонію – NH_4^+) використовується для досягнення тих же цілей, що й при натрій-хлоріонуванні [44]. Особливість цього методу в тому, що його не можна застосовувати для обробки води системи гарячого водопостачання, для відкритих систем тепlopостачання, а також при небезпеці аміачної корозії міді та її сплавів, оскільки у парі утворюється аміак.

Аніонування, як впливає з назви, застосовується для вилучення розчинених аніонів із води. Аніонуванню піддається вода, що вже пройшла попереднє катіонування. Після вичерпання робочої обмінної ємності аніоніту він регенерується. Регенерацію аніонітного фільтра проводять лугом (NaOH). Як регенеруючий агент, крім їдкого натру, зрідка застосовують NH_4OH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 .

Декарбонізація води – це видалення оксиду вуглецю (IV), що виділяється в процесах водень-катіонування та аніонування. Видалення його з води перед сильноосновними аніонітними фільтрами необхідне, так як у присутності CO_2 у воді частина робочої обмінної ємності аніоніту витрачається на поглинання CO_2 .

Традиційно для видалення з води вуглекислого газу використовують декарбонізатори – апарати, заповнені різними насадками (частіше – насипними, наприклад, кільцями Рашига, Палля та ін), або без наповнювачів, і повітря, що продувається назустріч водному потоку [25, 26].

Очищення води від сполук заліза – знезалізнення води – широко поширена проблема, особливо при використанні води зі свердловин. Вода з високим вмістом

Підп. і дата
Інв.№ дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

20

заліза має неприємний смак. Крім того, залізо – джерело утворення залізо-накипних відкладень на поверхнях нагріву. Це пов'язано, в першу чергу, з великою різноманітністю форм заліза, що існують у природних водах [17].

Зазвичай для знезалізнення поверхневих вод застосовуються реагентна обробка води з наступною фільтрацією. При очищенні від заліза підземних вод застосовують фільтрування у поєднанні з одним із способів попередньої обробки води:

- аерація;
- коагуляція;
- введення реагентів-окислювачів (хлор, гіпохлорит натрію, озон, перманганат калію).

Рідше для знезалізнення води застосовують флотацію, електрокоагуляцію та інші методи. При видаленні з води заліза, що знаходиться у вигляді колоїду гідроксиду заліза ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) або у вигляді колоїдних органічних сполук, як наповнювачі для фільтрів застосовують спеціальні фільтруючі матеріали, оброблені каталізатором, що прискорює процес окислення двовалентного заліза в тривалентне [18].

2.3. Мембранні методи

Методи іонного обміну та дистиляції дозволяють майже повністю знесолити воду, проте ці методи мають низку недоліків: необхідність регенерації іонітів, дороге громізде обладнання, висока вартість іоннообмінних смол та інше. нано-фільтрація [19, 30].

Зворотний осмос застосовують для демінералізації води. Метод може включати одну, дві і більше ступінчасту систему очищення, залежно від цілей, і дозволяє затримувати практично до 99% іонів.

Ультрафільтрація багато в чому подібна до зворотного осмосу за способом отримання мембран і апаратного виконання, і тому є проміжною ланкою між

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

21

фільтруванням і зворотним осмосом. Основна відмінність цих методів полягає в тому, що ультрафільтрацію використовують для поділу систем, у яких молекулярна маса розчинених компонентів більша за молекулярну масу розчинника.

Мікро-, ультра- та нанофільтрацію використовують для поділу водо-олійних емульсій, відділення барвників, пестицидів та гербіцидів, деяких органічних речовин, вірусів, пилу та ін.

Чим більші пори в мембрані, тим ближче процес фільтрації наближається до механічного фільтрування, за фізичним змістом.

Особливу групу займають трекові мембрани, які одержують опроміненням плівок потоком важких іонів. Після обробки плівки ультрафіолетовими променями та травленням лугом у плівці утворюються пори діаметром 0,2–0,4 мкм [11].

Зворотний осмос нині широко застосовується для знесолення води, зокрема морської. Метод було відкрито у 1953 р. Перші мембрани промислового виготовлення були виконані з ацетату (і триацетату) целюлози. Надалі були виготовлені мембрани, які можна тривалий час зберігати у сухому вигляді, а також мембрани у вигляді порожнистих волокон та композитні мембрани.

Зворотний осмос застосовується для знесолення вод із вмістом солі до 40 г/л, але межі використання даного методу постійно розширюються [22, 33].

Мембранні апарати та установки. До апаратів для здійснення баромембранних процесів у промислових масштабах висуваються вимоги, що визначаються можливістю їх виготовлення та умовами експлуатації [44].

Існує чотири основні типи апаратів за способом укладання мембран: «фільтр-прес» з плоскокамерними фільтруючими елементами; з трубчастими фільтруючими елементами; з рулонними або спіральними елементами, що фільтрують, а також з мембранами у вигляді порожнистих волокон.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

22

Слід зазначити, що установки складаються з великої кількості уніфікованих фільтруючих елементів або модулів, які з'єднуються за певною схемою [35]. Тому їх можна легко нарощувати до необхідної (будь-якої) продуктивності.

Електрохімічні методи знаходять широке застосування, коли традиційні способи механічної, біологічної та фізико-хімічної обробки води виявляються недостатньо ефективними або не можуть використовуватися, наприклад, через дефіцит виробничих площ, складність доставки та використання реагентів та з інших причин. Крім того, у багатьох випадках електрохімічні методи виключають вторинне забруднення води аніонними та катіонними залишками, характерними для реагентних методів [26].

Електро-хімічне очищення води засноване на електролізі, сутність якого полягає у використанні електричної енергії для проведення процесів окислення та відновлення. Процес електролізу протікає на поверхні електродів у електропровідному розчині – електроліті. Заряджені під впливом електричного струму іони рухаються у двох протилежних напрямках: катіони (позитивні іони) до катоду, аніони (негативні іони) – до анода. На електродах аніони віддають свої зайві електрони, а катіони отримують свої відсутні. Таким чином, ті та інші стають нейтральними атомами чи молекулами.

Незважаючи на те, що при електролізі протікають окислювально-відновні процеси, механізм електрохімічних реакцій дуже відрізняється від звичайних хімічних перетворень. Відмінною особливістю електрохімічних реакцій є їхній просторовий поділ на два супутні один одному процесу: розкладання речовин та отримання нових продуктів, що відбуваються на межі електрод-розчин під дією електричного струму [37].

Крім того, одночасно з електродними реакціями, при електролізі відбувається зміна рН розчину та окисно-відновного потенціалу системи, фазово-дисперсні перетворення домішок води.

Описані методи є найпоширенішими методами очищення води та використовуються на централізованих станціях водопідготовки.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Як правило, на станціях водопідготовки використовують класичну схему очищення з коагулюванням, освітленням у відстійниках і на піщаних фільтрах і знезараженням реагентами, що містять хлор. При необхідності вводиться обробка води озоном, калієм перманганатом, активованим вугіллям.

Технологічна схема підготовки води може бути доповнена процесом озонсорбції, мембранним фільтруванням на ультрафільтраційних модулях та іншими методами [28].

Крім класичної схеми, застосовують інноваційні технології приготування води. Це насамперед озонсорбція – обробка води озоном з додатковим фільтруванням через шар гранульованого активованого вугілля. Завдяки озонсорбції вода усуваються неприємні запахи та присмаки, відбувається дезінфекція води.

Якість питної води, що подається споживачам, багато в чому залежить від стану міської водопровідної мережі. Перш ніж вода надійде споживачеві, вона проходить багатокілометровий шлях водогоном, де в неї потрапляють солі важких металів і неорганічне залізо (іржа). Крім того, хлор, що часом залишається у воді після очищення, в трубах починає вступати в численні реакції, утворюючи хлорорганічні сполуки. Таку воду небезпечно і пити, і кип'ятити, оскільки хлорорганічні сполуки при нагріванні можуть утворювати дуже токсичні речовини, тому водопровідну воду рекомендується доочищувати.

Найбільш ефективний спосіб очищення в домашніх умовах – використання різного типу побутових очисників. Хороші стаціонарні побутові очищувачі можуть мати декілька блок-модулів. Вони повинні усувати із питної води хлор, бактерії, фенол, важкі метали, пестициди.

У більшості очищувачів як сорбенти використовуються вуглеводневі матеріали – активоване деревне вугілля. Вони покращують органолептичні властивості води: усувають неприємний присмак, запах, значно знижують концентрацію шкідливих хімічних речовин, що знаходяться у воді.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

24

Методи підготовки води обираються відповідно до складу та якості вихідної води, що регламентуються нормативними документами. Після попереднього вибору методів очищення води аналізуються можливості та умови їх застосування, що виходять із конкретного завдання. Найчастіше результат досягається поетапним здійсненням кількох методів. Таким чином, важливими є як вибір методів обробки води, так і їх послідовність.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата					Арк
									25
Вил	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 22510221				

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

Взаємозв'язок підземної частини гідросфери з іншими компонентами навколишнього середовища та можливість її забруднення через ці компоненти характеризується ступенем захищеності та вразливості підземних вод до забруднення та відбивається на відповідних картах, побудованих на основі модельних розрахунків руху забруднюючих речовин через захисну зону – літосферу. Захисна зона, що відокремлює ґрунтові води від поверхневого забруднення, називається зоною аерації. У разі потрапляння небезпечних забруднюючих речовин на поверхню землі, захисною зоною (буфером) вищого порядку є ґрунти, здатні пов'язати велику кількість забруднюючих речовин. Зона, що захищає підземні води від забруднення, має дворівневу будову: перший рівень – ґрунту, другий – породи зони аерації.

Таким чином, забруднення підземних вод може відбуватися як за рахунок природних факторів, пов'язаних зі специфікою геохімічного складу водовмісних порід, так і антропогенних. У районах інтенсивного вилучення та експлуатації підземних вод відбувається погіршення їх якості (збільшення мінералізації та жорсткості, вмісту сульфатів, марганцю, літію, бору та ін.), як за рахунок підтягування до водозабору вод із суміжних горизонтів, так і за рахунок проникнення поверхневого забруднення водоносні горизонти.

3.1 Сучасні методи очищення води

Вода – розчинник величезної кількості хімічних речовин і середовище, в якому протікають всі процеси життєдіяльності всіх живих істот, у тому числі і людини. Але у результаті діяльності людей гідросфера Землі змінюється. Серед цих змін розрізняють кількісні (зміна кількості води, придатної для використання) й якісні (забруднення води в наслідок антропогенного впливу). На думку фахівців,

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

26

близько 80% води, що постачається споживачу централізовано, не відповідає санітарним нормам. А вживання неякісної води є головною причиною виникнення цілого ряду важких захворювань. У зв'язку з цим перед людством стоїть важливе завдання – пошук найбільш універсальних способів очищення води від небажаних домішок. Тому фахівці в області водоочищення шукають, розробляють і впроваджують нові методи очищення води.

Сучасні методи очистки води концептуально в себе включають три задачі – 1) очистка води за хімічними й токсикологічними показниками, 2) забезпечення мікробіологічної безпеки, і 3) забезпечення сприятливих органолептичних властивостей (смак, присмак, запах). Тобто, згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад. Найбільш ефективні методи очищення води – це пом'якшення води, знезалізнення, ультрафільтрація.

Знезалізнення води – це процес видалення з води надлишкового заліза. Залізо буває в природі у трьох станах – молекулярне FeOrg (коли воно входить до складу органічних сполук), Fe²⁺ – необхідне в організмі людини для переносу кисню (у молекулі гемоглобіну 4 іони Fe²⁺) і Fe³⁺ – шкідливе для людини – воно і є в складі іржі.

Залізо необхідне організму людини, але тільки в певній пропорції й у вигляді іона Fe²⁺. У водопровідній воді його вміст може бути в надлишку, тому що в природній воді його досить, плюс іржаві труби, якими тече вода до споживачів. Воно негативно впливає на здоров'я людей. Знижується пропускну здатність водопроводів, каналізаційних мереж. Скорочується термін експлуатації побутової техніки – електрочайників, пральних машин, бойлерів і т. д.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

27

За санітарними нормами вміст заліза в питній воді не повинен перевищувати 0,3 міліграм/л. У підземній же воді вміст його коливається в межах від 0,5 до 20 міліграм/л.

Різноманіття форм і концентрацій заліза, що зустрічаються в природних водах, призвело до розробки цілого ряду методів знезалізнення води, кожен з яких має свою область застосування.

Метод безреагентного знезалізнення води застосовується, коли вихідна вода характеризується наступними показниками: рН не менше 7, лужність не менше 1 мг-екв/л, вміст вуглекислоти до 80 мг/л, перманганатна окислюваність не більше 7 мгО₂/л. Даний спосіб передбачає заповнення фільтруючої колони з допомогою поглинача, що має високу каталітичну активність. Коли вода проходить через колону, відбувається перехід заліза з двовалентного стану в тривалентне, при цьому змінюється його зовнішній вигляд. Залізо у вигляді металевих пластівців осідає на сорбенті і поступово йде в каналізаційний стік.

Метод каталітичного окислення має на увазі використання каталізаторів прискорення хімічної реакції окислення розчиненого заліза. В якості каталізатора хімічної реакції використовується зернистий фільтруючий завантажувач на основі діоксиду марганцю MnO. Розчинене залізо в присутності діоксиду марганцю швидше окислюється, і його оксиди осідають на поверхні гранул каталізатора. Форма і розмір каталітичного завантаження вибирається з таким розрахунком, щоб каталізатор одночасно виконував роль фільтруючого середовища. На практиці часто метод безреагентного окислення поєднують з каталітичним окисленням, що дозволяє підвищити ефективність безреагентних окислювальних фільтрів видалення заліза.

Метод іонообмінної фільтрації ґрунтується на використанні в якості фільтруючого завантаження іонообмінних катіонітних смол і застосовується для видалення розчиненого двох валентного закисного заліза Fe²⁺. При іонообмінній фільтрації катіони закисного заліза заміщуються катіонами регенеранту і видаляються з води. Однак у процесі фільтрації відбувається швидке забруднення

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

28

іонообмінних смол оксидами заліза і істотне зниження обмінної ємності смол. Тому метод іонообмінної фільтрації заліза обмежується невеликими концентраціями заліза (до 2 - 3 мг/л) і зазвичай поєднується з процесом пом'якшення води.

Одним із сучасних напрямків нехімічного очищення підземних вод від заліза є біологічний спосіб. Метод полягає у висіванні й нарощуванні на зернах завантаження фільтра залізо-марганцевих споживальних бактерій типу *Metallogenium personatum*, *Caulococcus manganifer*, *Bacteria manganicus* і наступному фільтруванні оброблюваної води. Ці бактерії поглинають залізо і марганець із води в процесі життєдіяльності, а відмираючи, утворюють на зернах піску або іншого носія пористу масу, що містить велику кількість оксидів марганцю, який є додатковим каталізатором окиснення заліза (II) і марганцю (II). При швидкості фільтрування до 22 м/год фільтри повністю видаляють із води марганець і залізо.

Знезалізення води спрощеною аерацією, хлоруванням і фільтруванням полягає у видаленні надлишку вуглекислоти й збагачення води киснем при аерації, що сприяє підвищенню рН і первинному окислюванню залізоорганічних сполук (рис. 3.1).

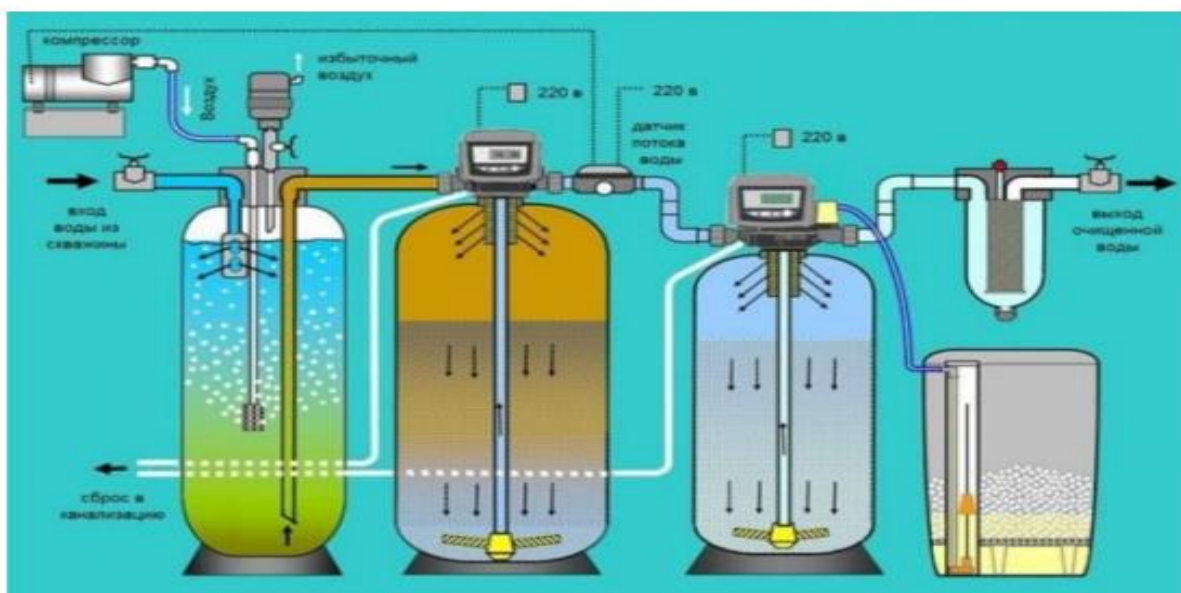


Рисунок 3.1 Знезалізення води спрощеною аерацією

Підп. і дата
Інв.№ дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Остаточне руйнування комплексних сполук заліза (II) і часткове його окиснення досягається шляхом введення в оброблювану воду окиснювача (хлору, озону, перманганату калію і т.п.).

Знезалізення води методом напірної флотації засноване на дії молекулярних сил, що сприяють злипанню окремих часточок гідроксиду заліза з бульбашками тонкодиспергованого у воді повітря й спливанні агрегатів, що утворюються при цьому, на поверхню води. Метод флотаційного виділення дисперсних і колоїдних домішок природних вод є досить перспективним внаслідок різкого скорочення тривалості процесу (в 3–4 рази) у порівнянні з осадженням або обробкою в шарі зваженого осаду. Процес напірnofлотаційного поділу пластівців гідроксиду заліза в окисне; розчинення повітря у воді й утворення бульбашок; утворення комплексів "бульбашка повітря – пластівці гідроксиду заліза"; підйом цих комплексів на поверхню води. Аерація, в поєднанні з підлужнюванням води $\text{Ca}(\text{OH})_2$ або Na_2CO_3 і фільтруванням – універсальний метод, що дозволяє видаляти залізо у всіх формах з підземних і поверхневих вод.

Досить популярним способом очищення води є використання комплексних систем. Таке обладнання має велику кількість багатофункціональних фільтрів, що дозволяють видалити з води кілька видів сполук, у тому числі заліза, марганцю, амонію і органічних речовин, зменшення жорсткості. Такі системи забезпечують процес, що відповідає за знезалізення води, видалення марганцевих і амонієвих мас. У цьому випадку головною функцією сорбенту є нейтралізація органічних сполук, важких металів, незвичного для води кольору; далі використовуються пом'якшувальні системи і фільтри, що дозволяють видалити органічні сполуки. До особливостей у використанні комплексних систем очищення води зі свердловини відносять їх багатофункціональність і використання недорогої таблетованої солі, що дозволяє відновити здатність до фільтрації.

Вибір методу знезалізення води слід проводити на основі повного хімічного аналізу води джерела водопостачання. При значних сезонних коливаннях якості води у водоймі аналізи повторюють в різні пори року.

Підп. і дата										
Інв. № докл.										
Взаєм. інв. №										
Інв. № докл.										
Підп. і дата										
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 22510221					Арк
										30

3.2 Сучасні технології очищення природних вод

У сучасних умовах розроблено велику кількість різних технологій водоочищення, заснованих на озонуванні води, її обробці УФ-випромінюванням, іонному обміні, омагнічуванні та ін. Більшість цих методів потребує значних матеріальних витрат на їх проведення [4]. Одним із перспективних підходів у водоочищенні є електрохімічна обробка води (ЕХВ) при дії постійного електричного струму.

Електрохімічна обробка води складається з низки електрохімічних процесів, у яких відбувається перенесення електронів та іонів під впливом постійного електричного поля: електролізу, електрофорезу, електрофлотації та електрокоагуляції.

Електролітичне розкладання води. Під електрофорезом розуміють процес руху катіонів під дією постійного електричного поля до негативно зарядженого електрода - катода, а аніонів – відповідно до позитивно зарядженого електроду – аноду. Електрофлотацією називається процес утворення агрегатів, у складі яких містяться як бульбашки газу (на аноді – кисню, на катоді – водню), так і частки домішок. Електрокоагуляція – осадження з водного розчину домішок, що утворюють дисперсну фазу, за допомогою колоїдних частинок – міцел.

При обробці води зовнішнім постійним електричним полем з потенціалом понад 1,25 В, що відповідає потенціалу розкладання води (1,25), відбувається перехід води в особливий стан, званий метастабільний. Цей стан характеризується аномальними значеннями більшості кількісних характеристик води, як наприклад, окислювально-відновний потенціал, електропровідність, водневий показник та інші. При дії постійного електричного поля на воду протікають електрохімічні процеси, що призводять до окисно-відновних реакцій, результатом яких є деструкція домішкових речовин у воді, коагуляція речовин у

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

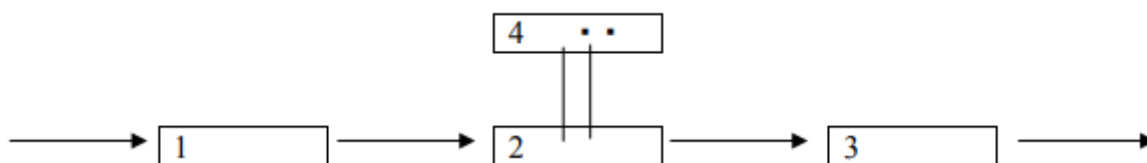
Арк

31

колоїдному стані, флокуляція грубодисперсних частинок з подальшою флотацією.

Отримані водні розчини, будучи електроактивованими (так звані аноліти і католіти), можуть бути досить широко використані, в т.ч. в агроінженерії для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Крім того, процес електрохімічної обробки води може застосовуватися для того, щоб освітлювати та знебарвлювати природні води, зменшувати їх жорсткість, очищати воду від домішок важких металів (двозарядних іонів міді, кобальту, кадмію, свинцю, ртуті), хлор- і фторовмісних органічних сполук, стічні води промислових підприємств - від нафтопродуктів, різних органічних сполук, фарбників, поверхнево-активних речовин, фенолів [2]. В якості переваг процесу електрохімічного очищення води можна відзначити можливість коригування кислотності води, а також значення окислювально-відновного потенціалу, які визначають напрямок протікання хімічних реакцій у водних розчинах; змінюють ферментативну активність мулу в аеротенках; впливають на процес коагуляції з наступною седиментацією опадів органічного походження. Процес електрохімічної активації води ще 1985 р. отримав офіційне визнання як кардинально новий клас фізико-хімічних явищ та був рекомендований до широкого впровадження у промислового виробництві.

Електроліз води є головною стадією процесу електрохімічної обробки води. Схема типової установки для електролізу води наведена на рисунку 3.2.



- 1 – блок водопідготовки; 2 – електролізер;
3 – блок доочищення води; 4 – випрямляч електричного струму.

Рисунок 3.2. – Схема установки для електро-хімічної обробки води

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

32

Коли крізь об'єм води пропускають постійний електричний струм, відбуваються окислювально-відновлювальні реакції на електродах – катоді та аноді. При цьому відбувається зміна складу та структури води. Для оптимізації процесу електролізу води деякі установки містять у блоці водопідготовки обладнання для механічного очищення води, що знижує можливість псування електролізера внаслідок попадання грубодисперсних домішок, які мають великий опір. Таке обладнання особливо необхідне у тому випадку, коли в процесі ЕХВ відбувається насичення розчину пластівцями домішок (внаслідок електрокоагуляції колоїдних розчинів випадають опади гідроксидів алюмінію, заліза (III), магнію).

Електролізер може містити одну або кілька електролізних осередків, кожний з яких складається з електродів – катода та анода, приєднаних до джерела постійного струму. У просторі між електродами знаходиться вода – слабкий електроліт. Під час роботи електролізера заряджені часточки переносяться до протилежно заряджених електродів, тобто, відбувається електрофорез. На поверхні електродів здійснюється деполаризація перенесених іонів з утворенням продуктів розпаду. У електрофорезі беруть участь інші полярні частки – домішки у воді, тим не менше, менш визначальне значення мають рухливі іони, що утворюються під час дисоціації води. У якості продуктів реакцій, що протікають на електродах, виділені частинки домішок, H_2 (на катоді), O_2 (на аноді), Cl_2 , ряд катіонів, в т.ч. заліза (II), заліза (III), алюмінію (якщо використовуються алюмінієві або сталеві аноди) та ін.

Механізм процесу електролізу води загальновідомий і наведений у всіх підручниках та навчальних посібниках. Наведемо основні реакції:

- на катодній поверхні в кислому середовищі відбувається процес за схемою: $H_3O^+ + e \rightarrow H + H_2O$;
- у лужному середовищі процес виражається схемою: $H_2O + e \rightarrow H + OH^-$;
- атомарний водень рекомбінується до молекул за схемою: $H + H \rightarrow H_2$;
- на аноді виділяється кисень, у кислому середовищі за схемою:

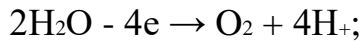
Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

33



– у лужному середовищі за схемою $4 \text{OH} \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}$.

Деякі з продуктів реакцій вступають у хімічну взаємодію як один з одним, так і з речовинами-домішками, що містяться в просторі між електродами, і сприяють проходженню процесів доочищення води за рахунок електрофлотації та електрокоагуляції, що відбуваються не на електродних поверхнях, а всередині, у товщі води. Ці процеси посилюються у разі підвищення температури та збільшення водневого показника розчину в міжелектродному просторі.

Процес електролізу води можна здійснити не тільки в промислових, а й у побутових умовах, застосовуючи для цього різні різновиди електролізерів.

Прилад складається з електролізного осередку, що включає катод і анод, які відокремлені один від одного напівпроникною перегородкою (мембраною), яка поділяє воду на дві фракції – католіт та аноліт, що відрізняються за фізико-хімічними властивостями. У католіту $\text{pH} > 7$, ця рідина прозора або має незначний білий осад, поверхневий натяг, окислювально-відновлювальний потенціал і концентрація кисню нижче, електропровідність менша, ніж у води, до складу можуть входити частинки NaOH , HO_2^- , OH^- (при $\text{pH} > 9$) і частинки O_2 , HO_2^- , H_2O_2 , H^+ , OH^- (при $\text{pH} = 9$). Встановлено, що за дією на живі організми католіт має виражену антибактеріальну дію. У аноліту $\text{pH} < 7$, колір рідини коричневий, окислювально-відновлювальний потенціал та електропровідність вищі, ніж у води, концентрація розчинених у воді кисню та хлору вища, структура аноліту відрізняється від структури католіту та від структури води. Аноліт входить до четвертого класу речовин, що мають малу небезпеку. Встановлено, що нагрівання до 50°C збільшує бактерицидну активність анолітів у 1,5-2 рази. Аноліти можуть мати наступний якісний компонентний склад: HClO , Cl_2 , HCl , O_3 , HO^- , ClO^- , Cl^- , HClO . Ряд досліджень свідчить про корисний вплив аноліту та католіта на здоров'я людини (так звана «жива» та «мертва» вода) [5, 12, 34].

Аналіз літературних даних з електро-хімічного очищення води дозволив дійти висновку, що цей процес має ряд переваг перед існуючими хімічними,

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№ дубл.	Підп. і дата					Арк	
										ТС 22510221
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					34	

механічними, біологічними способами обробки та очищення води: ефективність, стійкість, контрольованість, зручність автоматичного регулювання процесу, конструкційну простоту. Існуючі в даний час установки (наприклад, УЕ ДПГН) мають компактні розміри, надійні, прості в експлуатації, автоматизовані. Однак процес ЕХВ вимагає високих витрат енергії та великої витрати сталі на розчинні аноди, отже цей процес може бути вигідним для невеликих установок і в домашніх умовах. Крім того, при використанні багатоступеневого очищення води ЕХВ може бути реалізована як одна зі стадій.

Застосування цеолітів кліноптилолітового типу для очищення природних вод. Висока ціна очищеної природної води призводить до необхідності пошуку дешевих та ефективних матеріалів для водоочищення. Останнім часом для вирішення практичних завдань водоочищення стали застосовуватися природні цеоліти, переважно кліноптилолітової структури. Родовища кліноптилоліту представлені дуже широко, проте властивості їх порід ще недостатньо вивчені. Будучи природним алюмосилікатом каркасної будови, кліноптилоліт має низку унікальних властивостей (здатність до катіонного обміну, ситові властивості, висока хімічна та термічна стабільність), які використовуються у процесах водоочищення.

Найбільш поширеним методом очищення природних вод є їх коагуляційна обробка з використанням, як правило, алюмінієвих коагулянтів. Незважаючи на широке поширення методу, продовжується його подальше вдосконалення. Очищення вод від іонів важких металів є найбільш ефективним і рентабельним при використанні сорбційних методів і матеріалів, таких як природні цеоліти різних типів, зокрема кліноптилоліт.

Для видалення іону амонію також найбільш ефективним є сорбційний метод з використанням природних цеолітів, у тому числі і модифікованих.

Відомо застосування природних цеолітів та кліноптилоліту для знефторювання води та видалення радіонуклідів.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

35

Часто адсорбційне очищення із застосуванням природних цеолітів використовується в комплексі з електромембранними технологіями, а також іншими фізико-хімічними методами.

3.3 Методика та алгоритм застосування SWOT-аналізу

SWOT-аналіз – це процедура встановлення зв'язків між найбільш помітними можливостями, загрозами, сильними та слабкими сторонами процесу. Результати цього аналізу можуть бути використані для формулювання та вибору бізнес-стратегій на майбутнє. SWOT – це аббревіатура, яка походить від англійських слів, що означають сильні сторони, слабкі сторони, можливості та загрози. Це широко поширений метод, який дозволяє комплексно досліджувати як зовнішнє, так і внутрішнє середовище процесу.

Аналіз, відомий як SWOT, служить мостом між двома важливими етапами стратегічного планування: створенням загальної місії та встановленням конкретних цілей. Без глибокого розуміння можливостей компанії та стану ринку неможливо поставити значущі цілі. SWOT-аналіз слугує для виявлення, уточнення та визначення пріоритетів найбільш нагальних проблем і можливостей, які впливають із зовнішнього середовища, в якому працює суб'єкт аналізу.

Перший крок SWOT-аналізу передбачає створення вичерпного списку поточних сильних і слабких сторін, можливостей і загроз. Це робиться з урахуванням поточного стану організації. SWOT-матриця є корисним інструментом для опису структурних деталей як бізнес-стратегії, так і середовища, в якому вона працює.

Початкова фаза включає в себе визнання як позитивних, так і негативних аспектів предмета дослідження, водночас точно визначаючи потенційні переваги та недоліки. Наступний крок передбачає зв'язок цих сильних і слабких сторін, а також побудову матриці SWOT-аналізу для кращої їх візуалізації та організації.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

36

Матриця для SWOT-аналізу складається з різних факторів, таких як можливості та загрози, які можуть мати негативний або позитивний вплив на діяльність організації (рисунок 3.3).

		Зовнішнє середовище	
		Можливості (шанси) 1 2 тощо	Загрози 1 2 тощо
Внутрішнє середовище	Сильні сторони 1 2 тощо	Поле СіМ (заходи)	Поле СіЗ (заходи)
	Слабкі сторони 1 2 тощо	Поле СлМ (заходи)	Поле СлЗ (заходи)

Рисунок 3.3 – Приклад матриці SWOT-аналізу

У верхній частині матриці наведено сильні та слабкі сторони, які були виявлені, тоді як у лівій частині наведено перелік можливостей і загроз, які впливають із зовнішнього середовища, а також оцінку їхнього значення для загального процесу. Матриця SWOT-аналізу складається з полів, які формуються на перетині різних складових груп елементів, висвітлюючи сильні та слабкі сторони, можливості та загрози; ці поля характеризуються унікальними комбінаціями, які слід враховувати при формулюванні конкретного типу стратегії:

- поле СіМ – передбачає розробку стратегій підтримки та розвитку сильних сторін процесу для реалізації можливостей у зовнішньому середовищі;
- поле СіЗ – позиціонування стратегії протидії загрозам за рахунок використання внутрішніх резервів;

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

37

– поле СлМ – спрямування дій процесу на використання можливостей для подолання слабких місць у її внутрішньому потенціалі;

– поле СлЗ – передбачає розробку стратегії, яка дозволяє процесу не тільки підвищити свій потенціал, але й уникнути можливих загроз у зовнішньому середовищі. Застосування SWOT-аналізу дає можливість встановити взаємозв'язки між складовими матриці та знайти найбільш оптимальний напрямок розвитку процесу. Таким чином поєднання негативних і позитивних факторів, що впливають на внутрішню і зовнішню діяльність, допомагає правильно оцінити майбутні можливості процесу [50].

З метою визначення найбільш ефективного методу очистки води у даному розділі проведено SWOT-аналіз трьох методів очистки: електро-хімічного, з застосування цеолітів клиноптилолітового типу та механічні методи водопідготовки природних вод.

У Додатку А наведено матрицю SWOT-аналізу механічного методу очистки води. Серед основних переваг даного методу наведено:

- низька вартість обладнання і обслуговування у процесі експлуатації у порівнянні з іншими методами;
- простота обслуговування технічного процесу;
- компактність і варіативність розмірів обладнання. До недоліків застосування механічного методу очистки відноситься:
 - низька ефективність очистки при високому рівні забруднення води;
 - необхідність використання у комплексі з іншими методами очистки;
 - однакова ефективність очистки при різній температурі та концентрації забруднень;
 - тривалий процес очистки.

До можливостей, що відкриваються перед виробництвом при застосуванні механічного методу очистки слід виділити наступне: інтенсифікація послідовних процесів очистки за рахунок покращення якості води.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

38

Серед загроз, з якими можна зіткнутися при використанні механічного методу очистки є: при самостійному використанні (без застосування інших методів) механічний метод очистки не зможе забезпечити належну якість води на виході.

У Додатку Б наведено матрицю SWOT-аналізу електро-хімічного методу очистки води. Серед основних переваг даного методу наведено:

- вища ефективність очистки у порівнянні з механічним методом;
- швидкість перебігу процесу у порівнянні з механічним методом;
- однакова ефективність очистки при різній температурі та концентрації забруднень.

До недоліків застосування електро-хімічного методу очистки відноситься:

- висока вартість реагентів;
- необхідність установки додаткового обладнання (змішувач, дозатор);
- ефективний виключно у комплексі з іншими методами очистки.

До можливостей, що відкриваються перед виробництвом при застосуванні електро-хімічного методу очистки слід виділити наступне: можливість інтенсифікації процесу очистки чи пошуку інших (дешевших) реагентів за рахунок постійних наукових досліджень у даному напрямку.

Серед загроз, з якими можна зіткнутися при використанні електро-хімічного методу очистки є: зупинка процесу очистки за рахунок виникнення проблем із поставкою реагентів або електростачання.

У Додатку В наведено матрицю SWOT-аналізу методу з застосуванням цеолітів клиноптилолітового типу очистки води. Серед основних переваг даного методу наведено:

- простота та надійність конструкції обладнання;
- не високі фінансові затрати як при становленні обладнання, так і під час його експлуатації;

До недоліків застосування методу відноситься:

- необхідність підтримки певного діапазону умов перебігу процесу;

Підп. і дата
Інв.№ дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

- необхідність додаткової доочистки від механічних забруднень по завершенню процесу;
- великі габарити обладнання у порівнянні з механічними та фізикохімічними методами очистки.

До можливостей, що відкриваються перед виробництвом при застосуванні методу з застосуванням цеолітів клиноптилолітового типу слід виділити наступне: постійні наукові дослідження у даному напрямку дозволяють модернізувати технологічний процес з підвищення ефективність очистки та усунення недоліків.

Серед загроз, з якими можна зіткнутися при використанні методу очистки є: можливість перевищення проектної продуктивності по витраті води.

Отже, як видно з проведеного SWOT-аналізу, основним недоліком розглянутих методів є необхідність їх застосування у комплексі з іншими методами очистки через низьку ефективність чи потребу у доочистці.

Інв.№ подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№ дубл.	Підп. і дата	ТС 22510221					Арк
										40
Вил	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Організація охорони праці на очисних спорудах базується на положеннях Закону України «Про охорону праці», правила та норми техніки безпеки при влаштуванні та експлуатації очисних споруд, інструкції щодо пожежної безпеки і передбачає виконання заходів, які спрямовані на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [27].

На очисних спорудах застосовують: решітки, пісковловлювачі, первинні вертикальні відстійники, аеротенки, вторинні радіальні відстійники, хлораторна, насосно-продувна станція, контактні резервуари. Основними об'єктами підвищеної небезпеки є контактні резервуари, продувна станція та хлораторна. Виробничі чинники поділяють на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. До фізичних чинників, що мають місце на очисних спорудах належать: – підвищена або понижена температура робочої зони; – підвищений рівень шуму на робочому місці; – механічна загроза; – підвищена вологість повітря; – недостатнє освітлення робочої зони. До хімічних чинників належать: підвищений вміст шкідливих газів у повітрі робочої зони, в особливості хлор, сірковмісні речовини та вуглекислий газ. Хімічні речовини можуть потрапляти в організм людини через шлунковокишковий тракт, органи дихання, шкіру та слизові оболонки. До біологічних чинників на очисних спорудах належать патогенні мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності. Психофізіологічними чинниками є: фізичні перенавантаження мускульного апарату верхніх та нижніх кінцівок, перенесення вантажів вище встановленої норми, постійна вимушена робоча поза, надмірна кількість нахилів тулуба, значні переміщення у просторі тощо. До них належать також нервово-психічні перенавантаження (монотонність праці, емоційні стреси, робота у нічну зміну тощо) [28]. На діючих очисних

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

41

спорудах охорона праці звертає увагу на попередження отримання травм працюючими, накопичення в навколишньому середовищі хімічних реагентів, таких як коагулянтів лугів, кислот тощо. Існують певні вимоги до облаштування очисних споруд. Очисні споруди проектується згідно вимогам СНиП 2.04. 03-85 «Каналізація: зовнішні мережі і споруди». Вони повинні бути розміщені за межею міста і нижче за течією річки. Очисні споруди це цілий проммайданчик, який очищує стічні води, щоб залишкові забруднення в очищених водах при скиданні у водойму не перевищували гранично-допустимі концентрації. Під час роботи на очисних спорудах на людину можуть впливати небезпечні або шкідливі фактори.

Механічна безпека. Одним з небезпечних факторів являється механічна безпека. На території очисних споруд розташовані відкриті колодязі та очисна апаратура, що не обладнані спеціальними огорожами. Через це існує ризик травмування працівників, що можуть туди впасти.

Електрична безпека. Електропостачання проектується згідно ПУЕ [29]. По ступені надійності електропостачання очисні споруди відносяться до II категорії споживачів.

Види електрообладнання, які застосовуються на міських очисних спорудах: система освітлення (проектується згідно з ДБН В.2.5.-28), електроустановки, прилади та пристрої, електродвигуни, насоси. Електропостачання очисних споруд, як правило, повинно здійснюватись від мереж 35 кВ, 20 кВ, 10 кВ, 6 кВ і навіть 0,4 кВ загального призначення згідно з технічними місцевими умовами. Електроустаткування має бути максимально наближено ДБН В.2.5.-75:2013 до відповідних технологічних установок, тобто повинне знаходитись у виробничих приміщеннях. При цьому ступінь захисту (оболонки) згідно з ГОСТ 14254 повинен відповідати середовищу, вказаному в технологічній частині проекту. Потрібно уникати розташування електроустановок в зонах можливого підтоплення.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

42

Щодо небезпеки враження працівників електрострумом, то це може статися при несправній проводці або високих навантаженнях електромережі. Основними засобами захисту від враження електричним струмом є ізолюючі пристрої та покриття, влаштування захисного заземлення. Основними засобами захисту від статистичної електрики слугують заземлюючі, екрануючі, зволожувальні пристрої, нейтралізатори, антиелектростатистичні речовини. На міських очисних спорудах повинно бути обладнано блискавкозахистом. Ці споруди відносяться до 2 категорії блискавкозахисту. Тип блискавковідводу – блискавкоприймачі на покрівлі будівель, залізобетонні підлоги.

4.2 Безпека життєдіяльності при пожежах на підприємстві

Є необхідність відповідати вимогам основних документів підприємства з запобігання надзвичайним ситуаціям. Серед головних можна виділити:

— ДБН В.1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва";

— НАПБ В.07.003-88/112 — ВУПП-88 — Вказівки стосовно протипожежного проектування будинків, підприємств і споруд нафтохімічної та нафтопереробної промисловості;

— ДБ ДБН 2.09.03-85 — Споруди промислових підприємств;

— ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва;

З метою запобігання аварійним ситуаціям на НПЗ формуються деякі організаційно-технічні заходи, які повинні включати:

— організацію пожежної безпеки на об'єкті та створити відомчі служби пожежної безпеки;

— сертифікацію речовин, технологічних процесів, матеріалів, виробів, будівель і споруд об'єктів з точки зору пожежної безпеки;

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

43

— проведення спеціального інструктажу з правил пожежної безпеки та мінімальних вимог протипожежного захисту та техніки для працівників на виробництві;

— створення та реалізацію правила пожежної безпеки, а саме нормативно-правових актів, порядок поводження з легкозаймистими речовинами та матеріалами, спостерігати за системою протипожежного захисту та діями працівників у разі виникнення пожежі;

— застосовувати знаки безпеки на місці згідно вимог ДСТУ ISO 6309:2007;

— формулювання заходів щодо дії керівників, робітників і службовців у разі виникнення пожежі, а також евакуаційні заходи. Дотримання цих та інших документів, норм і стандартів дозволяє значно знизити ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій під час виробничого процесу будь-якого підприємства.

Дії працівників у випадку виникнення пожежі, вибуху

Основні причини пожеж: несправності електрообладнання та мереж, порушення технічних регламентів протипожежного захисту, недотримання протипожежних заходів (куріння, відкритий вогонь, використання несправного обладнання тощо), необережне поводження з вогнем. Основні фактори ризику виникнення пожежі: теплове випромінювання, висока температура, токсична дія продуктів згоряння (чадного газу та ін.), зниження видимості при виникненні диму. Основні суттєві фактори вибуху: повітряна ударна хвиля та осколкове поле, утворене осколками зруйнованих об'єктів, технічного обладнання та вибухових пристроїв.

Якщо є небезпека вибуху, лягти на живіт, захистити голову руками, триматися подалі від вікон, скляних дверей, проходів і сходів. У разі вибуху вжити заходів щодо запобігання пожежі та паніки, надати першу допомогу потерпілому.

Кожен працівник при знайденні осередку загоряння або його ознак (задимлення, запах гару, підвищення температури) повинен:

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

44

— негайно повідомити назву об'єкта, місце пожежі та своє ім'я за телефоном «101» (пожежна частина);

— вжити заходів щодо евакуації людей, гасіння пожеж та охорони майна

Особи, уповноважені володіти, користуватися або розпоряджатися майном, керівники та посадові особи підприємства, а також офіційно призначений персонал, відповідальний за пожежну безпеку, при прибутті на місце пожежі:

— повторити повідомлення про пожежу за телефоном «101», вчасно повідомте керівництво, а наступну службу компанії:

— при загрозі життю негайно організувати рятування та застосувати наявні сили та засоби;

— перевірити роботу автоматичної системи пожежогасіння (повідомити людей про пожежу, гасіння та протидимлення);

— у разі потреби вимкати електропостачання (крім системи пожежогасіння), зупиняти вентиляційну систему в аварійному та прилеглих приміщеннях та вживати інших заходів для запобігання пожежі та задимлення;

— припинити всі роботи в будівлі, крім тих, що пов'язані з протипожежними заходами;

— відповідно до плану евакуації та інструкцій щодо евакуації людей із будівлі вивести працівників, які не задіяні до гасіння пожежі та евакуації, за межі небезпечної зони;

— виконати комплексне керівництво протипожежними діями до прибуття пожежної частини;

— забезпечити дотримання інструкції працівниками, яуі залучені до протипожежних робіт;

— організувати евакуацію та охорону майна одночасно з гасінням пожежі;

— організувати збори пожежних підрозділів та допомагати у виборі найкоротшого протипожежного шляху;

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

45

— повідомити пожежні підрозділи, які беруть участь у гасінні пожежі та аварійно-рятувальних роботах, пов'язаних з небезпечними, вибухонебезпечними та хімічно небезпечними речовинами, які зберігаються на об'єкті.

Під час евакуації: швидко пройти через горілі та задимлені місця, затримати дихання та захистити ніс і рот вологою тканиною. Повзаючи або згинаючись у задимленому приміщенні, а також у просторі близько підлоги, повітря залишається чистим довше.

Якщо у людини загорівся одяг, необхідно допомогти їй зняти або загасити: накрити ковдрою і міцно притиснути. Якщо надходження повітря обмежено, горіння швидко припиниться. Не дозволяйте людям у палаючому одязі тікати.

Після прибуття пожежної частини керівник підприємства або особа, яка його змінює:

— повідомити начальнику пожежної охорони проектно-технічні характеристики об'єкта, прилеглих будівель і споруд;

— організувати сили і засоби для участі у здійсненні заходів щодо гасіння пожежі та запобігання її розвитку;

— після ліквідації пожежі було прийнято рішення про подальшу роботу об'єкта та повідомлено евакуйованих працівників та студентів.

Вимоги до використання вогнегасника:

— пінні вогнегасники призначені для гасіння різних речовин і матеріалів (деревини, паперу, фарби, палива), крім електрообладнання, що знаходиться під напругою. вогнегасний склад – розчин піноутворювача;

— вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння пожеж різних горючих матеріалів, крім тих, що горять без контакту з повітрям, а також для гасіння електрообладнання напругою до 1000В.

Вогнегасний засіб — вуглекислий газ. При запуску вуглекислотного вогнегасника необхідно навести розтруб на предмет, що горить, відкрити пломбу, витягнути оглядовий пристрій, натиснути на важіль і навести форсунку на полум'я. Тримати вогнегасник вертикально або перевертати його не потрібно.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

46

Для уникнення обмороження, не торкайтеся голим тілом металевої частини. Під час гасіння електрообладнання, що знаходиться під напругою, не дозволяється розташовувати розтруб на відстань ближче ніж 1 м.

Сухі порошкові вогнегасники застосовуються для гасіння вогню на нафтопродуктах та автомобільному транспорті. Щоб запустити вогнегасник порошковий, розірвіть ущільнення, витягніть зворотний клапан, натисніть на важіль запуску і направте струмінь сухого порошку через сопло до центру горіння.

Внутрішній пожежний гідрант (ПК) призначений для подачі води під час гасіння твердих горючих матеріалів і легкозаймистих рідин. Внутрішній ПК вводять в експлуатацію два працівники: один робітник згортає шланг і тримає пожежний гідрант в готовності для подачі води до вогнища горіння, а інший перевіряє з'єднання пожежного рукава ПК та відкриває вентиль для подачі води.

Азбестова тканина і повсть (кошма) використовуються для гасіння невеликих пожеж будь-яких речовин і матеріалів, які не горять без повітря.

Пісок використовується для механічного збивання полум'я та для ізоляції палаючих або тліючих матеріалів. Використовуйте лопату або совок.

Заходи реагування на випадок хімічної аварії

Небезпека хімічних аварій у людей і тварин полягає у можливості порушення нормальних функцій організму та віддалених генетичних наслідків, а в деяких випадках – при попаданні АХНР в організм людини чи тварини через дихальні шляхи, шкіру, слизові оболонки, рани, і харчування.

При отриманні сигналу про хімічну аварію увімкніть радіо, щоб отримати достовірну інформацію про аварію та рекомендовані дії.

Закрийте вікна та вимкніть побутову техніку.

Для захисту органів дихання використовуйте ватно-марлеві пов'язки або зручні тканинні засоби, змочені у воді, 2-5 % розчині соди (для запобігання хлору), 2 % лимонної або оцтової кислоти (для запобігання аміаку).

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

47

Якщо ви не можете залишити заражену зону, щільно закрийте двері, вікна, вентиляційні отвори та димоходи; заклейте їх щілини папером або скотчем.

Не ховайтеся на першому поверсі будинків, підвалах і напівпідвалах.

На залізницях та автомобільних дорогах, пов'язаних із транспортуванням АХНР, небезпечна зона встановлюється в радіусі 200 м від місця аварії. Не заходити в небезпечну зону.

Якщо ви підозрюєте АХНР, припиніть будь-яку фізичну активність, пийте багато води (молока, чаю) і негайно зверніться за медичною допомогою.

Лише після того, як вміст АХНР буде перевірено, людей можна допустити до будинку.

Не пийте водопровідну воду до офіційного висновку про безпеку водопровідної води. Виявивши краплі невідомих речовин на собі взуття та засоби індивідуального захисту необхідно зняти тампоном з паперу, ганчір'я або носовою хусткою.

Після виходу із зараженої зони зніміть верхній одяг і залишайтеся на вулиці, прийміть душ (дезінфікуйте), ретельно промийте очі і прополощіть рот. Випріть забруднений одяг (якщо ні, викиньте його). Ретельно приберіть приміщення.

Дії у випадку руйнуванні будівель, споруд

Повне або часткове обвалення будівлі є надзвичайною ситуацією природного або техногенного характеру. Така ситуація може виникнути через помилки на стадії проектування, через відхилення від проекту в процесі будівництва, порушення правил монтажу, налагодження його компонентів.

Причиною обвалення будівлі часто є вибух, спричинений терористичними актами, неправильна експлуатація блоку, газопроводів, необережне поводження з вогнем, зберігання в будівлі легкозаймистих та вибухонебезпечних матеріалів.

Раптове обвалення будівель може спричинити пожежу, завали, травми та загибель людей, руйнування комунальних та енергетичних мереж. Якщо ви почуєте вибух або виявите, що будівля втрачає стійкість, ви повинні негайно вийти. Вийдіть з кімнати і спустіться сходами, а не ліфтом: він може зупинитися

Підп. і дата
Інв.№ дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

48

ВИСНОВКИ

Аналіз літературних джерел свідчить, що компонентний склад води складний та різноманітний і кожен компонент може різний вплив на стан здоров'я людини при надмірному та недостатньому його надходженні в організм. Виявлення та усунення можливого несприятливого впливу хімічного складу питної води на організм є важливими факторами збереження здоров'я.

Дослідження складу природних вод проводять за такими групами компонентів: основні йони (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+); розчинені гази (O_2 , CO_2 та ін.); біогенні речовини (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} та ін.); органічні речовини; мікроелементи (Cu , Zn , Ni , Co та ін.); радіоактивні елементи (^{90}Sr , ^{137}Cs та ін.); специфічні забруднювальні речовини (пестициди, синтетичні поверхнево-активні речовини, нафтопродукти та ін.).

Найпоширенішими методами очистки води в Україні є: механічні методи водопідготовки природних вод; фізико-хімічні методи; коагуляційна обробка з використанням, як правило, алюмінієвих коагулянтів, аніонування, реагентна обробка води з наступною фільтрацією; мембранні методи; електро-хімічне очищення води.

Крім класичної схем, застосовують інноваційні технології приготування води. Це насамперед озонсорбція – обробка води озоном з додатковим фільтруванням через шар гранульованого активованого вугілля. Завдяки озонсорбції вода усуваються неприємні запахи та присмаки, відбувається дезінфекція води.

Якість питної води, що подається споживачам, багато в чому залежить від стану міської водопровідної мережі.

Найчастіше результат досягається поетапним здійсненням кількох методів (використання комплексних систем). Таким чином, важливими є як вибір методів обробки води, так і їх послідовність.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

50

Одним із іноваційних підходів у водоочищенні є електрохімічна обробка води при дії постійного електричного струму. Електрохімічна обробка води складається з низки електрохімічних процесів, у яких відбувається перенесення електронів та іонів під впливом постійного електричного поля: електролізу, електрофорезу, електрофлотації та електрокоагуляції.

Застосування цеолітів клиноптилолітового типу, ще один із іноваційних підходів для очищення природних вод. Висока ціна очищеної природної води призводить до необхідності пошуку дешевих та ефективних матеріалів для водоочищення. Останнім часом для вирішення практичних завдань водоочищення стали застосовуватися природні цеоліти, переважно кліноптилолітової структури.

Найбільш поширеним методом очищення природних вод є їх коагуляційна обробка з використанням, як правило, алюмінієвих коагулянтів.

Досить популярним способом очищення води є використання комплексних систем. Таке обладнання має велику кількість багатофункціональних фільтрів, що дозволяють видалити з води кілька видів сполук, у тому числі заліза, марганцю, амонію і органічних речовин, зменшення жорсткості.

Інв.№ подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№ дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

51

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Білявський Г. О. Фурдуй Р. С., Костіков. І. Ю Основи екології: підручник 2-ге вид. К.: Либідь, 2005. 408 с.
2. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології: підруч. – К.: Либідь, 1993. – 304 с. 3. Біологічне очищення стічних вод [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya.html?start=15>
3. Войцицький А.П. Техноекологія: підручник / А.П. Войцицький, В.П. Дубровський, В.М. Боголюбов. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.
4. Водні ресурси: забруднення та правова охорона. Реферат [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://osvita.ua/vnz /reports/ geograf/ 26414/>
5. Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
6. Василенко О. А, Литвиненко Л. Л., Квартенко О. М. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: Навч. посіб. для студ. напряму "Водні ресурси" ВНЗ. Рівне: НУВГП. 2007. 245 с.
7. Геталов А.А. Спосіб ультразвукової кавітаційної обробки рідких середовищ та розташованих у середовищі об'єктів. Електронний ресурс: <https://edrid.ua/rid/216.013.3e94.html>
8. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 . – 115 с.
9. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – Затверджено МОЗ України 12.05.2010. – Київ, 2010. – 25 с.
10. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібник. - К.: Знання, 2006. - 319 с.

Підп. і дата
Інв.№ дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510221

Арк

52

11. Дикаревський В.С. та ін. Відведення та очищення поверхневих стічних вод: монографія. - Д.: Будвидав, 1990. - 224 с. 11. Забруднення та очищення води [Електронний ресурс] – Режим доступу:http://pidruchniki.com/1281041939573/ekologiya/zabrudnennya_ochischennya_vo_di

12. Єсипенко А. С. До питання про небезпечні та шкідливі виробничі чинники. Інформаційний бюлетень з охорони праці, № 3 (57). 2010. С. 43–46.

13. Сокол Л.М. Аналіз водокористування в Україні на відповідність сталим підходам // Екологічна безпека. № 3/2009(7). – С. 49 – 55.

14. Солодовнік Т. В., Толстопалова Н. М., Фоміна Н. М., Якименко І. К. Дослідження процесів очищення забарвлених розчинів при використанні неорганічних коагулянтів та природного флокулянта. Вісник ЧДТУ «Черкаський державний технологічний університет». Черкаси: 2019. С. 108-11.

15. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – Чинний від 2014–10-23. – Київ, 2015. – 56 с. 3.

16. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – Київ: Вища школа, 2005. – 674 с.

17. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – Київ : Лібра, 2000. – 552 с.

18. Тугай А. М. Водопостачання / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – Рівне : РДТУ, 2001. – 429 с.

19. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою / В. О. Орлов. – Рівне : НУВГП, 2005. – 163 с.

20. Орлов В. О. Технологія підготовки питної води: навч. посібник / В. О. Орлов, А. М. Орлова, В. О. Зошук. – Рівне : НУВГП, 2010. – 176 с.

21. Миклашевський Н. В. Чиста вода. Системи очищення та побутові фільтри / Н. В. Миклашевський, С. В. Королькова. -К:, 2000. - 240 с.

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

22. Запольський А. К. Коагулянти та флокулянти у процесах очищення води / А. К. Запольський, А. А. Баран. - Х.: Хімія, 1997. - 204 с. Журба М. Г. Водопостачання. Проектування систем та споруд : в 3х т. / М. Г. Журба, Л. І. Соколов, Ж. М. Говорова - К. : АСВ, 2004. – т. 2. – 496 с.

23. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eprints.kname.edu.ua>. Базовий кадастр викидів м. Вінниця [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.vmr.gov.ua/ContentLibrary/71366901-d1a7-4f23-85d3>

24. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення і якість води. – К.: Вища школа. 2005. – 671 с.

25. Скидання стічних вод на рельєф: як отримати рішення, умови приймання стічних вод [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://kanalizaciya.com.ua/sbros-stochnyh-vod-na-relef.htm>.

26. Стічні води/ Фармацевтична енциклопедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/654/stichni-vodi>

27. Екологічна ситуація та стан питних вод України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/ekologichnasituatsiya-ta-stan-pitnikh-vod-ukraini>

28. Екологічний стан р. Південний Буг. Характеристика та заходи щодо його поліпшення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voeco-2139.html>

29. Екологічні проблеми великих міст [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://buklib.net/books/23629/>

30. Екологічний стан України: проблеми сучасності. Реферат [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://osvita.ua/vnz/reports/ecology/21102/>

31. Екологічний стан навколишнього середовища в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://lektcii.com/2-87789.html>

32. Екологічний стан басейнів річок України, проблеми і шляхи їх подолання на прикладі річки Південний Буг [Електронний ресурс] – Режим

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

доступу: <http://referat-ok.com.ua/ekologiya/ekologichniy-standartiv-richok-ukrajini-problemi-i-shlyahi-jih-podolannya-na-prikladi-richki-pivdennii-bug>

33. Забруднення і очищення води – Екологія і організація природоохоронної діяльності [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://pidruchniki.com/1281041939573/ekologiya/zabrudnennya_ochischennya_vodi

34. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології: навч. посібник.- 2-ге вид., стереотип. – К.: МАУП, 2000. – 240 с.

35. Контроль інтегрального забруднення р. Південний Буг за характеристиками макрофітів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/kontrol-integralnogo-rivnya-zabrudnennya>

36. Кравченко В.С. Водопостачання і водовідведення: навч. посібник.- Рівне.: УДАВГ, 1997.- 237 с.

37. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація: підручник. - К.: Кондор, 2003 – 288 с.

38. Методи очищення стічних вод: переробка і відкачування, коагулянти, адсорбція, зневоднення осаду, очищення господарсько побутових відходів [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://kanalizaciya.com.ua/metody-ochistki-stochnyh-vod.htm>

39. Механічне очищення стічних вод [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya.html?start=15>

40. Поліщук О.В. Денітрифікація міських стічних вод в коридорних аеротенках: автореф. дис. канд. техн. наук.: 05.23.04/ КНУБА. – К.:2007. – 15 с.

41. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України [Електронний ресурс] / документ №37 від 19.02.2002 м. Київ. - 2 с. Проблеми стічних вод [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://h.ua/art.php?id=5634>

42. Стан водних ресурсів і методи очищення води [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ecolog-ua.com/content/standartiv-vodnih-resursiv-i-metodi-ochishchennya-vodi>

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 22510221

Арк

55

43. Ткачук К. Н., Зацарний В. В., Каштанов С.Ф. та ін. Охорона праці та промислова безпека: навч. посіб. К.: Лібра, 2018. С. 166–167.

44. Таварткіладзе І.М., Нечипор О.М. Установка і технологія очистки стічних вод „ІМТЕХ” // наук-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 11. – 160 с.

45. Чайка В.Є. Урбоекологія: підручник для студентів / В.Є. Чайка. – Вінниця: 1999. – 368.

46. SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічного стану підприємств : конспект лекцій / укладач І. Ю. Аблєєва. – Суми : Сумський державний університет, 2020. 233 с.

Інв.№ подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№ дубл.	Підп. і дата	ТС 22510221					Арк
										56
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	

Додаток А

Таблиця 1 – Матриця SWOT-аналізу механічного методу очистки води

Переваги	Недоліки
<p>1. Низька вартість обладнання і обслуговування у процесі експлуатації у порівнянні з іншими методами</p> <p>2. Простота обслуговування технічного процесу</p> <p>3. Компактність і варіативність розмірів обладнання.</p>	<p>1. Низька ефективність очистки при високому рівні забруднення води</p> <p>2. Необхідність використання у комплексі з іншими методами очистки;</p> <p>3. Однакова ефективність очистки при різній температурі та концентрації забруднень</p> <p>4. Тривалий процес очистки.</p>
Загрози	Можливості
<p>1. Інтенсифікація послідуєчих процесів очистки за рахунок покращення якості вод.</p>	<p>1. Інтенсифікація послідуєчих процесів очистки за рахунок покращення якості вод.</p>

Додаток Б

Таблиця 1 – Матриця SWOT-аналізу електро-хімічного методу очистки води

Переваги	Недоліки
<p>1. Вища ефективність очистки у порівнянні з механічним методом.</p> <p>2. Швидкість перебігу процесу у порівнянні з механічним методом.</p> <p>3. Однакова ефективність очистки при різній температурі та концентрації забруднень.</p>	<p>1. Висока вартість реагентів.</p> <p>2. Необхідність установки додаткового обладнання.</p> <p>3. Ефективний виключно у комплексі з іншими методами очистки.</p>
Загрози	Можливості
<p>1. Можливість інтенсифікації процесу очистки чи пошуку інших (дешевших) реагентів за рахунок постійних наукових досліджень у даному напрямку.</p>	<p>1. Зупинка процесу очистки за рахунок виникнення проблем із поставкою реагентів чи електропостачання.</p>

Підп. і дата	
Інв.№ дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№ подл.	

Вул	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					

ТС 22510221

Арк

57

Додаток В

Таблиця 1 – Матриця SWOT-аналізу методу з застосування
цеолітів клиноптилолітового типу

Переваги	Недоліки
<p>1. Простота та надійність конструкції обладнання.</p> <p>2. Не високі фінансові затрати як при становленні обладнання, так і під час його експлуатації.</p> <p>3. Можливість інтенсифікації процесу.</p>	<p>1. Необхідність підтримки певного діапазону умов перебігу процесу.</p> <p>2. Необхідність додаткової доочистки від механічних забруднень по завершенню процесу.</p> <p>3. Великі габарити обладнання у порівнянні з механічними та електро-хімічними методами очистки.</p>
Загрози	Можливості
<p>1. Постійні наукові дослідження у даному напрямку дозволяють модернізувати технологічний процес з підвищення ефективності очистки та усунення недоліків.</p>	<p>1. Можливість перевищення проектної продуктивності.</p>

Інв.№ подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№ дубл.	Підп. і дата
-------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22510221

Арк

58

