

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології цукру і підготовки води

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Харчові технології та інженерія»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЦ і ПВ

Інна КАРПОВИЧ

“ 07 ” квітня 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лукія Дениса Романовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект станції підготовки артезіанської води на
ТОВ «Манзана-Фуд» потужністю 10 м³/год із застосуванням реагентного
знезалізнення для фасованих вод (Київська область)
керівник роботи Крапивницька Ірина Олексіївна, доцент, кандидат
технічних наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.04.2025 року № 212-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 2 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи потужність 10 м³/год, технологічна схема станції
підготовки артезіанської води

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
розробити) Вступ. Розділ 1. Характеристика підприємства, техніко-
економічне обґрунтування прийнятих заходів з технічного переоснащення
відділення. Розділ 2. Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-
технологічних схем. Розділ 3. Характеристика сировини, основних і
допоміжних матеріалів, готової продукції. Розділ 4. Технологічні розрахунки.
Розділ 5. Розрахунок площ виробничих і складських приміщень. Розділ 6.
Розрахунок та підбір технологічного обладнання. Розділ 7. Контроль якості
та безпечності у виробництві відповідно до вимог ISO 9000 та HACCP.
Розділ 8. Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства.
Розділ 9. Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження.
Розділ 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві. Загальні
висновки. Список джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу апаратурно-технологічна схема станції
підготовки артезіанської води, план першого та другого поверхів, розріз 1-1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

7. Дата видачі завдання 07 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з літературою, огляд літературних джерел	23.04.25	
2	Робота і опрацювання розділів кваліфікаційної роботи	01.05.25	
3	Удосконалення технологічної схеми сокоочисного відділення	15.05.25	
4	Консультація з приводу технологічної схеми	20.05.25	
5	Консультація з приводу розрізу і планів	29.05.25	
6	Затвердження технологічної схеми	31.05.25	
7	Затвердження кваліфікаційної роботи	02.06.25	

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Денис ЛУКІЙ

_____ (ім'я та прізвище)

Ірина КРАПИВНИЦЬКА

_____ (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Проект станції підготовки артезіанської води потужністю 10 м³/год з впровадженням реагентного знезалізнення для фасованих вод.

У кваліфікаційній роботі проаналізовані сучасні напрямки підготовки води та її очищення від сполук заліза (Fe²⁺) і марганцю (Mn²⁺).

На підставі аналізів літературних джерел нами запропоновано використання механічних фільтрів із засипкою кварцового піску, фільтри для знезалізнення з фільтруючою засипкою GreensandPlus, використання озонаторної установки, вугільних фільтрів і зворотно осмотичної установки, розраховано та підібрано обладнання для даної технології.

					АНОТАЦІЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		3

SUMMARY

Project of the station of preparation of underground water with the capacity of 10 m³/h with the implementation of reagent non-ironification for packaged waters.

In the diploma project the modern directions of water preparation and its purification from compounds of iron (Fe²⁺) and manganese (Mn²⁺) are analyzed.

Based on the analysis of literary sources, we have proposed the use of mechanical filters with quartz sand filling, non-filtration filters with Greensand Plus filtration filler, the use of an ozonator installation, coal filters and a reverse osmotic installation, and the equipment for this technology has been calculated and selected.

					SUMMARY	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		4

ЗМІСТ

Стор.

Вступ.....	6
Розділ 1. Характеристика підприємства, техніко-економічне обґрунтування прийнятих заходів з технічного переоснащення відділення.....	9
Розділ 2. Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем.....	12
2.1. Аналіз сучасних способів проведення технологічних процесів, їх апаратурного оформлення та схем відділення водопідготовки.....	12
2.2. Заходи щодо удосконалення технології та обґрунтування підвищення ефективності підготовки води.....	34
2.3. Опис удосконаленої технологічної схеми відділення водопідготовки....	34
Розділ 3. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції.....	37
Розділ 4. Технологічні розрахунки.....	40
4.1. Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	40
4.2. Продуктові розрахунки.....	41
4.3. Розрахунки витрат і запасів основної і додаткової сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів.....	42
4.4. Вибір і розрахунки продуктивності обладнання.....	43
Розділ 5. Розрахунок площ виробничих і складських приміщень.....	45
Розділ 6. Розрахунок та підбір технологічного обладнання.....	47
Розділ 7. Контроль якості та безпечності у виробництві відповідно до вимог ISO 9000 та НАССР.....	54
7.1 Основи системи управління безпекою харчової продукції НАССР.....	54
7.2 Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення.....	55
Розділ 8. Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства.....	60
Розділ 9. Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження..	63
Розділ 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві....	68
Загальні висновки.....	73
Список джерел посилання.....	74

					Проект станції підготовки артезіанської води на ТОВ «Манзана-Фуд» потужністю 10 м ³ /год із застосуванням реагентного знезалізнення для фасованих вод (Київська область)					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>	Лукій Д.Р.				Зміст			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Крапивницька І.О							5	75	
<i>Затверд.</i>	Карпович І.В.							ЦВ-4-11		

ВСТУП

Вода має для людини фізіологічне, гігієнічне, промислове і господарське значення. Хімічно чиста вода не смачна. Для того, щоб вода мала звичний добрий смак, вона повинна містити розчинені гази повітря, головним чином вуглекислоту, і мінеральні солі. Особливо велике значення мають вуглекислі солі кальцію[1].

Водні ресурси України — це поверхневі і підземні води, придатні для використання в народному господарстві України. Частина водокористувачів (промисловість, сільське і житлово-комунальне господарство) безповоротно забирають воду з річок, озер, водосховищ, водоносних горизонтів[1].

Водні ресурси України складаються з місцевого стоку, який формується в річковій мережі на території країни, та стоку, що надходить на її території з прилеглих територій по Дніпру і його притоках, Сіверському Дінцю, Дунаю й інших річках[1].

Водні ресурси виступають джерелом промислового і господарсько-питного водопостачання, а тому відіграють дуже важливу роль у розвитку народного господарства та життєдіяльності людей.[3]

Рівень забезпеченості України водними ресурсами є недостатнім і визначається формуванням річкового стоку, наявністю підземних і морських вод. Потенційні ресурси річкового стоку оцінюються у 209,8 куб. км, з яких місцевий стік на території України становить в середньому 52,4 куб. км, приток — 157,4 куб. км.[2]

Запаси підземних вод, не пов'язаних з поверхневим стоком, становлять 7 куб. км. Крім того, в господарстві України використовується до 1,0 км³ морської води. В розрахунку на одного жителя України поверхневий місцевий стік становить близько 1045 куб. м. Найвищий рівень водозабезпечення жителів — у західних і північних областях України.[2]

Підземні води — це води верхньої частини земної кори (до глибини 12...16 км). Вони знаходяться в порах і порожнинах гірських порід у рідкому, твердому або пароподібному стані. Утворюються головним чином від просочування в глибину атмосферних опадів під час дощів або танення снігу і льоду.[1,3]

Наявність заліза в підземних водах пов'язано з широким розповсюдженням цього елемента в природі. Залізо становить 4,56% маси всієї земної кори, займаючи четверте місце серед 107 елементів. Вміст заліза пов'язане з регіональними, кліматичними, ландшафтними та гідрологічними особливостями зони нашого проживання, вплинути на яке ми не можемо. Саме тому надлишкове залізо присутній повсюдно, охоплюючи майже всі водоносні горизонти прісних вод, незалежно від приналежності до того чи іншого артезіанського басейну[2].

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

В основних напірних горизонтах залізо часто перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК 0,3 мг / л) у 5...20 разів і більше, а у ґрунтових водах це перевищення іноді зростає в 40...60 разів (до 12...18 мг / л). Хоча навіть такі низькі концентрації, як 0,3...0,4 мг / л, можуть викликати появу плям на раковинах, посуді, тканини та інших поверхнях. Більш високі концентрації додають воді характерний металевий присмак і можуть змінити смак і зовнішній вигляд чаю, кави та інших напоїв.[3]

Залізо (Fe) – це один з самих поширених елементів в природі. У нашому організмі міститься приблизно 3.0...4.5 г цього елемента. Норма вмісту заліза у воді (згідно ДСанПіН 2.2.4-171.10) – не більше 0,2 мг / дм³. Всім відомо, що його недолік негативно впливає на кровотворення і обмін речовин, порушує процес транспортування кисню і роботу щитовидної залози. Відноситься до III класу небезпечності. Саме тому надлишок заліза у питній воді є небезпечною домішкою. Наприклад, у статті Є. Мойсеєвої рекламується користь «залізною» води і рекомендується постійно вживати її без будь-якого очищення. Навряд чи населення відчує користь від використання води з надмірним вмістом заліза, а шкода здоров'ю від постійного вживання такої води може бути дуже великим[3].

На сьогоднішній день не можна виділити якийсь один спосіб очищення води, стверджуючи, що він досконалий, а інші ні. Природно, у кожного із способів є свої переваги та недоліки. До того ж, часто сучасні системи водоочищення багатоступінчасті, тобто самі по собі містять кілька стадій очищення води від шкідливих домішок.[1,2]

Розглянемо більш докладно наступні методи очищення питної води:

- Механічний метод
- Метод адсорбції
- Іонний обмін
- Зворотний осмос

Мабуть, першою стадією очищення питної води завжди є механічна фільтрація. По суті це звичайна сіточка, тільки дуже дрібна, яка даючи протекти воді, утримує на собі домішки і частинки, що в ній знаходяться, як то: пісок, іржа і їм подібні. Без цього способу подальша фільтрація води безглузда, тому з нього починають свою роботу всі водоочисні системи.

Метод адсорбції заснований на «умінні» матеріалу поглинати мікрочастинки. У випадку з очищенням води, найвідомішим і кращим адсорбентом вважається активоване вугілля. Воно добре утримує на собі з'єднання органіки, хлорорганіки і навіть спори бактерій. У сучасних фільтрах використовують вугілля, зроблене з шкаралупи кокосових горіхів. Ще одним матеріалом, який відомий своїми адсорбційними властивостями є синтетичне волокно з порами в розмірі до 0,04 мікрон. Таку нитку зазвичай намотують за подобою котушки на циліндр, виходить фільтр, здатний утримати дуже серйозні бактерії, наприклад, збудників тифу та жовтяниці.[4]

					ВСТУП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

Метод іонного обміну спрямований в першу чергу на позбавлення води від металів, таких як магній і кальцій, наприклад. Надлишок цих солей у воді погано відбивається як на людину та її здоров'я, так і на тривалості служби побутової техніки. Воду, насичену цими солями в народі називають жорсткою. Так от, метод іонного обміну шляхом певної хімічної реакції дозволяє зробити воду м'якше. У загальних рисах: при роботі цього методу один вид солі замінюється на інший – більш нешкідливий.[4]

Останній з наших методів – **принцип зворотного осмосу** – набирає в наші дні все більше популярності. Унікальна технологія, заснована на продавлюванні води крізь напівпроникну мембрану, дозволяє очистити воду практично від усіх видів домішок. У підсумку – абсолютно чиста вода. Хоча й виникають суперечки про те, що ця вода не є корисною для здоров'я, ви завжди можете встановити картридж мінералізатор. Однак той аргумент, що ця вода виявляється повністю позбавленою від вірусів, мікробів і бактерій, говорить на її користь і часто схиляє споживача на свою сторону.[4]

					ВСТУП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ЗАХОДІВ З ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ВІДДІЛЕННЯ

ТОВ «Манзана-Фуд» знаходиться в селі Михайлівка-Рубежівка Бучанського району Київської області за адресою: вул.Шкільна, 30. Дане підприємство є відносно новим, запуск виробництва був здійснений у вересні 2019р. Цех розміщений в орендованому приміщенні, власником якого є ТОВ «Агровіта-ІР». Загальна площа орендованої земельної ділянки - 1633,9 м².

Підприємство займається переробкою плодоовочевої сировини та випуском готової продукції в широкому асортименті: пюре яблучне і морквяне, пектинова паста, повидло яблучне та підварки абрикосові, вишневі та ін.

Обсяг виробництва :

- пюре яблучне - 1200 т/рік ;
- пюре морквяне - 500 т/рік ;
- повидло та підварки - 600 т/рік;

З 2021 року Товариство займається видобутком артезіанської води з шарів бучакського горизонту.

Перед тим, як вода поступить до споживача вона проходить обов'язковий контроль у власній лабораторії. Якість і безпечність води підтверджуються Українським НДІ медицини, «Укрметртестстандарт», санітарно-епідеміологічними службою м. Києва і т.д.

На виробництві використовують:

вода артезіанської свердловини бучакського водоносного горизонту, яка відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10;

імпорتنі бутлі з полікарбонату, дозволенні для використання в харчовій промисловості;

полімерні пакети для пакування «Bag in box», неметалізовані з краником, дозволенні для використання в харчовій промисловості центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.

Приймання та способи зберігання основних допоміжних матеріалів.

Автомобільним транспортом тара у повному комплекті поступає на підприємство. Допоміжні матеріали пакуються в мішки з поліетиленом та картонні коробки. Ковпачок з шайбою або інший укупуруювальний матеріал, знаходиться в окремій упаковці. Лише за наявності накладних матеріал приймається по кількості.

Що до якості, то приймання матеріалів на виробництво здійснюється за наявності висновку ДСЄЕ у сфері охорони здоров'я або документів, які підтверджують її безпеку та якість.

Далі прийняті матеріали поступають на склад.Відбраковані матеріали перераховують, маркують «Брак» та оформляють акт передачі до постачальника.Якщо випадки надходження невідповідних матеріалів

					РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ЗАХОДІВ З ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ВІДДІЛЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

повторюються, то вони повертаються постачальнику з пред'явленнями реєстрації.

Вихідний контроль води зі свердловини здійснюється технологом виробництва 1 раз на тиждень за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, колір, запах, смак), показники загальної жорсткості, водневого показнику, окисно-відновлювального показнику (ОВП). Значення реєструються в Журналі придатності води до розливу.

Якість та безпечність води зі свердловини і відповідність вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 [2], перевіряється не рідше одного разу на рік в лабораторії, акредитованій на даний вид випробувань.

Вихідний контроль основних допоміжних матеріалів проводиться відповідальною особою виробництва в кожній партії за такими якісними показниками: пакування, маркування, зовнішній вигляд, цілісність, місткість, перевіряється наявність та правильність оформлення супровідної документації. Після перевірки на відповідність вимогам зазначеним у супровідній документації здійснюється відповідний запис у «Журнал вихідного контролю основних та допоміжних матеріалів» та «Журнал контролю місткості тари, що надходить на виробництво».

Зберігання здійснюється на складі сировини та матеріалів. Пакети укладаються рядами в два, три, чотири та більше ярусів по вертикалі.

Примітка: при виробництві води використовується також оборотна тара. На підприємстві діють інструкції по роботі з тарою багаторазового використання, затверджені дирекцією ТОВ «Манзана фуд».

Принципову технологічну схему виробництва води наведено на рис.1.1.

Процес виробництва води включає основні етапи:

- підготовка артезіанської води:

1. Знезараження вихідної води гіпохлоридом натрію.

2. Проходження води через вугільні фільтри.

3. Видалення залишків заліза, марганцю та сірководню за допомогою фільтруючого матеріалу «Руголох».

- приймання, вихідний контроль, зберігання та підготовка тари

- розлив води в ємкості;

- укупорення та бракераж;

- оформлення, пакування та зберігання готової продукції.

					РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ЗАХОДІВ З ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ВІДДІЛЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

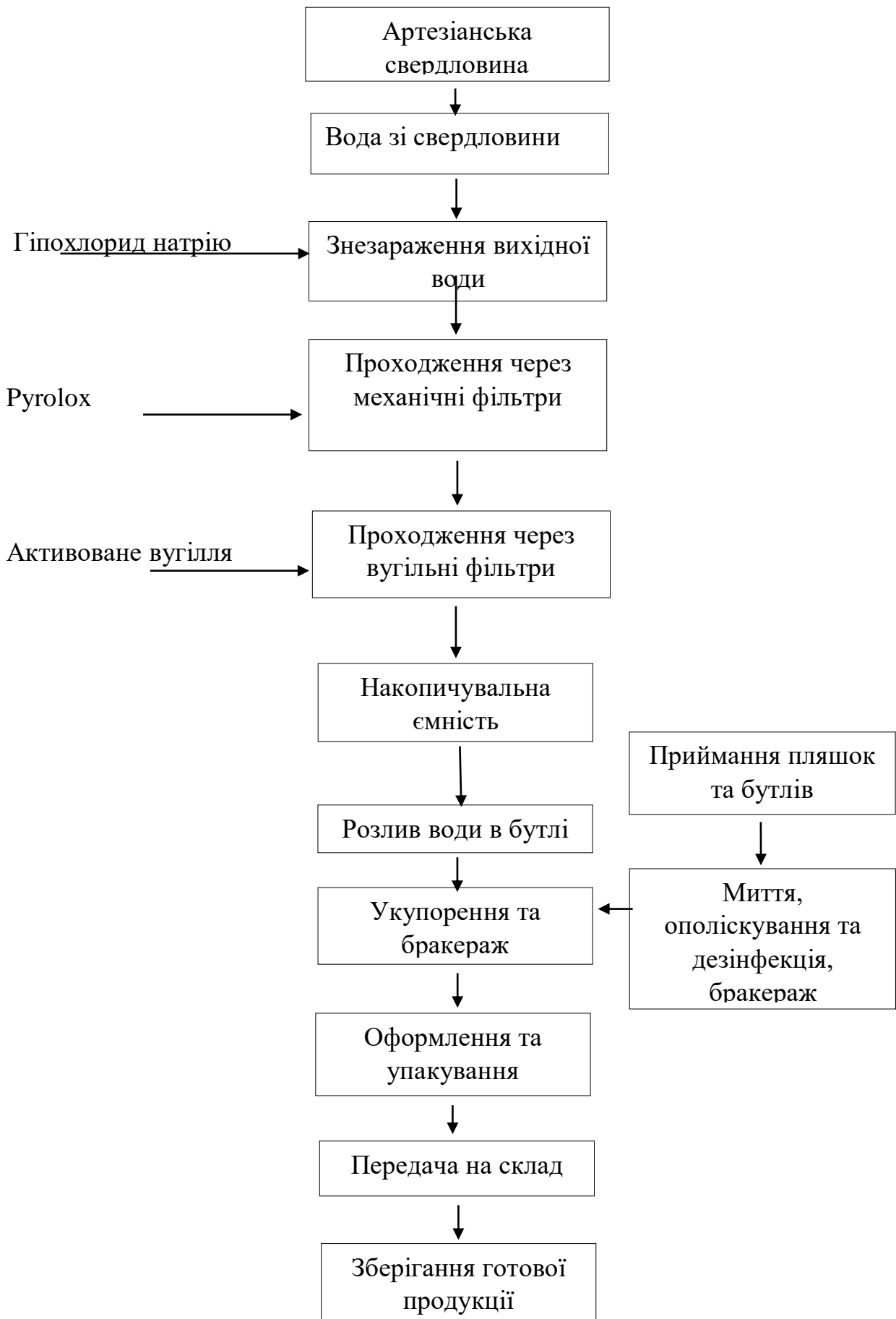


Рис.1.1. Принципова технологічна схема.

РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

2.1. Аналіз сучасних способів проведення технологічних процесів, їх апаратурного оформлення та схем відділення водопідготовки.

Залізо зустрічається в природних водах у вигляді неорганічних та органічних сполук, які в колоїдному стані, у вигляді тонко дисперсних суспензій (органічних комплексів гідроксидів, сульфідів та ін.), у вигляді двовалентних та тривалентних іонів. За відсутності розчиненого кисню у підземних водах залізо знаходиться у вигляді двовалентних іонів.[12]

Діаграма Пурбе, що зображена на рис. 2, відображає термодинамічно стійкі форми існування елементів в розчинах при різних значеннях водневого показника рН та окисно-відновного потенціалу Eh. Значення рН гідратування при рівновазі, що встановлюється в системі показано вертикальними прямими.

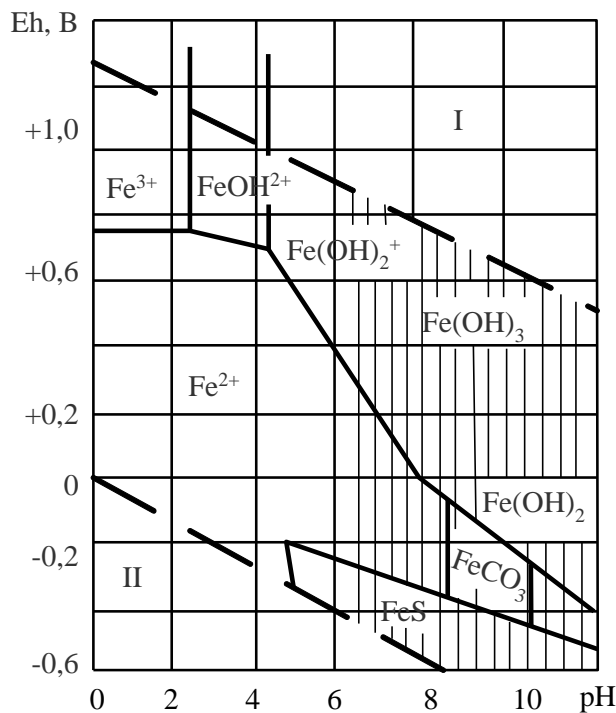


Рис. 2.1 – Діаграма Пурбе для заліза

карбонатів у відновному середовищі при рН > 8,4 можливе виділення карбонату, при рН > 10,3 виділення Fe(OH)₂. [13]

Наявність розчинених каталізаторів в оброблювальній воді іонів міді, марганцю, фосфату, а також при контакті з оксидами мангану (MnO) або з ферум (III) гідроксидом (Fe(OH)₃), швидкість окислення двовалентного феруму киснем значно зростає. При підвищенні водневого показника рН, час на окислення двовалентного феруму зменшується. [13,15]

Для окислення 1 мг двовалентного феруму витрачається 0,143 мг розчиненого у воді кисню, при цьому лужність води зменшується на 0,036 мг-екв/дм³. При хлоруванні води значно зростає швидкість окислення двовалентного феруму. Для окислення 1 мг феруму (II) витрачається 0,64 мг хлору (Cl₂), при цьому лужність води зменшується на 0,018 мг-екв/дм³. Для окислення 1 мг двовалентного феруму витрачається 0,71 мг калій

Діаграма показує, що у воді при рН < 4,5 залізо знаходиться у вигляді іонів Fe²⁺, Fe³⁺ та Fe(OH)²⁺. [13]

При підвищенні водневого показника рН, двовалентний ферму окислюється до тривалентного ферму, що випадає в осад.

При умові E < 0,2 та наявності у воді сульфідів може випадати чорний осад FeS. Присутність

перманганату (KMnO_4), при цьому лужність зменшується на $0,036 \text{ мг-екв/дм}^3$. [15]

Залізо в природних водах видаляють реагентними і безреагентними методами.

Реагентні методи:

- фільтрування через модифіковане завантаження;
- напірна флотація з вапнуванням і подальшим фільтруванням;
- катіонування;
- спрощена аерація, окислення, фільтрування;
- вапнування, відстоювання в тонкошаровому відстійнику, фільтрування;
- аерація, окислення, вапнування, коагуляція, флокулювання з подальшим відстоюванням або обробкою в шарі завислого осаду і фільтруванням;

Безреагентні методи:

- подвійна аерація, обробка в шарі завислого осаду і фільтрування;
- фільтрування на каркасних фільтрах;
- аерація з подальшим відстоюванням і фільтруванням;
- фільтрування в підземних умовах з попередньою подачею у пласт окисленої води або повітря;
- електрокоагуляція;
- «суха» фільтрація;
- аерація з подальшим фільтрування у спрощеному вигляді;

Із перерахованих вище методів сьогодні найбільшого поширення набули безреагентні та реагентні методи. Катіонообмінні методи застосовуються досить рідко через так зване "отруєння іонів" та проблеми з їх регенерацією. Біохімічні методи, незважаючи на їх перспективність, вирізняються незначною продуктивністю та низькою швидкістю видалення іонів заліза. Безреагентні методи базуються на окисленні іонів двовалентного заліза киснем повітря. Найпростіші в апаратному оформленні та експлуатації аераційні методи, котрі поділяють на об'ємні та контактні. Методи об'ємного знезалізнення передбачають подрібнення потоку води чи потоку повітря для створення більшої площі контакту фаз та прискорення процесу окислення двовалентного заліза. Контактні методи передбачають застосування в якості завантаження спеціальних матеріалів природного чи штучного походження, котрі виступають в якості каталізаторів. Використання таких матеріалів дозволяє сумістити процес окислення та формування пластівців гідроксидів і проводити їх безпосередньо при фільтруванні. В якості зернистої засипки фільтрів можуть використовуватися пісок, антрацит, гравій, цеоліт, керамзит, пінополістирол та ін. Такі матеріали починають ефективно працювати після нанесення на поверхню кожної частки шару гідроксиду заліза (III), котрий виконує роль каталізатора окислення іонів Fe^{2+} . [14]

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

Найчастіше при знезалізненні підземних вод застосовують аерування, для поверхневих вод — коагуляцію сульфатом алюмінію з попереднім хлоруванням, вапнуванням і відстоюванням.[12,15]

Метод знезалізнення води спрощеною аерацією застосовують для вод, що містять до 10 мг/дм³ загального заліза (зокрема двовалентного не менше 70%), що мають рН не менше 6,8; вміст сірководня — не більше 2 мг/дм³. [15]

Окрім насичення оброблюваної води киснем аерування сприяє видаленню з неї СО₂. Оскільки процес окислення заліза (II) в залізо (III) значно уповільнюється при рН < 7, він може взагалі не закінчитися на очисних спорудах; тому видалення СО₂ є в ряді випадків необхідним етапом знезалізнення.[13]

Метод спрощеної аерації заснований на здатності води, що містить двовалентне залізо і розчинений кисень, при фільтруванні через зернистий шар виділяти залізо на поверхні зерен, утворюючи каталітичну плівку з іонів і оксидів дво- і тривалентного заліза. Ця плівка активно інтенсифікує процес окислення і виділення заліза з води. При знезалізненні води в завантаженні, покритом плівкою, забезпечується безперервне оновлення плівки як каталізатора безпосередньо при роботі фільтру.[15]

При цьому методі не потрібне окислення двовалентного заліза в тривалентне і переведення його в гідроксид, у зв'язку з чим відпадає необхідність влаштування дорогих аераційних споруд. Спрощена аерація здійснюється за допомогою нескладних пристроїв шляхом виливання води з невеликої висоти в кишеню або центральний канал фільтра, або вдуванням повітря в оброблювану воду. Відсутність спеціальних аераційних пристроїв і контактних ємкостей спрощує аерацію і знижує вартість очищення.[14]

Установки для видалення заліза методом глибокої аерації складаються з аераційного пристрою, що забезпечує окислення заліза (II) киснем і видалення вугільної кислоти; контактних резервуарів або заповнених піском контактних фільтрів, де завершується процес окислення; освітлювальних фільтрів для видалення випавшого гідроксиду заліза (III) (аналогічно фільтрам, вживаним для освітлення води).[14]

Видалення з води гідроксиду заліза (III) (при загальному вмісті солей заліза до 10 мг/дм³) проводиться безпосередньо на освітлювальних фільтрах, при більшому вмісті солей заліза необхідний весь перерахований вище набір споруд.[12]

В установках великої продуктивності, коли бризкаючі установки не можуть забезпечити заданий ступінь видалення вільної вуглекислоти, воду аерують в контактних (при продуктивності установок до 100 м³/год.) і вентиляторних (при більшій продуктивності) градирнях. Навантаження поводі для контактної градирні складає до 20, для вентиляторної - 60 м³/год. Число шарів насадки в контактній градирні (3...5) визначають залежно від концентрації солей заліза у воді. Товщину шару насадки приймають рівною

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

0,3...0,4 м; відстань між шарами — не менше 0,6; розмір шматків насадки — 30...50 мм.[11,12]

У вентиляторі градирні висоту шару завантаження з кілець Рашига, залежно від лужності аерованої води, приймають від 1,5 (2 мг-екв/дм³ загальної лужності) до 3,0 м (6...8 мг-екв/дм³ загальної лужності). Інтенсивність аерування складає 10 м²/м³. Концентрація заліза при аеруванні знижується до 0,1...0,3 мг/дм³. [13]

Після аерування вода поступає в контактний резервуар, розрахований на 30...40 — хвилинне перебування в ньому води, або контактні фільтри, завантажені кварцевим піском з розміром зерен 0,5...1,2 мм. Швидкість фільтрування на таких фільтрах приймається рівною 15...20 м/год., інтенсивність промивки — 20 л/(с.м²). Дренажна система, щоб уникнути заростання Fe(OH)₃, повинна мати великі щілини.[15]

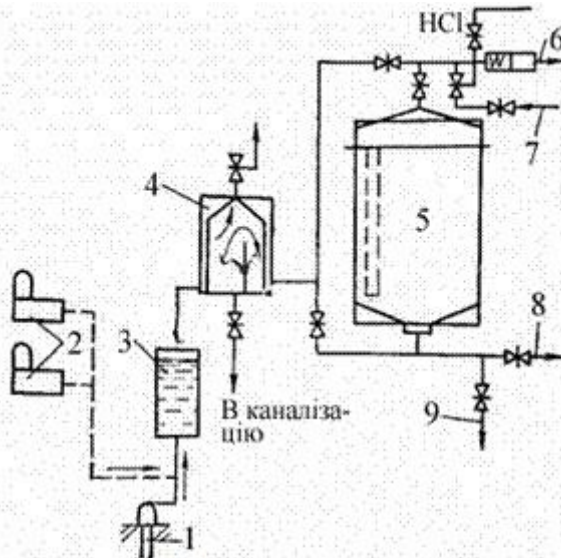


Рис. 1.2 - Схема установки з контактним піпронним (каркасным) фільтром:

- 1 — трубчастий колодязь, 2 — компресори з ресиверами, 3 — змішувач, 4 — дозатор, 5 — каркасний фільтр, 6 — відведення фільтрату, 7 — подача промивної води, 8 — скид в каналізацію, 9 — скид регенераційного розчину**

дозволяє збільшити тривалість фільтроциклу, оскільки позитивно заряджений золь гідроксиду заліза (III) добре сорбується негативно зарядженою поверхнею зерен піску.[15]

Знезалізнєння підземних вод, що містять до 6 мг/дм³ гідрокарбонату і карбонату заліза (II), досягається методом «сухої» фільтрації. Суть методу полягає у фільтруванні водо-повітряної емульсії через «сухе» (незатоплене) зернисте фільтруюче завантаження з утворенням в ній вакууму або нагнітанням великих кількостей повітря з подальшим підсосом з піддонного простору. На зернах фільтруючого завантаження протягом 0,3...2,0 год. формується адсорбційно-каталітична плівка, що підвищує ефективність знезалізнєння.[16,17]

Схема установки для знезалізнення води методом «сухої» фільтрації складається з напірних освітлювальних фільтрів, компресора і ресивера.

Якщо аерація води не забезпечує необхідного ступеня знезалізнення, що звичайно спостерігається при наявності у вихідній воді солей заліза з сильними мінеральними кислотами або гуматов заліза, то станції обробки води доповнюються установками для подачі у воду хлору або перманганату калію, передбачаючи введення їх перед фільтрами в підвідний трубопровід. Ефективного знезалізнення води можна досягти каркасними фільтрами (рис. 1.2). Суть методу знезалізнення полягає в тому, що в підземну воду подається повітря, надлишки якого перед фільтром видаляються. Вода, збагачена киснем, поступає на фільтри, де відбуваються процеси окислення і гідролізу заліза (II). При проходженні води через шар гідроксиду заліза (III), заздалегідь сформованого на підтримуючій перегородці (керамічний, сітчастий або щілистий каркас), ці процеси завершуються і залізо витягується з води.[13]

Досвід експлуатації каркасних фільтрів поданій схемі показав, що тривалість фільтроциклу, визначувана граничною втратою натиску 20 м, складає 30...120 діб. Каркаси промивають спочатку зворотним потоком промивної води, а потім 10...20 %-им розчином інгібірованої соляної кислоти із швидкістю 3 м/год. Допускається 3...4 використання каркасів, після чого їх замінюють новими.[13]

Перевагою каркасних фільтрів є можливість їх експлуатації без промивок протягом 30...120 діб і компактність: габарити каркасного фільтра в три—чотири рази менше габаритів швидкого фільтра такої ж продуктивності.[14]

Знезалізнення води електрокоагуляцією засноване на сорбції іонів, колоїдних і диспергованих сполук заліза (II), (III) гідроксидами металів (заліза, алюмінію, магнію і ін.), що утворюються в результаті розчинення електродів. З підвищенням значення рН і температури води, а також кількості високодисперсних частинок, що обумовлюють каламутність, ефект знезалізнення води зростає. Найефективніше процес протікає в електролізерах з алюмінієвим анодом і при неглибокому знезалізненні води, тобто при зниженні концентрації заліза на 60...80%. У цих випадках при невеликих витратах алюмінію і електроенергії досягається значне зниження вмісту заліза у воді.[17]

При невеликих кількостях оброблюваної води метод електрокоагуляції може використовуватися і для глибокого знезалізнення. Для цього потрібні підвищені витрати алюмінію і електроенергії.[17]

Метод глибокої аерації залізовмісних підземних вод передбачає аерування води на вентиляторних або контактних градирнях із закінченням процесу окиснення заліза у вільному об'ємі контактних резервуарів і наступному розділі фаз на швидких фільтрах [4,5,7, 9]. Метод застосовується при наявності у вихідній воді великої кількості заліза, а також присутності

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

гумінових кислот, комплексоутворюючих агентів, які значно зменшують швидкість окиснення заліза [4,9].

Суттєвим недоліком методу глибокої аерації є присутність у схемі контактних резервуарів, градирень і насосів підкачки, що значно збільшує капітальні та експлуатаційні витрати, а також ускладнює експлуатацію обладнання. Крім цього, основна маса пластівців затримується в перших шарах фільтруючого завантаження, товщиною 5...15 см, та на його поверхні, що забезпечує зростання втрат напору й необхідність промивки фільтрів [6].

Метод спрощеної аерації – вода, збагачена киснем повітря, відразу ж направляється на фільтри, де з часом, в результаті адсорбції йонів закисного заліза та молекулярного кисню на поверхні зерен фільтруючого завантаження утворюється каталітична плівка, на якій у подальшому відбувається сорбція та окиснення заліза [4,5]. Метод має відповідні обмеження як за якістю вихідної води ($Fe^{2+} < 10 \text{ мг/дм}^3$; $H_2S < 0,5 \text{ мг/дм}^3$; $pH \geq 6,7$; перманганатної окисності не більш ніж 5 мгО/дм^3), так і за швидким приростом втрат напору шляхом утворення в міжпоровому просторі завантаження структур у вигляді пухких пластівців гідроокису заліза, які мають у своїй структурі велику кількість молекул води.[7,8,9]

Біохімічний метод. У багатьох країнах світу за декілька останніх десятиріч біохімічний метод видалення із підземних вод розчинних сполук Fe (II) та Mn (II) став досить популярним.[7]

Реагентні методи знезалізнення води.

Поверхневі води знезалізнують при одночасному освітленні і знебварвленні. Залізо, що знаходиться у воді у вигляді колоїдів, тонкодисперсних суспензій і комплексних органічних сполук, видаляється обробкою води коагулянтами (сульфатом алюмінію, хлоридом заліза (III), або змішаним коагулянтном). Для руйнування комплексних органічних сполук заліза воду обробляють хлором, озоном або перманганатом калія. При застосуванні залізних коагулянтів забезпечується повніше видалення заліза з води в результаті інтенсивної адсорбції йонів заліза на пластівцях $Fe(OH)_3$. Оптимум адсорбції йонів заліза як у разі застосування алюмінієвих, так і залізних коагулянтів лежить в інтервалі значень pH води 5,7...7,5. Доза коагулянта встановлюється експериментально.[6,9]

В основі реагентного знезалізнення води лежать наступні процеси:

- 1) руйнування комплексних органічних сполук заліза за допомогою окислювачів або при підвищенні pH;
- 2) забезпечення умов для гідролізу солей заліза і утворення пластівців гідроксиду заліза;
- 3) їх укрупнення шляхом коагуляції і флокулювання;
- 4) виділення в осад суспензії, що утворилася, або відділення її від води шляхом фільтрування через зернисті матеріали.

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

Якщо кількість кисню, що міститься у воді, недостатня для окислення, одночасно з вапнуванням проводять хлорування або аерування води.[20]

На окислення 1 мг заліза витрачається 0,64 мг хлору. У звичайних умовах реакція протікає протягом 4...10 хв. У присутності амонійних солей, що зв'язують хлор ухлораміни, швидкість окислення заліза знижується.[20]

Розроблено метод видалення заліза з води пропусканням її через завислий шар тонкодисперсної крейди і гідроксиду алюмінію. Солі заліза переводяться крейдою в карбонат заліза (II), який гідролізується в гідроксид заліза (II) і окислюється до гідроксиду заліза (III). Гідроксид заліза (III) затримується завислим шаром.[20]

Розроблено метод знезалізнення води, що полягає в застосуванні алюмінату натрію і хлориду заліза (III). Таким методом видаляється залізо, що знаходиться у воді у вигляді неорганічних і органічних (гумусових) сполук. Одночасно усувається колоїдна кремнієва кислота, марганець, неорганічна суспензія і органічні речовини.[20]

Для швидкого окислення заліза (II), навіть при низьких значеннях рН, застосовують каталізатори. Звичайно використовують такі каталізатори, як «чорний пісок» (пісок, покритий плівкою оксидів марганцю, які утворюються в результаті розкладання 1%—ного розчину перманганату калію, підлученого до рН=8,5...9 водним розчином аміаку), роздроблений піролюзит, сульфовугілля, покриті плівкою оксидів марганцю.[19]

Для отримання останнього сульфовугілля обробляють 10%—ним розчином $MnCl_2$, а потім через шар Mn —катіоніту, що утворився, фільтрують 1%—ний розчин $KMnO_4$. Калій витісняє марганець, який окислюється і осідає на поверхні вугілля у вигляді плівки оксидів марганцю. У цих випадках для окислення заліза (II) вода повинна фільтруватися із швидкістю 10 м/год.через шар каталізатора завтовшки 1000 мм.[19]

Фільтруючий матеріалVirm.

Системи знезалізнення на основі засипки Virm використовуються для високоефективного очищення води від заліза. Внаслідок надлишку вільного діоксиду вуглецю залізо в артезіанських водах зазвичай присутнє у вигляді $FeCO_3$, а фільтруванням його не видлайти. Він діє як каталізатор, прискорюючи реакцію окислення заліза (II) до заліза (III) до стану розчиненим киснем у воді. При подальшому гідролізі утворюється осад $Fe(OH)_3$, який є нерозчинним та видаляється з води фільтруванням. При розпушуванні відбувається видалення із засипки відфільтрованого в робочому режимі осаду. Засипка Virm не є витратним матеріалом в прямому розумінні і тому має великі економічні переваги перед іншими методами знезалізнення.[18]

При використанні даної засипки необхідно, щоб оброблювана вода не містила нафтопродуктів і сірководню, вміст органічних речовин не перевищував 4...5 мг/л, вміст розчиненого кисню був не меншим 15% від

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

вмісту заліза, а значення рН не нижче 6,8. При рН менше 6,8 необхідно провести нейтралізацію. Підвищити вміст розчиненого кисню в оброблювальній воді можна за рахунок попередньої аерації.[18]

Для видалення з води марганцю також може використовуватися засипний матеріал Virm. Однак в даному випадку рівень рН оброблювальної води повинен бути в межах 8,0...9,0. Якщо поряд з марганцем у воді присутнє залізо, то необхідно ретельно контролювати рівень рН, який повинен бути меншим за 8,5. Адже високий рівень рН може призвести до утворення колоїдного заліза, що в свою чергу призведе до труднощів при фільтруванні.[15]

Переваги фільтруючого матеріалуVirn:

- Непотрібна регенерація
- Видалення заліза з загальним вмістом у воді до 10 мг/л;
- Видалення марганцю із загальним вмістом у воді до 3 мг/л;
- Робочий діапазон рН: 6,8...9,0;
- Широкий діапазон температури оброблюваної води;
- Низькі експлуатаційні витрати;

Фільтруючий матеріалGreensand.

GreensandPlus— покращений марганцево-зелений пісок пурпурно-чорного кольору, призначений для видалення з води розчинених марганцю, заліза, миш'яку, сірководню і радію.[22]

GreensandPlus – пісок, який має схожість зManganeseGreensand.Його поверхню покрита діоксидом марганцю, що є каталізатором в реакціях окислення розчинених сполук марганцю та заліза. Різниця між ManganeseGreensand і GreensandPlus складається в структурі підстави зерна і в методі нанесення діоксиду марганцю на основу. GreensandPlus має кремнієву основу, на яку під впливом високої температури наноситься діоксид марганцю, в той час, як ManganeseGreensand має глауконітовими основу з діоксидом марганцю нанесеним іонним методом.[22]

Кремнієва основа зерен Greensand Plus уможливує його використання при обробці води з низькими вмістом кремнію, загальним солевмістом і жорсткістю. Таким чином, якщо ви, наприклад, використовуєте традиційну схему з Manganese Greensand в поєднанні з дозуванням алюмінату натрію, можна просто замінити Manganese Greensand на Greensand Plus і необхідність в дозуванні алюміната зникне. До того ж, Greensand Plus може працювати з водою з більш високими температурою і диференціальним тиском у порівнянні з Manganese Greensand. Дана перевага дає можливість збільшити період між промивками фільтра і запобігти проскакування забруднювача.[22]

Greensand Plus — мінерал (глауконіт), на який штучним шляхом нанесено спеціальне покриті, що містять діоксид марганцю, який здатний окислювати містяться у воді залізо, марганець і сірководень. Сірководень видалається у вигляді нерозчинних сполук сірки. Утворені опади

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

затримуються шаром фільтруючого завантаження і видаляються при зворотному промиванні. Рекомендується своєчасно проводити інтенсивну зворотну промивку фільтра (не чекаючи повного вичерпання окислювальної здатності), а також перед введенням в експлуатацію. Несвоєчасне проведення регенерації призводить до скорочення терміну служби марганцевого зеленого піску.[22]

Переваги GreensandPlus:

- Широкий діапазон концентрацій знезалізнення;
- Ефективне видалення сірководню, заліза і марганцю;
- Можуть бути присутніми у воді активного хлору;
- Низька зношувальність;

Фільтруючий матеріал Filter-Ag Plus.

Clack Filter-Ag Plus — це природний мінерал кліноптилоліт, що володіє рядом унікальних переваг перед традиційними піщаними і змішаними матеріалами, застосовуваними для затримання зважених речовин.[17]

Під електронним скануючим мікроскопом гранули виглядають многогранниками з шорсткою поверхнею і мікроскопічними порами розміром від 3 мкм. Завдяки цим властивостям вони мають поверхнею більш ніж в 100 разів перевищує площу кварцового піску.[17]

Незграбність і завужені пори дозволяють затримувати бруд, мул і органічні домішки, шляхом флокуляції, стеричного затримання і адгезії. Шорстка поверхня і пористість забезпечує велику площу поверхні, дозволяючи ефективно затримувати зважені речовини.[17]

Основні переваги:

- Збільшення глибини фільтруючого шару призводить до поліпшення якості очищеної води;
- Висока грязеемкість дозволяє збільшити тривалість фільтроцикла з істотною економією води на власні потреби;
- Висока питома продуктивність матеріалу дозволяє скоротити капітальні витрати і простір, відведений під розміщення обладнання;
- Заміна змішаних матеріалів на матеріал Filter-Ag Plus в використовуваних фільтрах дозволяє підвищити грязеемкість фільтра на 100%;
- Filter-Ag Plus це природний безпечний для навколишнього середовища матеріал;

Фільтруючий матеріал Pyrolox.

Pyrolox — природний мінерал на основі діоксиду марганцю, призначений для видалення заліза, марганцю та сірководню.[21]

Фільтруючий матеріал Pyrolox діє наступним чином: сірководень, залізо і марганець окислюються і затримуються матеріалом з наступним видаленням при зворотному промиванні.[21]

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

Матеріал відрізняється високою міцністю і хімічною стійкістю.

Руголох може використовуватися в поєднанні з аерацією, хлоруванням, озонуванням і іншими методами додаткової обробки, якщо вихідна вода містить великі концентрації забруднень, використання окислювачів збільшує ефективність роботи матеріалу.[21]

Основні переваги:

- Ефективне видалення сполук заліза, марганцю та сірководню;
- Висока ємність фільтруючого матеріалу дозволяє підтримувати низькі концентрації домішок, що видаляються в очищеній воді;
- Міцність матеріалу, що фільтрує забезпечує тривалий термін експлуатації і низьку ступінь стирання;
- Регенерація матеріалу не вимагає додаткових хімічних реагентів;

Кварцовий пісок.

Кварцовий пісок є найбільш розповсюдженим фільтрувальним матеріалом. Він буває обкатаним річковим або морським, гострокутним кар'єрним. Колір піску може бути жовтим, червоним, зеленим, сірим. Саме останній – сірий – найбільше відповідає вимогам до фільтрувальних матеріалів. В Україні найбільш відомі піски каолінових комбінатів: Глуховецького Вінницької області, Славутського домобудівного комбінату Хмельницької області (с. Галявини). Однак ці піски необхідно додатково класифікувати на водоочисних станціях, а це збільшує витрати на перевезення зайвого піску, наявність великої кількості відсіву, підвищує собівартість.[20]

Кварцовий пісок з розміром частинок 2...6 мм використовується як підкладка в засипних фільтрах для забезпечення більш рівномірного потоку води по всьому поперечним перерізом корпусу і більш ефективної промивки фільтруючих матеріалів.[20]

Основні переваги:

- Забезпечує більш рівномірний потік води по всьому поперечним перерізом корпусу
- Підвищує ефективність промивання фільтруючих матеріалів

Науковцями досліджено процеси очищення води з використанням гібридного сорбенту із заданими властивостями та встановлено умови глибокого очищення артезіанської води від домішок заліза безреагентною регенерацією в багатоцикловому режимі. При цьому, в перших десяти циклах ГМ1 акумулює сполуки заліза, а в подальшому, в результаті промивок зворотним потоком води, його надлишкова кількість поступово видаляється з поверхні гранул.

Згідно досліджень, принцип підземного видалення заліза полягає в тому, що вода, насичена киснем, інжектуються в анаеробний водоносний шар через трубу у свердловині, вода якої містить марганець, залізо та арсеній. Сполуки заліза та марганцю осаджуються в зоні окиснення, яка

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

виповнена із гранул ґрунту. Підземна вода в процесі очищення протікає через зону окиснення свердловини. Відповідно, Fe^{2+} і Mn^{2+} адсорбуються на гранулах ґрунту, які частково вкриті відкладеннями від попереднього осадження. Переважаючий механізм видалення заліза у такий спосіб є адсорбція-окиснення [30].

Авторами [30] обґрунтовано використання природних мінералів за рахунок їх фізико-хімічних характеристик, розповсюдженості у природі та вартості в порівнянні з синтетичними матеріалами. Удосконалено способи отримання фільтруючого матеріалу – кліноптилоліту шляхом модифікації сполуками марганцю. В реальних умовах водоочисної станції м. Берегово (Україна) було випробувано та впроваджено двостадійну технологію видалення підземної води за допомогою звичайного та модифікованого кліноптилоліту заліза та марганцю.

Іншими авторами [29] досліджувалась ефективність застосування халцедоніту, як одного з ефективних фільтруючих завантажень, за рахунок його витягнутої зовнішньої поверхні зерната мезопористої структури. Авторами звертається увага на те, що природній халцедоніт видаляє сполуки марганцю та заліза з води до нормативних значень лише через 20...80 днів після припрацювання фільтруючого шару. Щоб отримати високу ефективність знезалізнення і деманганзації води на халцедонітовому завантаженні проводять його штучну модифікацію або природньо припрацьовують шар, в результаті чого зерна вкриваються окислами сполук марганцю.

Асортимент модифікованих завантажень нараховує близько десятків найменувань. Переважно такі матеріали представлені на ринку закордонними завантаженнями. В Україні ж пропонуються матеріали на основі кліноптилоліту, а також завантаження Ecosoft. Закордонні фірми, що працюють в цьому секторі, пропонують матеріали Greensand, Filtrosmart, Birm, Pyrolox, MTM, Pyrolusite, Akdolite® Mn FS, МЖФ.

Науковцями Васьковською Л., Деремешко Л., та Кучеруком Д. досліджено вплив хлоридів на знефторення води електрокоагуляцією. Підземні води у деяких регіонах України мають підвищену концентрацію фтору. В Україні вміст фтору для питної води згідно з регламентом представлено в межах 0,7...1,2 мг/дм³ і він не повинен перевищувати 1,5 мг/дм³. Перевищення заданих норм впливає на організм людини, а саме накопичення в кістковій тканині та зубах, що призводить до небезпечних захворювань. На сьогоднішній день широко застосовують метод зворотного осмосу (ЗО) для знефторення води, недоліком даного методу є утворення концентратів солей, які необхідно утилізувати. [33]

До найбільш розповсюджених іонів, супутніх зфторидами в природних водах, відносять хлориди. Їх вміст навіть у межах допустимої норми на питну воду 250 мг/дм³ після зворотного осмосу призводить до утворення концентрованого ретентату. Тому для очистки розчинів з підвищеним

					РОЗДІЛ 2. ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

вмістом фторидів, якими є концентрати після зворотного осмосу, доцільно використовувати метод електрокоагуляції (ЕК).[33]

Авторами було досліджено вплив підвищення вмісту іонів хлору на процес де фторування води з концентрацією фторидів $14,5 \text{ мг/дм}^3$ методом електрокоагуляції в проточному режимі з катодною густиною струму $25,0 \times 10^{-2} \text{ А/дм}^2$. Науковцями встановлено, що зменшення ефективності знефторення розчинів від 90,3...87,2 %, спостерігається зі збільшенням концентрації хлоридів від 250...1000 мг/дм^3 . При подальшому підвищенні хлор-іонів до 8315 мг/дм^3 ступінь знефторення знижувався до 86,5%. Незначне зниження ефективності знефторення (в межах 3...4) пояснюється зменшенням пасивації анодної поверхні хлор-іонами. У кінцевій воді концентрація хлоридів зменшувалась на 6...13 %, вміст алюмінію підвищувався від 2,7 до 10,5 мг/дм^3 відповідно до збільшення вмісту хлор-іонів у вихідних розчинах у вищезазначеному інтервалі.[31]

Отже залишкова концентрація фторидів буде відповідати допустимій нормі лише за мінімальним вмістом фтори дів. Концентрати з більшим вмістом хлоридів після обробки методом електрокоагуляції доцільно повертати на зворотній осмос, створюючи замкнену систему знефторення води.[33]

Не менш важливим є питання очищення питної води від мікроорганізмів. Над даною тематикою працювали науковці НУХТ Наталія Ткачук та Людмила Мельник. Якість господарсько - питної води регламентується Міждержавним стандартом (ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством"). Питна вода, що містить надлишкову кількість мікроорганізмів, може призвести до виникнення різних інфекційних захворювань, що впливають на стан здоров'я людей.

Використання природних дисперсних мінералів (глауконіту) є одним із ефективних способів очищення питної води.[34]

Глауконіт – це мінерал Карачаївського родовища Хмельницької області. Хмельницька область – це єдиний регіон в Україні де розвідані родовища сапонітових глин запаси яких складають понад 100 млн. т. Фізико-хімічні властивості глауконіту роблять його практично незамінним при формуванні природних і штучних геохімічних бар'єрів. Його підвищена хімічна активність обумовлена особливостями будови та хімічного складу свідчить про високий потенціал природного алюмосилікату. До найважливіших його факторів слід віднести колоїдно-дисперсні властивості мало розчинність солей основного або кислотного характеру склад обмінних катіонів та аніонів співвідношення в золь-гелієвій фазі ацедодів і базодів які вміщують гумусові речовини. Карачаївський глауконіт піддавали попередній термоактивації при $t=180^{\circ}\text{C}$, протягом 3 год, оскільки задані параметри є оптимальними для видалення сторонніх домішок і

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

підвищення екологічної безпеки мінерала. Визначення числа бактерій в 1 см³ досліджуваної води проводили згідноГОСТ 18963-73.[35]

Для дослідження бактерицидної дії глауконіту при адсорбційному очищенні води було взято воду із свердловини, внесено глауконіт Карачаївського родовища у співвідношенні адсорбент : вода 1:10...1:40 суміш витримували 60 хв. при постійному перемішуванні, потім її фільтрували. У зразках води до та після очищення глауконітом визначали число бактерій в 1 см³ досліджуваної води. [35]

Аналізуючи дані, представлені в таблиці бачимо, що глауконіт, дякуючи своїм бактерицидним властивостям, зменшує вміст бактерій у початковій воді у 12...25 разів. Співвідношення адсорбент : вода 1:40 використовувати недоцільно, оскільки не досягається очищення питної води згідно стандарту. З метою економії адсорбенту до впровадження слід рекомендувати співвідношення адсорбент : вода 1:30.[33]

Активність адсорбційної поверхні Карачаївського глауконіта щодо бактерій можна пояснити наявністю на ній гідроксильних груп, які здатні утворювати водневі зв'язки з частинками органічних речовин, в тому числі і з бактеріями за рахунок сил Ван-дер-Ваальса-Лондона, не виключається утворення полімерних містків іонних пар за участю катіонів Ca²⁺, Mg²⁺, водневих зв'язків адсорбенту з карбоксильними групами поверхні клітин. Адсорбовані Карачаївським глауконітом мікроорганізми видаляються разом з осадам [34].

Очищення води методом іонного обміну

При знезалізненні підземних вод найчастіше застосовують керування, поверхневих вод — коагуляцію сульфатом алюмінію з попереднім хлоруванням, вапнуванням і відстоюванням.[25]

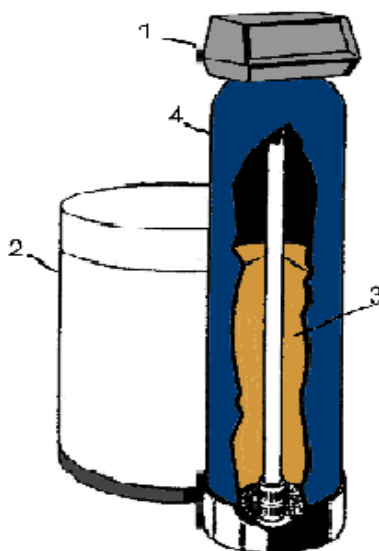


Рис. 2 - Іонообмінний фільтр

Найбільш ефективним способом боротьби з високою жорсткістю та видаленням заліза є застосування автоматичних фільтрів для знезалізнення та

пом'якшення. В основі їх роботи лежить затримка заліза, марганцю, органічних домішок, а також іонообмінний процес, при якому розчинені і воді «жорсткі» солі замінюються на «м'які», які не утворюють твердих відкладень.[26]

На рис. 2 зображений автоматичний пом'якшувач який являє собою пластмасовий корпус (4) з керуючим блоком (1) і баком для приготування і зберігання регенеруючого розчину (2). Надходячи в фільтр, жорстка вода проходить через шар засипки іонообмінної смоли (3). За рахунок заміни іонів кальцію і магнію на іони натрію якими насичена смола, відбувається зміна хімічного складу розчинених солей. У момент, коли поглинаюча здатність смоли знижується до певного рівня, блок керування автоматично починає цикл регенерації.[23]

Періодичність регенерації визначається кількістю води, яке може пройти через пом'якшувач до його повного виснаження, і розраховується з урахуванням безлічі факторів, таких як параметри смоли, якість води, величини її витрати і т.д. Сигнал на початок регенерації в керуючий блок подається спеціальним витратоміром. Безпосередньо відновлення властивостей іонообмінної смоли здійснюється при подачі в фільтр водного розчину високо очищеної кухонної солі (NaCl) за рахунок зворотнього заміщення накопичених в смолі іонів кальцію і магнію на іони натрію. Потім всі забруднення вимиваються з фільтра в дренаж.[25,26]

Під час регенерації розбір води проводити не рекомендується, так як на вихід буде надходити непом'якшувана вода. Саме з цієї причини більшість самостійних систем (що складаються з одного фільтра з одним блоком управління) запрограмовані таким чином, щоб регенерація проводилася тільки в нічний час.[26]

Сучасні синтетичні смоли надзвичайно надійні і довговічні, дозволяють працювати на високих швидкостях потоків, завдяки чому знаходять застосування в системах з високою продуктивністю. Термін служби смоли може досягати 6...8 років залежно від якості вихідної води (і, як наслідок, від кількості фільтроцикла).

Очищення (знесолення) води методом зворотного осмосу

Знесолення - це процес вилучення з води солей залежно від його глибини. Опріснення – це процес вилучення солей до солевмісту, який відповідає вимогам для питної води.[28]

Зворотний осмос належить до баромембранних процесів. Він ґрунтується на явищі осмосу — спонтанного проникнення розчинника (води) крізь напівпроникну мембрану в розчин. Тиск, за якого встановлюється рівновага, називається осмотичним. Розчинник буде переноситися у зворотному напрямку, якщо з боку розчину прикласти тиск більший за осмотичний, відповідно такий процес буде мати назву зворотного осмосу.[28]

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

Ефективність процесу залежить від мембран, які застосовуються. Тому необхідно їх постійно вдосконалювати з метою підвищення розділюючої здатності (селективності) та питомої проникності (продуктивності), стабільності характеристик в процесі експлуатації, хімічної стійкості та механічної міцності.[28]

Розрізняють тангенсійну і фронтальну організацію процесу фільтрації. При фронтальному фільтруванні весь об'єм розчину, що подається на мембрану, фільтрується через неї. Домішки та забруднення зосереджені на поверхні та в порах мембран. При шару забруднень підвищується гідравлічний опір та знижується швидкість фільтрування. Такі мембрани можна очистити зворотним потоком води або замінити після забруднення. Фронтальне фільтрування майже ніколи не застосовують для зворотного осмосу та нанофільтрації і найчастіше застосовують для мікро- та ультрафільтрації.[29]

Щоб робота мембранного елемента була тривалі дії необхідно забезпечити безперервне видалення забруднень, які затримуються мембраною. Для цього мембрани постійно омиваються вихідним потоком створюючи тангенсійне фільтрування. При цьому вхідний потік вихідної води подається вздовж поверхні мембрани і в міру проходження над її поверхнею розділяється на два: що пройшов через мембрану очищений розчин (фільтрат) і виходить з боку, протилежного введенню води, концентрат, що не пройшов через мембрану і містить основну частину затриманих мембраною домішок. [29]

Тангенсійне фільтрування використовується у всіх установках нанофільтрації і зворотного осмосу, іноді для ультрафільтрації і рідко для мікрофільтрації.

Апаратурне оформлення мембранних процесів різне. Існують половолоконні, рулонні, плоскорамні та трубчаті поверхні фільтрації.

Плоскорамні елементи зазвичай використовують для ультрафільтраційного та мікрофільтраційного розділення суспензій з метою забезпечення можливості їх максимально ефективною очистки від забруднень.

Знезараження води.

Знезараження води — це процес знищення в ній мікроорганізмів. У процесі очищення води затримується до 98% бактерій, але з тих, що залишилися (2%), можуть містити патогенні мікроорганізми, для знищення яких потрібна спеціальна обробка води. При очищенні поверхневих вод знезараження необхідне завжди, а при використанні підземних вод — тільки тоді, коли цього вимагає технологія виробництва.[37]

Воду зазвичай знезаражують на заключному етапі очищення, після прояснення і знебарвлення перед потраплянням води в резервуари чистої води, які одночасно виконують функції контактних камер. Окиснення органічних домішок передбачається на першому етапі обробки води, тобто

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

перед спорами прояснення і знебарвлення води, а також у системах охолодження води для знищення біобростання.[37]

Для знезаражування води застосовують наступні методи:

- безреагентні — термічна обробка, ультрафіолетове опромінювання, обробка ультразвуком;

- реагентні, що ґрунтуються на введенні сильних окиснювачів (хлор, озон, перманганат калію, хлорне вапно) та іонів срібла.

У багатьох випадках найбільш ефективним є комплексне застосування реагентних і безреагентних методів знезаражування води. Поєднання ультрафіолетового знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує найвищий ступінь очищення, а також відсутність вторинного біоабруднення води.[37]

Метод вибирають залежно від кількості та якості вихідної води, методів її попереднього очищення, вимог до надійності знезаражування (дезінфекції) з урахуванням техніко-економічних показників, умов постачання реагентів, наявності транспорту, можливості автоматизації процесів тощо.[38]

Хлор найчастіше використовується для знезараження та окиснення. При цьому може використовуватись рідкий хлор, хлорне вапно, гіпохлорит натрію. Для знезаражування підземних вод береться 0,7...1,0 мг/дм³ активного хлору, для поверхневих вод — 2...3 мг/дм³. Тривалість контакту хлору і гіпохлориту натрію з водою має бути 30...60 хв. Хлорування води рідким хлором здійснюють за допомогою хлораторів, у яких готують розчин. Розчин хлору вводять безпосередньо у трубопровід. Використовуються вакуумні хлоратори АХВ-1000, ЛК-10, ЛК-11, ЛК-12, ХВ-11.[38]

Наприкінці ХХ ст. А.М. Маклаков [39] установив бактерицидну дію ультрафіолетового (УФ) випромінювання з довжиною хвилі 200 Нм. Було доведено, що всі види бактерій та спор гинуть після кількох хвилин опромінення. Особливо ефективно застосовувати бактерицидне знезараження УФ-випромінюванням на водогонях, які використовують підземні, джерельні або підруслові води. Таке знезараження води у 2—3 рази дешевше порівняно із хлоруванням. Як джерело бактерицидного випромінювання використовують переважно ртутно-кварцові лампи високого тиску ПРК і РКС та ртутно-аргонові лампи низького тиску БУВ. Ртутно-кварцові лампи високого тиску застосовують у високопродуктивних установках з відносно невеликим бактеріальним забрудненням. Кількість бактерицидних установок розраховують на основі експериментального визначення коефіцієнта поглинання бактерицидного випромінювання води, яку обробляють. За відсутності цих даних рекомендують такі значення: для безбарвних, які не потребують знезалізнення, підземних вод, отриманих з глибоких горизонтів, — 0,1...1 см, Для ґрунтових, джерельних, підруслових та інфільтраційних вод — 0,15...1 см, для води поверхневих джерел після очищення — 0,2...0,3 см. Через відсутність оперативного контролю за ефектом процесу, тому цей спосіб не придатний для знезараження каламутних вод.

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

Ультразвук має також бактерицидний ефект. Більшість учених зазначають, що під дією ультразвуку відбувається механічне руйнування бактерій у результаті ультразвукової кавітації. Ультразвук на 95% вбиває дизентерійні палички, сипно-тифозний вірус та інші через 1...2 хв після оброблення. Ефективність дії ультразвукових коливань залежить від природи мікроорганізмів, частоти ультразвукових коливань, тривалості та інтенсивності оброблення ультразвуком. Під дією ультразвуку гинуть як грампозитивні, так і грамнегативні аеробні бактерії, паличкоподібні, кокові та інші форми мікроорганізмів. Особливо чутливі нитчасті форми мікроорганізмів, а найменше – кулясті. Основна маса бактерій гине впродовж 2...5 с під дією ультразвукових коливань частотою 20...30 кГц. Бактерицидний ефект ультразвуку не залежить від кольоровості та каламутності (до 50 мг/дм³) і кольоровості води, яку обробляють. Ультразвукові коливання однаково впливають на вегетативні та спорові форми мікроорганізмів. Для знезараження води до санітарних норм застосовують ультразвук із частотою коливань 46 кГц з інтенсивністю 2 Вт/см.² [38,39]

Серед перспективних способів знезараження води є оброблення води іонами срібла та термічний метод. Термічний спосіб переважно використовують для знезараження невеликої кількості води переважно в санаторіях, транспорті, лікарнях, тощо. Під час кип'ятіння впродовж 5...10 хв гинуть практично всі патогенні бактерії. Однак під час кип'ятіння витрачається велика кількість енергії, тому на водогонах цей спосіб не застосовують. Особливої уваги заслуговує спосіб знезараження води іонами аргентуму. Оброблення води, в якій міститься 0,05...0,2 мг/дм³ срібла, впродовж 30...60 хв дає змогу досягти санітарних норм. Для розчинення аргентуму у воді використовують способи контактування води з розвиненою поверхнею металу, розчиненням солей аргентуму або електролітичним розчиненням металічного срібла. [39]

Знезараження води хімічним(реагентним) способом здійснюється додаванням в рідину біологічно активних хімічних розчинів. Реагентне знезараження води відбувається в результаті додавання окислювачів хлору, озону, а також іонізацією. При використанні хімічного знезараження води, важливо дотримуватися правильного дозування хімічних реагентів і час їх реакції з водою. Для якісного знезараження води дозу реагентів розраховують з надлишком, тому що це дасть більший знезаражувальний ефект. Дотримання цих умов дасть очікувану знезаражувальну дію. [29]

Знезараження води фізичним(безреагентним) способом відбувається завдяки ультрафіолетовому світлу. При знезараженні води таким методом воду попередньо готують, очищаючи її від механічних домішок

спеціальними механічними фільтрами. Також готують воду методом коагуляції, видаляючи при цьому, гельмінти і мікроорганізми.[30]

Комбіноване знезараження води здійснюється фізичним і хімічним способом одночасно.[28]

Зараженість води визначають за допомогою бактеріологічного аналізу води, який покаже загальне число бактерій і кількість індикаторних бактерій групи кишкової палички (БГКП) в 1 міліграмі води.[28]

Основним видом БГКП є бактерії E.coli. Цей вид бактерій найлегше визначається, коефіцієнт стійкості до знезараження на високому рівні. E. coli при безпечної нормі є чітким визначником фекальних забруднень. Нормами СанПіН 2.1.4.1074-01 встановлено загальне число бактерій E.coli не більш 50, за умови відсутності в 100 мл бактерій колиформи. Мірою яка б показала ступінь зараженості називається колі-індекс, це зміст E.coli в 1000 мл (1 літрі) води.[31]

Найпопулярнішим методом знезараження води вважається **хлорування**. Його популярність обумовлена вартістю і доступністю реагентів, рідкого, газоподібного або порошкового хлору. Так само цей спосіб знезараження води відносно простий, з точки зору технічної реалізації. Важливою позитивною дією хлору, є його післядія. Процес повторного зростання мікроорганізмів зупиняється якщо в воді вміст залишкового хлору одно 0,3...0,5 мг / л. При великій дозі хлору в процесі знезараження води відбувається окислення органічних сполук, що спобствует розвитку токсичних хлорорганічних сполук. При великій концентрації цих елементів відбувається забруднення через систему водопостачання і каналізації: питної води, річок (вниз за течією), озер. Великим недоліком хлору, є його сильнодіючих і токсичність. Що створює велику небезпеку при транспортуванні, недодержанні заходів безпеки при зберіганні і використанні.[32]

Хлоровмісні реагенти для знезараження води.

Існує такий реагент як діоксид хлору, що володіє більш високою бактерицидною і дезодорує властивістю. Не виділяє хлорорганічних сполук, збільшує показники органолептичних властивостей води. Безпечний при транспортуванні, склад готується безпосередньо на місці. Використання хлорвмісних реагентів, таких як хлорне вапно, гіпохлорит натрію і кальцію, робить знезараження води менш небезпечним. Кількість розчину більше в 3...5 разів, ніж хлору, що збільшує витрати на транспортування. Довге зберігання реагентів зменшує концентрацію.[40]

Дезінфекційна дія гіпохлориту натрію NaOCl заснована на тому, що при розчиненні у воді він так само, як і газоподібний хлор, утворює хлорнуватисту кислоту т

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

а гіпохлорит-іони, які мають окислювальну і дезінфекційну дію. Зберігаючи всі переваги процесу хлорування, метод знезараження за допомогою РГН дає змогу уникнути основних труднощів, пов'язаних з роботою з високотоксичним рідким хлором.[40]

Дезінфекцію артезіанських свердловин виконують у три етапи.

Перший етап - свердловину експлуатують протягом 24 годин з відкачуванням води з інтенсивністю, що перевищує звичайну на 15-20%. Після цього виймають колону робочих труб з насосним агрегатом, чистять їх та ретельно миють водою. Потім методом наповнення виконують дезінфекцію робочим РГН з концентрацією 100...150 мг/куб.дм активного хлору, кінці труб повинні бути закриті на час експозиції 3...6 годин.[41]

Другий етап - гумовою кулею свердловину розділяють на дві частини: надводну і підводну. Надводну частину заповнюють на 3...6 годин РГН з вмістом 50...100 мг/куб.дм активного хлору, після чого гумову кулю виймають (після випуску з неї повітря) і РГН зливається у воду свердловини. На дно свердловини опускають шланг і подають РГН з концентрацією активного хлору 100 мг/куб.дм з таким розрахунком, щоб концентрація активного хлору у воді свердловини становила не менше 50 мг/куб.дм, і витримують 3...6 годин. Розрахунковий об'єм РГН приймається більше об'єму свердловини в 2-4 рази.[40,41]

Третій етап –

після закінчення періоду дезінфекції встановлюють продезинфіковані робочі труби з насосним агрегатом і здійснюють відкачування води у звичайному режимі експлуатації до зникнення у воді запаху хлору, після чого відбирають воду для проведення санітарно-бактеріологічних аналізів згідно з чинними нормативно-правовими актами.

Дезінфекція артезіанських свердловин може проводитися і без виймання колони робочих труб з насосним агрегатом. У цьому разі в свердловину подають воду з концентрацією активного хлору 100 мг/куб.дм з таким розрахунком, щоб його концентрація після змішування з водою свердловини становила не менше 50 мг/куб.дм, і витримують 3-6 годин. Після закінчення періоду дезінфекції здійснюють відкачування води у звичайному режимі експлуатації до зникнення у воді запаху хлору, після чого відбирають воду для проведення санітарно-бактеріологічних аналізів згідно з чинними нормативно-правовими актами.[39]

Знезараження води методом озонування.

Озонування води - це метод знезараження води в результаті, якого при взаємодії озону з водою утворюється атомарний кисень, під його впливом ферментна система мікробних клітин руйнується, і окислюються деякі сполуки (гумінові), вони надають воді неприємний запах. Кількість озону для

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		30

зnezараження води залежить від забруднення води і варіюється від 1 до 6 мг / л при контакті з водою 8...15 хв. Залишковий озон повинен міститися в межі 0,3...0,5 мг / л, якщо доза буде більше, то в воді з'явиться специфічний запах, з'явиться корозія на елементах системи водопостачання. Озонування забезпечує стійкі органолептичні показники, а також не виділяє високотоксичних елементів в очищену воду. Зnezараження води озонуванням доцільно використовувати при централізованому водопостачанні, тому що даний метод зnezараження води вимагає велику кількість електроенергії, застосування складної апаратури, висококваліфікованого обслуговування.[7,8]

До фізичних способів відноситься і найпопулярніший спосіб ультрафіолетове зnezараження води УФ променями. Ультрафіолетові промені руйнують як вегетативні, так і спорові форми бактерій, зберігаючи органолептичні властивості води. При УФ випромінюванні не виділяються токсичні шкідливі речовини, тому збільшення дози забезпечить збільшення рівня зnezараження. УФ зnezараження води не володіє ефектом післядії. Зnezараження води ультрафіолетом найбільш прийнятно для приватного використання через співвідношення ціни, відсутність складних технологічних елементів, а також мінімального обслуговування.[6,7,9]

Зnezараження питної води ультразвуком забезпечується за рахунок інтенсивних звукових коливань, різних частот, в результаті яких створюється бактерицидну тиск. При різниці тиску відбувається руйнування бактеріальної клітини.

Флокуляція й коагуляція

До фізико-хімічних методів очищення води відносять флокуляцію та коагуляцію, які викликають хімічну взаємодію елементів з дрібнодисперсними та колоїдними домішками. Це дозволяє очистити воду за допомогою вступу їх у відповідну реакцію. Після подібного очищення, у воді з'являться пластівці (завислі речовини), які без перешкод можна механічно видалити або відфільтрувати.[13]

Флокулянти (рос. флокулянты, англ. flocculants; нім. Flockenbildner m, Flockungsmittel n) — речовини (розчини електролітів, ПАР, полімери), які викликають в рідких колоїдно-дисперсних системах флокуляцію.[15]

Використовуються в технологічних процесах водопідготовки, збагачення корисних копалин, закріплення ґрунтів та ін.

Найбільше практичне значення мають полімерні флокулянти для систем з водним дисперсійним середовищем. Більшість з них — розчинні високомол. сполуки лінійної будови, макромолекули яких складаються з однорідних (гомополімери) або різнорідних (кополімери) мономерних ланок.

Молекулярна маса [15,17] таких полімерів варіює в межах 1·10⁴...1,5·10⁷, а довжина молекул ланцюга — від декількох десятків до декількох тисяч Нм. Флокулянти можуть бути як органічними, так і

					РОЗДІЛ 2. ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

неорганічними полімерами. Органічні флокулянти представлені рядом різноманітних природних, штучних і синтетичних полімерів. Флокулянти природного походження: крохмалі, поліальгінати, гуарові смоли, ефір целюлози, лігносульфонові і гумінові кислоти, хітозан, біофлокулянти. Група синтетич. Флокулянт включає: полікислоти та їх солі, поліефіри, поліаміди, поліаміни, поліспирти, акрилові полімери. Серед неорганічних флокулянти промислове застосування має активна кремнекислота, яку отримують конденсацією низкомол. кремнієвих кислот та їх солей. Флокулянти поділяють на нейоногенні і йоногенні (поліелектроліти). Останні, залежно від характеру йонізації, можуть бути аніонними, катіонними і амфотерними. Робочі концентрації флокулянту змінюються в широких межах залежно від їх кількості і дисперсності флокульованої фази, мети і умов флокуляції, типу реагенту.[18]

Широко відомі полімерні флокулянти, які застосовують у збагаченні вугілля.

Наприклад, поліакриламід (неселективний флокулянт), латекс (селективний флокулянт). При підготовці води для промислових та побутових потреб флокулянт використовують у концентраціях 0,1...50 мг/дм³, а при очищенні бурового розчину від шламу 0,1...1,5 г/дм³. У багатьох випадках для підвищення ефективності дії флокулянту їх застосовують у поєднанні з неорганічними коагулянтами.

Коагулянти представляють собою хімічні сполуки, здатні гідролізуватися у воді з утворенням різних коагуляційних структур, що володіють високими адсорбційними й адгезійними властивостями. Колоїдні частинки забруднень, зіштовхуючись із лапатим осадом гідролізованого коагулянту, прилипають до них чи механічно захоплюються розрихленими агрегатами осаду. Освітлення та знебарвлення води коагулюванням звичайно включає приготування розчину коагулянту і його дозування, змішування дозованого розчину з водою, гідроліз коагулянту з утворенням золю й адсорбцією на ньому забруднень води, коагуляцію золю, відстоювання і фільтрування води. Технологічне оформлення цих процесів повинно забезпечувати максимально точне дозування реагентів, гарне змішування, оптимальні умови гідролізу, утворення лапятих частинок і звільнення води від суспензій.[43]

На сучасному етапі розвитку науки значне місце приділяється підбору ефективних реагентів, які використовують в процесах очистки води. Солі багатовалентних металів —сульфати та хлориди алюмінію, Fe²⁺, Fe³⁺ — використовують як коагулянти, які допомагають осіданню завислих у воді забруднень завдяки їх злипанні з молекулами або іонами коагулянта. Процес, в основі якого знаходиться таке явище називається коагуляцією. Правильне використання коагулянтів, дозування та сама технологія процесу коагуляції забезпечують ефективність водоочистки.[44]

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

Як коагулянти на практиці в основному використовують солі алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ і ін.) і заліза (FeCl_3 , FeSO_4 і ін.). Очевидно, що кожен тип коагулянту по-різному поводить себе в тій чи іншій стічній воді. До числа факторів, що впливають на процес коагулювання як у відношенні ефективності очищення води, так і у відношенні властивостей осаду, що утворюється, крім типу коагулянту відносяться значення рН і солеміст оброблюваної води, доза коагулянту, склад домішок, що видаляються, а також температура води. Правильний вибір і облік цих параметрів може значною мірою інтенсифікувати процес коагуляційного очищення природних і стічних вод і підвищити його ефективність.[43,44]

Сульфат алюмінію

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ — основний коагулянт, що застосовується для освітлення і знебарвлення води. Істотний недолік сульфату алюмінію - його чутливість до температури води, яку очищують, що пояснюється великою гідратацією гідроксиду алюмінію при низьких температурах ($\sim 1...2$ °C). Зростання гідратації в цих умовах сприяє стабілізації золю гідроксиду алюмінію, погано коагулюючого в даному випадку іонами HCO_3^- і SO_3^{2-} навіть у концентраціях, у кілька разів перевищуючих їх звичайний вміст у воді. Підвищення стійкості золю сильно впливає на швидкість утворення лапатоного осаду; при використанні сульфату алюмінію в умовах низьких температур спостерігається сповільнення процесу утворення лапатоного осаду, переходу залишкового алюмінію в очищену воду й випаданню осаду гідроксиду алюмінію в трубах.[45]

Сульфат феруму (III)

Сульфат феруму (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (сульфат заліза окисний) звичайно готують розчиненням $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ у H_2O . Продукт кристалічний, дуже гігроскопічний, добре розчиняється у воді. Солі феруму (III), які застосовуються як коагулянти, мають перевагу над $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$. Так, при їхньому використанні поліпшується коагуляція при низьких температурах води, причому на процес мало впливає рН середовища, прискорюється осад зкоагульованих часточок і скорочується тривалість відстоювання (щільність лапатоного осаду $\text{Fe}(\text{OH})_3$, більше, ніж $\text{Al}(\text{OH})_3$). Недолік солей феруму (III) як коагулянтів — необхідність їх ретельного дозування, оскільки його порушення призводить до проскакування заліза в очищену воду. Лапаті частинки $\text{Fe}(\text{OH})_3$ осідають нерівномірно, у зв'язку з чим у воді залишається велика кількість дрібних лапатих часточок, що надходять на фільтри. Ці недоліки значною мірою можна усунути, додавши $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Сульфат феруму (II) $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (залізний купорос), являє собою прозорі зеленувато-блакитні кристали, що швидко буріють на повітрі, насичуючись вологою.[46]

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

Алюмінат натрію.

Алюмінат натрію зазвичай використовують як добавку для інтенсифікації процесу коагуляції домішок води сульфатом алюмінію. Змінюючи співвідношення сульфату алюмінію та алюмінату натрію, можна досягти заданого значення рН, необхідного для задовільної коагуляції різних вод за будь-якої лужності. У водах з низьким значенням рН алюмінат натрію застосовується як основний реагент без сульфату алюмінію. Витрати алюмінату разом із сульфатом алюмінію коливаються в межах 0,5...2 мг/дм³ за аіоз.[48]

2.2. Заходи щодо удосконалення технології та обґрунтування підвищення ефективності підготовки води.

З метою вирішення поставленої мети дипломним проектом передбачено наступні заходи:

- здійснити переоснащення обладнання станції фільтрації шляхом заміни фільтруючого матеріалу, у фільтрах механічної дії;
- встановити іонообмінний фільтр;
- встановити систему зворотного осмосу;

2.3. Опис удосконаленої технологічної схеми відділення водопідготовки.

З артезіанської свердловини Бучакського горизонту глибинними насосами з продуктивністю 10 м³/год, вода подається в накопичувальну ємність, звідки потрапляє в цех підготовки і розливу води. Подача води проводиться автоматично по мірі наповнення та витрачання води в ємності. Вода, яка надходить в цех для знезараження проводиться за допомогою озонатора. Концентрація озону у воді озонатора - 0,05...0,30 ppm. Концентрацію озону вимірюють 4 рази на зміну, за ДСТУ 18301-72.

Після озонаторної установки вода проходить через механічний фільтр (FilterAG (Clack Corporation, США) – фільтруючий матеріал на основі кварцового піску). Фільтри мають високу ефективність очищення води від механічних домішок 10...30 мікрон. Для регенерації фільтри оснащені автоматичним пристроєм зворотнього промивання. Промивання обладнання становить один раз в тиждень, що відповідає плану дезінфекції обладнання. Для регенерації одного фільтра витрачається 10 м³ води.

Далі вода надходить на знезалізнювач з засипкою типу «Greensand Plus», де видаляються сполуки заліза і марганцю, а також сірководню. Для регенерації фільтр оснащений автоматичним пристроєм зворотнього промивання. Згідно з планом дезінфекції обладнання періодичність промивки відбувається один раз в тиждень. На регенерацію витрачається 10 м³ води.

Для комплексного очищення води від загальної твердості, сполук заліза, органічних домішок, марганцю, амонію та ін. Вода потрапляє у фільтраційну установку, фільтруючим елементом в якій є іонообмінна смола.

					РОЗДІЛ 2. ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

Періодичність регенерації визначається кількістю води, яке може пройти через пом'якшувач до його повного виснаження, і розраховується з урахуванням безлічі факторів, таких як параметри смоли, якість води, величини її витрати. Сигнал на початок регенерації в керуючий блок подається спеціальним витратоміром. Безпосередньо відновлення властивостей іонообмінної смоли здійснюється при подачі в фільтр водного розчину високо очищеної кухонної солі (NaCl) за рахунок зворотнього заміщення накопичених в смолі іонів кальцію і магнію на іони натрію. Потім всі забруднення вимиваються з фільтра в дренаж. В цей час працює другий іонообмінний фільтр. Система оснащена автоматичним керуванням.

Після цього вода потрапляє на перший ступень зворотно осмотичної установки. Установка обладнана високопродуктивними мембранними модулями з селективністю яких становить не менше 98,9%. Перший етап зворотного осмосу складається з 12 мембранних елементів. З другого етапу зворотного осмосу концентрат направляється на розведення живильної води, яка надходить на перший етап. Очищена вода надходить через систему мінералізації в накопичувальну ємність (вміст розчинених солей < 10 мг/л).

Кількість очищеної води становить 85% від кількості води, поданої на вхід. Відкид становить 15% від кількості вхідної води. З часом це співвідношення може змінитись.

Прийняті бутлі зі складу передаються на ділянку підготовки для проведення їх огляду на предмет виявлення сторонніх запахів, забруднень та сторонніх предметів.

Придатні для виробництва бутлі передаються в цех.

Перед наповненням вони проходять перевірку на предмет виявлення мікротріщин на лик-тестері.

Бутлі, відбраковані лик-тестером, просверлюються і передаються назад на ділянку підготовки бутлів.

Браковані бутлі на ділянці підготовки передаються для утилізації на склад готової продукції.

Полоскання і мийка бутлів здійснюються автоматично в мийно-розливній машині. Транспортування бутлів здійснюється за допомогою конвеєра послідовно через ділянки полоскання та мийки. Бутлі послідовно проходять через ділянки з попереднім миттям з використанням щіток, безпосередньо мийки з використанням розчину миючого засобу, полоскання і остаточного ополіскування.

Відповідні розчини розташовані у нижній частині бункера мийно-розливного агрегату. З бункерів під тиском розчини вприскуються на внутрішні і зовнішні поверхні бутлів з використанням форсунок.

Вода для кінцевого полоскання подається через зворотний клапан безпосередньо з наповнюючого трубопроводу.

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

Для приготування миючого розчину використовується рідина «Cspecialliquid» фірми “Anti-Gern”, концентрація якого підтримується автоматично.

Готовий питна вода (продукт) надходить на блок розливу, який вбудований в мийно-розливний агрегат, а далі на закупорювання бутлів. Через наливні штоки на внутрішньому конвеєрі проводиться автоматичне заповнення бутлів. Повнота наливу контролюється лічильниками.

Закупорювання проводиться автоматично всередині мийно-розливного агрегату. Закупорений бутель по конвеєру надходить на пристрій маркування. Потім оператор надягає на шийку бутля термоковпачок, який оплавляється, проходячи через блок «Heattunnel» і щільно обтягує пробку. Також на цьому етапі оператором проводиться огляд повних бутлів на наявність сторонніх включень.

Відбір води для приймання проводиться по ТУ У 30059069.001-98, яке здійснюється партіями.

Готова продукція операторами цеху упаковується в контейнери, які в подальшому транспортуються до місця зберігання.

Після впровадження запропонованих заходів змінилися. Зокрема, слід зазначити, що при заміні у фільтрі – знезалізальніювачі фільтруючої засипки «Pyrolox» на «GreensandPlus» (пісок покритий діоксидом марганцю має широкий діапазон та ефективне видалення сірководню, заліза і марганцю). Вміст заліза знизився на 66,6%, показники марганцю знизились на 50%.

Встановлення іонообмінного фільтра дало нам змогу пом'якшити воду шляхом видалення з води іонів кальцію (Ca^{2+}) та магнію (Mg^{2+}), що зумовлюють твердість води та їх заміни на більш м'якші сполуки натрію (Na^+) та калію (K^+). Показник жорсткості знизився на 29%.

При запровадженні системи зворотного осмосу відбувається процес «демінералізації» - розділення води на два потоки, демінералізовану воду – «перміат» (вода готова для споживання) і воду з підвищеним вмістом солей – концентрат, який автоматично видаляється в каналізацію. Дана система призначена для розділення води через напівпроникну мембрану під дією прикладеного до води тиску більшого ніж її осмотичний тиск.

					РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість природної води характеризується бактеріальними забрудненнями і фізико-хімічними властивостями. Фізичні властивості – каламутність, кольоровість, температура; органолептичні – смак і запах, присмак.

Бактеріальні і вірусологічні забруднення води оцінюють за допомогою показників колі-індекс, колі-титр, загальне мікробне число. У відкритих водоймищах містяться також різноманітні дрібні рослинні й тваринні організми, що знаходяться у завислому стані (планктон) або прикріплені до дна водоймища (бентос).

Хімічні властивості обумовлюються вмістом у воді розчинених хімічних речовин. До цієї групи відносять сухий залишок, твердість, окислюваність, активна реакція середовища, вміст заліза, марганцю, сполук кремнію, хлоридів, сульфатів, фтору, йоду та ін.

Перевірка придатності води для питних цілей і вибір відповідних методів обробки, можуть бути здійснені при наявності повного аналізу води з визначенням таких показників: завислі речовини, сухий залишок, водневий показник (рН), кольоровість, окислюваність, вільна вуглекислота, загальна лужність, твердість загальна, твердість карбонатна, вміст основних катіонів і аніонів. Залежно від виду джерела водопостачання потрібно мати кілька аналізів, що характеризують вихідну воду.

Таблиця 3.1 Аналіз вихідної води з підземного джерела

Найменування показників	Показники артезіанської води
Органолептичні показники	
Запах, бал	2-3
Кольоровість, град	4
Каламутність, мг/дм ³	0,15
Загальні показники	
рН	7,20
Твердість, мг-екв/дм ³	5,84
Лужність, мг-екв/дм ³	3,20
Окислюваність перманганатна, мгО/дм ³	2,40
Неорганічні показники	
Азот амонійний, мг/дм ³	1,81
Гідрокарбонати, мг/дм ³	195,0
Залізозаг., мг/дм ³	6,67
Марганець, мг/дм ³	0,63

Продовження таблиці 3.1

Кальцій, мг/дм ³	91,9
Магній, мг/дм ³	15,0
Нітрити, мг/дм ³	<0,02
Сульфати, мг/дм ³	53,4
Хлориди, мг/дм ³	44,6

Вимоги до готової продукції.

Якість води — це сукупність хімічних та біологічних складових, а також фізичних властивостей води, яка дозволяє визначати ступінь її забрудненості (чи чистоти) та придатності до конкретних видів водокористування та водоспоживання.

Державними стандартами найбільша увага приділяється вимірюванню фізико-хімічних та бактеріологічних показників якості води, тобто достатню інформацію про якість води можна отримати, встановлюючи лише фізико-хімічні та бактеріологічні показники якості. Органолептичні та біологічні показники, якоюсь мірою, є похідними від них.

Критерієм якості води є знаходження значень відповідних показників її якості в заданих державними чи науковими стандартами інтервалах. Характеристика готової продукції – вода питна за своєю якістю має відповідати ДСанПіН 2.2.4-171-10 [2].

Таблиця 3.2 Показники якості води після очищення

Найменування показників	Результати визначення	Норми ДСанПіН 2.2.4-171-10
Запах, бал	0	2
Кольоровість, град	0	20
Каламутність, мг/дм ³	0	1,5
pH	7,06	6,5–8,5
Твердість, мг-екв/дм ³	2,4	1,5-7,0
Лужність, мг-екв/дм ³	1,8	0,5-6,5
Окислюваність перманганатна, мгО/дм ³	1,5	5,0
Азот амонійний, мг/дм ³	0,05	0,5(<0,05)**
Гідрокарбонати, мг/дм ³	109,8	30-400
Залізоzag., мг/дм ³	0,1	0,20(<0,05)**
Марганець, мг/дм ³	0,05	0,05
Кальцій, мг/дм ³	80,9	130(50-70)**
Магній, мг/дм ³	18,3	10-80(10-15)**
Нітрити, мг/дм ³	<0,01	0,5(<0,01)**
Сульфати, мг/дм ³	27,1	250 (<25)**
Хлориди, мг/дм ³	14,8	250 (<20)**

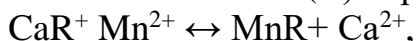
** – Бажаний діапазон для показників якості екологічно чистої підземної води.

Характеристика завантаження фільтрів.

Для фільтрів знезалізнення пропоную використовувати цеолітовий туф (далі – кліноптилоліт) Сокирницького родовища (Закарпатський регіон України), який містить 60...90% кліноптилоліту та 10...40% інертних включень (кварцу, слюди, польового шпату тощо)[18]. У порівнянні з відомими завантаженнями такого типу (Birm, Greensand та ін.) цей матеріал у кілька разів є дешевшим, видобувається безпосередньо на Закарпатті тому є найбільш економічно доцільним.

На відміну від заліза, манган дуже повільно окиснюється киснем повітря при $pH < 8$ і лише після підвищення pH до 9,5 можна досягти істотного збільшення швидкості окиснення в напрямі: $Mn(II) \rightarrow Mn(III) \rightarrow Mn(IV)$. Відомо також, що вищі оксиди мангану (Mn_3O_4 , MnO_2) є каталізаторами процесу окиснення $Mn(II)$ і тому на сьогодні найраціональнішим є шлях окиснення іонів $Mn(II)$ під час фільтрування крізь завантаження, яке модифіковане вищими оксидами мангану (в основному MnO_2), звідки випливає, що принципово процеси знезалізнення та деманганації подібні між собою, але відрізняються активністю середовища, в якому вони відбуваються.[15]

Для нанесення плівки діоксиду мангану (MnO_2) на поверхню завантаження застосований безтермічний метод, в основі якого лежить іонний обмін. Метод полягає в обробці кліноптилоліту розчином солі двовалентного мангану з подальшим окисненням введеного таким чином в обмінний комплекс $Mn(II)$ перманганатом калію за реакціями:



де Me^+ – катіони K^+ або Na^+ , а природний кліноптилоліт (R) для простоти наведений у вигляді кальцієвої форми. В другому рівнянні діоксид мангану, що утворився, і кліноптилоліт представлені у вигляді одного продукту реакції, щоб підкреслити міцний зв'язок кластерів MnO_2 з поверхнею кліноптилоліту.[15]

Очищення артезіанської води від іонів заліза та мангану можна здійснювати в одну стадію, але в такому разі витрата модифікованого сорбента-каталізатора зростає настільки, що його використання стає недоцільним і не завжди задовольняє потреби існуючих нормативних документів щодо якості питної води, призначеної для споживання людиною. Тому уданій роботі застосовуємо комплексну двостадійну схему очищення води на фільтрах із зернистим завантаженням. На першій стадії з води вилучається залізо, на другій – манган.[20]

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.

4.1. Вихідні данні до технологічних розрахунків.

Продуктивність по очищеній воді L_K , м³/доб – 240.

Загальний солевміст вхідної води x_0 , мг/дм³ – 400 (до 1000).

Вихід перміатуа, % - 75.

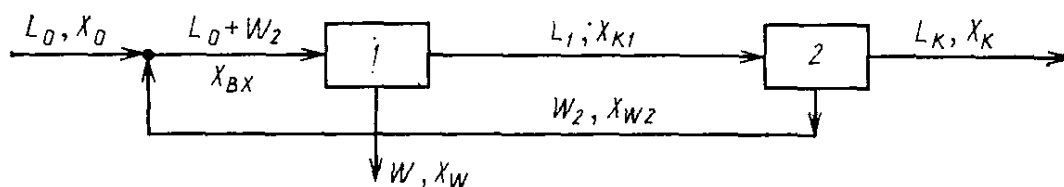
Селективність мембран φ , % – 99,8.

Вимоги до якості вихідної води після другого ступеня зворотного осмосу:

($x_K = 1,96$ мг/дм³).

Розрахунок матеріального балансу зворотного осмосу.

Схематичне зображення двоступінчатої схеми зворотного осмосу наведено на рисунку.



1,2 – перша та друга ступінь зворотного осмосу відповідно..

У цій схемі перміат, отриманий з другого по ходу рідини апарату, повертається в перший апарат і, таким чином, забезпечується підвищена ступінь очистки. Використовуючи позначення потоків і концентрацій, прийняті на рисунку, рівняння матеріального балансу, отримаємо рівності:

$$L_K + W = L_0;$$

$$240 + 106,7 = 346,7;$$

$$L_K \cdot x_K + W \cdot x_W = L_0 \cdot x_0;$$

$$240 \cdot 1,96 + 106,7 \cdot 1293,2 = 346,7 \cdot 400;$$

$$138680 = 138680;$$

$$L_K + W_2 = L_1;$$

$$240 + 80 = 320;$$

$$L_K \cdot x_K + W_2 \cdot x_{W_2} = L_1 \cdot x_{K_1};$$

$$240 \cdot 1,96 = 320 \cdot 1,47;$$

$$470,4 = 470,4;$$

$$L_0 \cdot x_0 + W_2 \cdot x_{W_2} = (L_0 + W_2) \cdot x_{BX};$$

$$346,7 \cdot 1,96 + 80 \cdot 9,05 = (346,7 + 80) \cdot 326,7;$$

$$139404 = 139404;$$

$$\frac{L_K}{L_1} = \left(\frac{x_K}{x_{K_1}}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}};$$

$$\frac{240}{320} = (1,96/1,47)^{-1,007};$$

$$0,75 = 0,75;$$

де a знаходиться з виразу:

$$\varphi = 1 - a = \text{const.}$$

$$a = 1 - 0,993 = 0,007.$$

4.2. Продуктові розрахунки.

Витрати води питної.

На 1 м^3 води очищеної витрачається води питної:

$$\beta_{\text{вод.питн.1}} = \frac{L_0}{L_K};$$

$$\beta_{\text{вод.питн.1}} = \frac{346,7}{240} = 1,444 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}.$$

Витрати води питної на промивку фільтрів незалізніювачів:

$$\beta_{\text{вод.питн.2}} = \frac{n \cdot L_{pr} \cdot \tau \cdot N}{L_K}$$

де n – кількість промивок за добу ;

L_{pr} – витрата води на промивку одного фільтру, $\text{м}^3/\text{год}$ [4];

τ – час промивки фільтру, год;

N – кількість механічних фільтрів:

$$\beta_{\text{вод.питн.2}} = \frac{1 \cdot 65 \cdot 0,1 \cdot 3}{240} = 0,054 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}.$$

Витрати води питної для розведення концентрату після першого ступеня ЗО до норм, за яких дозволяється його скидання в каналізацію:

$$\beta_{\text{вод.питн.3}} = \frac{x_w \cdot W - x_{\text{норм.}} \cdot W}{x_{\text{норм.}} - x_0} \cdot \frac{1}{L_K}$$

де $x_{\text{норм.}}$ – солевміст води, яку дозволяється скидати в каналізацію, $\text{мг}/\text{м}^3$:

$$\beta_{\text{вод.питн.3}} = \frac{1293,2 \cdot 106,7 - 1000 \cdot 106,7}{1000 - 400} \cdot \frac{1}{240} = 0,217 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}.$$

Витрати води питної для розведення стоків після хімічної чистки мембранних модулів:

$$\beta_{\text{вод.питн.4}} = \frac{V_{\text{розв.}}}{T_{\text{пром.}} \cdot L_K}$$

де $V_{\text{розв.}}$ – об'єм води питної, яка подається в бак для розведення, м^3 ;

$T_{\text{пром.}}$ – час роботи мембранних блоків між промивками, діб:

$$\beta_{\text{вод.питн.4}} = \frac{80}{100 \cdot 240} = 0,003 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}.$$

4.3. Розрахунки витрат і запасів основної і додаткової сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів.

Витрати солі на регенерацію фільтрів.

Для регенерації використовують сіль хлорид натрію, в кількості (30...45) кг на одну регенерацію. За один день проводять дві регенерації, тоді витрата солі складає:

$$\beta_{\text{солі}} = \frac{n(\text{рег.}) \cdot g}{L_K}$$
$$\beta_{\text{солі}} = \frac{2 \cdot 30}{240} = 0,25 \text{ кг солі/м}^3.$$

Витрата води на розведення солі (до 8%-го водного розчину):

$$\beta_{\text{вод.питн.4}} = \frac{n(\text{рег.}) \cdot g \cdot \left(\frac{100\%}{8\%} - 1\right)}{L_K \cdot 1000}$$
$$\beta_{\text{вод.питн.4}} = \frac{2 \cdot 30 \cdot \left(\frac{100\%}{8\%} - 1\right)}{240 \cdot 1000} = 0,0029 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Витрати промивного розчину.

Для промивки мембран використовується 2%-вий розчин цитратної кислоти та 0,1%-вий розчин гідроксиду натрію.

Витрати промивного розчину кислоти:

$$\beta_{\text{пром.кислоти}} = \frac{L_{\text{пром.к-ти}} \cdot \tau \cdot N}{T_{\text{пром.}} \cdot L_K}$$

де $L_{\text{пром.к-ти}}$ – витрата розчину кислоти на промивку однієї мембрани, м³/год;

τ – час промивки мембрани, год;

N – кількість мембран:

$$\beta_{\text{пром.кислоти}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 52}{100 \cdot 240} = 0,013 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Витрати промивного розчину гідроксиду натрію:

$$\beta_{\text{пром.лугу}} = \frac{L_{\text{пром.лугу}} \cdot \tau \cdot N}{T_{\text{пром.}} \cdot L_K}$$

де $L_{\text{пром.лугу}}$ – витрата розчину гідроксиду натрію на промивку однієї мембрани, м³/год;

$$\beta_{\text{пром.лугу}} = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 52}{100 \cdot 240} = 0,0163 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Витрати води на розведення стоків регенерації

Фільтри механічні та знезалізнювачі регенеруються за допомогою 8%-го розчину хлориду натрію (80 000 мг/дм³). Отже, після регенерації утворюється розчин, з концентрацією хлоридів $Cl^- = 48\,550$ мг/дм³. Об'єм цього розчину:

					РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

$$V_{\text{рег.р-ну}} = (\beta_{\text{соли}} + \beta_{\text{води}}) \cdot L_K = \left(\frac{0,25}{2,17 \cdot 1000} + 0,0029 \right) \cdot 240 = 0,756 \frac{\text{м}^3}{\text{доба}}$$

Необхідний об'єм води для розведення такого розчину до $C = 240 \text{ мг/м}^3$:

$$V_{\text{води на розв.}} = \frac{V_{\text{рег.р-ну}} \cdot C_{\text{Cl}^-} - V_{\text{рег.р-ну}} \cdot C}{C - 1} = \frac{0,756 \cdot 48\,550 - 0,756 \cdot 240}{240 - 1} = 152,8 \frac{\text{м}^3}{\text{доба}}$$

Витрати води на розведення стоків:

$$\beta_{\text{вод.питн.6}} = \frac{V_{\text{води на розв.}}}{L_K} = \frac{152,8}{240} = 0,64 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

Сумарно води питної в схемі витрачається:

$$\beta_{\text{вод.питн.}} = \sum_{i=1}^m \beta_{\text{вод.питн.}i} = 1,444 + 0,054 + 0,217 + 0,003 + 0,0029 + 0,64 = 2,36 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

4.4. Вибір і розрахунки продуктивності обладнання.

Розрахунок та вибір апарату для зворотного осмосу.

Продуктивність по перміату першої ступені зворотного осмосу:

$$W_{in} = (W_2 + L_0) - W = 426,7 - 106,7 = 320 \frac{\text{м}^3}{\text{доба}} = 13,3 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

де W_2 – витрата концентрату після 2 ступеня зворотного осмосу, $\text{м}^3/\text{добу}$; L_0 – витрата живильної води, $\text{м}^3/\text{добу}$; W – витрата концентрату після 1 ступеня зворотного осмосу, $\text{м}^3/\text{добу}$;

Знаходимо необхідну робочу площу мембран:

$$F_p = \frac{W_{in}}{G},$$

де G – питома продуктивність мембрани:

$$G = \frac{G_{in}}{S},$$

де G_{in} – продуктивність мембрани, $\text{м}^3/\text{год}$, 1,25;

S – площа однієї мембрани, м^2 , 41:

$$G = \frac{1,25}{41} = 0,03 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

$$F_p = \frac{13,3}{0,03} = 443,3 \text{ м}^2.$$

Кількість мембранних модулів:

$$n_{\text{мод}} = \frac{F_p}{S},$$

За заданою продуктивністю підходять дві системи зворотного осмосу для першого ступеня: NerexBWRO1284-S та EcosoftMO-16 S-MAXI.

					РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

Вибираємо системуNerexBWRO1284-S, оскільки вимоги до вихідної води нижчі, ніж у

EcosoftMO-16 S-MAXI. Також менша витрата електроенергії та води на промивку. Ця система використовується на фармацевтичних, харчових, електронних виробництвах, а також в енергетиці.

Вимоги до якості води, яка подається на першу ступень зворотного осмосу, наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Параметр	Розмірність	Значення параметру
Температура води	°C	4...45
Залишковий хлор, не більше	мг/дм ³	0,1
Твердість(при введенні антискаланта), не більше	мг-екв/дм ³	60
Залізо, не більше	мг/дм ³	0,1
Окиснюваність, не більше	мг О ₂ /дм ³	4,0
Мутність, не більше	мг/дм ³	2
Солевміст, не більше	мг/дм ³	6000

Робочі та технічні характеристики системи зворотного осмосу наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Параметр	Розмірність	Значення параметру
Продуктивність	м ³ /год	12 ... 15
Електроживлення	В, Гц	380/50
Потужність насосу	кВт	15
Тиск на вході	МПа	0,1...0,6
Споживання води в режимі гідравлічної промивки	м ³ /год	20,0... 25,0
Робочий тиск в модулі	МПа	1,2...1,6
Діаметр підключень:		
Вхід установки	Фланець	DN50
Вихід перміату	Фланець	DN50
Вихід концентрату	Фланець	DN50
Габарити установки (Ш-Д-В)	мм	4000-1800-1800

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Склади реагентів необхідно розраховувати на зберігання 30-добового запасу, враховуючи період максимального споживання реагентів, але не менше обсягу їх разової поставки.

Склад слід проектувати в залежності від виду реагенту на сухе або мокре зберігання у вигляді концентрованого розчину. При обсягах разової поставки, що перевищує 30 діб споживання реагентів, які зберігаються в мокрому вигляді, допускається влаштування додаткового складу для сухого зберігання частини реагентів у закритих складах[37].

Загальна ємність розчинних баків (не менше трьох) повинна бути пов'язана з об'ємом разової поставки реагенту.

Склади для зберігання реагентів (крім хлору та аміаку) слід розташовувати поблизу приміщень для приготування їх розчинів і суспензій.

У складі слід передбачати пристрої для транспортування реагентів у нестационарній тарі (контейнери, балони).

Розрахунок ємностей для зберігання фільтруючих матеріалів і підбір обладнання слід проводити із розрахунку 10 %-вого щорічного поповнення та обміну фільтруючого завантаження і додаткового аварійного запасу на перевантаження одного фільтра при кількості їх на станції до 20 і двох – при більшій кількості.

Транспортування фільтруючих матеріалів слід приймати гідротранспортом.

Розвантажувальні роботи і транспортування реагентів на складах і всередині станцій повинні бути механізовані.

Розрахунок тимчасових складських і побутових приміщень.

Склад приймаємо тільки для зберігання інструменту, матеріалів і труб, які по мірі доставки, розкладаються по трасі, а потім укладаються в траншею. Необхідна площа складу 18 м².

Розрахунок побутових приміщень.

Площу побутових будівель різного призначення визначаємо за формулою:

$$P_{тр} = C_p \times P$$

де P_n - нормативний показник площі будівель;

P - чило працюючих в найбільш чисельну зміну;

У проекті, число робітників у найбільш численну зміну-15 чол. Чисельність ІТП приймається - 14% від цієї кількості: $15 \times 0,14 = 2$ чол., а МОП береться 4% від цієї кількості: $15 \times 0,04 = 1$ чол.

Вибір типів тимчасових будівель.

1) Кімната для відпочинку прийому їжі і обігріву – 1 будівля пересувного типу 4078 – 1.00.00.000.СБ, корисною площею 15 м², розміри $6,5 \times 2,6 \times 2,8$ м.

					РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

2) Об'єднуємо приміщення для зборів і контору – 1 будинок контейнерного типу "Комфорт", корисна площа 27 м², розміри 9 × 3 × 3 м.

3) Об'єднуємо: душову, умивальну і гардероб. $F=0,8 + 11,7 + 3,2 = 15,7$ м² – 1 будівля типу ЦТС 420-01, розміри 3 × 9 м.

4) Вбиральня – тип: туалет на два відділення 494-4-13, площа 4,3 м², розміри 2,7 × 2,8 м.

5) Склад – інвентарний тимчасовий будинок збірно-розбірного типу, серії - НТЗ, з габаритами : довжина - 3 м: ширина - 6 м; висота - 3 м.

					РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок баку для накопичення води.

В відділенні підготовки води очищеної після теплообмінника, який підігріває воду до необхідної температури є бак для акумулювання підігрітої води. Розрахунок цієї ємності проводиться за рівнянням:

$$V_p = W \cdot \tau,$$

де W - об'ємна витрата рідини, м³/год;

τ - час перебування рідини в ємності, год.

Обираємо час перебування рідини в ємності 40 хвилин.

Геометричний об'єм ємності більше робочого на 10..15%, що враховується при виборі ємності.

Розрахуємо об'єм баку для акумулювання води питної:

$$V_p = 14.40 \cdot 0.6 = 8.64 \text{ м}^3$$

Якщо врахувати надбавку 15 %, то геометричний об'єм ємності складатиме 5 м³.

Обираємо ємність, прямокутну в плані з параметрами: висота 5,2 м, ширина 3 м, довжина 3 м, виготовлену з поліпропілену.

Розрахунок насосу.

Насос для перекачування води при температурі 20 °С з баку в апарат, що працює під надмірним тиском 0,1 МПа. Витрата води $Q = 0,004$ м³/с. Геометрична висота підйому води 1,5 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 3 м. На лінії нагнітання є 3 відведення під кутом 90° з радіусом повороту, рівним шести діаметрам труби, і 2 нормальних вентиля. На всмоктувальній ділянці трубопроводу встановлено 1 прямоточний вентиль.

Вибір трубопроводу [14].

Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу приймемо однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 2 м/с. Тоді мінімальний діаметр рівний:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,004}{3,14 \cdot 2}} = 0,07 \text{ м.}$$

Вибираємо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 80 мм з товщиною

стілки 4 мм. Тоді внутрішній діаметр $d = 0,072$ м. Фактична швидкість води в трубі:

$$w = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,004}{3,14 \cdot 0,072^2} = 0,98 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

Знаходимо значення критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu},$$

					РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

де μ – динамічна в'язкість води, Па·с:

$$Re = \frac{0,98 \cdot 0,072 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 70243.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим. Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м. Тоді:

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,072} = 0,0028.$$

Розрахунок втрат на тертя λ слід проводити по формулі:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(0,0028 + \frac{68}{70243} \right)^{0,25} = 0,027.$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної лінії.

Для всмоктувальної лінії:

1) Вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$.

2) Прямоточні вентиля: для $d = 0,072$ м, $\xi_\alpha = 0,6$.

Домножуючи на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо $\xi_2 = 0,55$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,55 = 1,05.$$

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо по формулі:

$$h_{II} = \left(\lambda \frac{l}{d_e} + \Sigma \xi_{M.C} \right) \frac{\omega^2}{2g},$$

де l , d_e - відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

$$h_{n.ec} = \left(0,026 \frac{2}{0,072} + 1,05 \right) \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,09 \text{ м.}$$

Для нагнітальної лінії:

1) Відведення під кутом 90° : коефіцієнт $A = 1$, коефіцієнт $B = 0,09$;

$\xi_1 = 0,09$.

2) Вентилі: для $d = 0,06$ м $\xi = 3,9$, для $d = 0,08$ м $\xi_\alpha = 4$. Приймаємо для $d = 0,072$ м $\xi_2 = 3,96$.

3) Вихід з труби: $\xi_3 = 1$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії:

$$\Sigma \xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 2 \cdot 0,09 + 3 \cdot 3,96 + 1 = 9,19.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

$$h_{n.nag} = \left(0,026 \frac{3}{0,072} + 9,19 \right) \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,5 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{emp} = h_{n.ec} + h_{n.nag} = 0,09 + 0,5 = 0,59 \text{ м.}$$

Вибір насоса.

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_T + h_{emp},$$

де p_1 – тиск в апараті, з якого перекачується рідина,

					РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО	Арк.
					ОБЛАДНАННЯ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		48

p_2 – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па;

H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 1,5 + 0,59 = 12,3 \text{ м вод.ст.}$$

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Визначимо корисну потужність насоса:

$$N_{\Pi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,004 \cdot 12,3 = 481,7 \text{ Вт} = 0,482 \text{ кВт.}$$

Приймаючи К.К.Д. передачі $\eta = 1$ і $\eta_{\text{H}} = 0,6$ (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдемо потужність на валу двигуна:

$$N = N_{\Pi} / (\eta_{\text{H}} \cdot \eta_{\text{ПЕР}}) = 0,482 / (0,61) = 0,8 \text{ кВт.}$$

Заданим подачі і напору більше всього відповідає відцентровий насос марки CDXM 200/12, $Q = 15 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 12,5 \text{ м}$, $\eta_{\text{H}} = 0,6$.

Розрахунок та вибір УФ-фільтру.

Даний тип фільтру встановлюється в відділенні перед першим ступенем зворотного осмосу.

Розрахунковий бактерицидний потік визначається за формулою [15]:

$$F_{\sigma} = - \frac{q \cdot a \cdot k \cdot \lg \frac{P}{P_0}}{1563,4 \cdot \eta_n \cdot \eta_0},$$

де q – витрата води, що подається на знезараження, $\text{м}^3/\text{год}$;

a і k – коефіцієнти [15, стор. 210];

P_0 – колі-індекс води до знезараження, од./ м^3 ;

P – колі-індекс води після знезараження, од./ м^3 ;

η_n – коефіцієнт використання бактерицидного потоку; для установки з зануреним джерелом випромінювання приймається 0,9 [15];

η_0 – коефіцієнт використання бактерицидного потоку, що залежить від товщини шару води, приймається 0,9 [11]:

$$F_{\sigma} = - \frac{14,4 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \lg \frac{1}{3000}}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 14,8 \text{ Вт.}$$

Число ламп (камер):

$$n = \frac{F_{\sigma}}{F_n},$$

де F_n – розрахунковий потік лампи після (4500÷5000) годин роботи, Вт:

$$n = \frac{14,8}{4} = 4.$$

За цими даними обираємо фільтр бактерицидний ультрафіолетовий типу Sterilight SV50 Light Commercial з характеристиками, що наведені в таблиці 6.1.

					РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

Таблиця 6.1.

Технічна характеристика	Одиниці виміру	Значення
Продуктивність	м ³ /год	18,2
Ресурс роботи	год	9 000
Максимальний тиск	МПа	0,86
Температура води	°С	2 ÷ 40
Потужність лампи	Вт	230
Напруга живлення	В/Гц	220/50
Габаритний розмір Довжина/Діаметр	мм	1030/100

Розрахунок бактерицидного фільтра після другого ступеня зворотного осмосу

Розрахунковий бактерицидний потік визначається за формулою:

$$F_6 = - \frac{10 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \lg \frac{1}{3000}}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 10,3 \text{ Вт.}$$

Число ламп (камер):

$$n = \frac{10,3}{4} = 3.$$

За цими даними обираємо фільтр бактерицидний ультрафіолетовий типу Sterilight S80 Light Commercial з характеристиками, що наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Технічна характеристика	Одиниці виміру	Значення
Продуктивність	м ³ /год	11,4
Ресурс роботи	год	9 000
Максимальний тиск	МПа	0,86
Температура води	°С	2...40
Потужність лампи	Вт	230
Напруга живлення	В/Гц	220/50
Габаритний розмір Довжина/Діаметр	мм	1030/100

Розрахунок фільтру знезалізнання

Використовується фільтр знезалізнання з загрузкою типу Greensand. Загальна площа фільтрів розраховується за формулою: [22]:

$$F = \frac{Q}{v(T - n_0 \tau_{пр}) - 3,6 n_0 \tau_{пр} q}$$

де Q – корисна потужність станції, м³/добу;

T – час роботи станції протягом доби, год;

v – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год;

					РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

$\tau_{\text{пр}}$ – час простою фільтру у зв'язку з промивкою, год;
 n_0 – число промивок кожного фільтру за добу;
 q – інтенсивність промивки, $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{м}^2$;

$$F_{\phi} = \frac{240}{7 * (24 - 0,33 * 2) - 3,6 * 0,33 * 2 * 3,6} = 1,6 \text{ м}^2.$$

Розрахуємо необхідну кількість фільтрів :

$$N_{\text{тм}} = \sqrt{F_{\text{тм}}} / 2 = \sqrt{1,6} / 2 = 1.$$

Оскільки це підприємство з продуктивністю 240 м^3 /добу, тому ставимо, ще один фільтр, як резервний.

Загальну висоту корпусу фільтра отримують (в м) отримують за формулою:

$$H_{\phi} = h_0 + h + D_k + l_1$$

де h_0 – висота шару води, що знаходиться над утримуючою решіткою фільтрів, м;

h – висота запасу стінки корпусу фільтра над максимальним рівнем води,

D_k – діаметр колектора збірно-розподільчої системи, м;

l_1 – висота шару фільтруючого матеріалу, Greensand

$$H_{\phi} = 0,3 + 0,2 + 0,25 + 4,25 = 5 \text{ м.}$$

За розрахованими характеристиками обираємо фільтр компанії NerexIF3072-СТ. Він є найефективнішим серед інших фільтрів інших компаній. Технічні характеристики знаходяться у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3.

Параметр	Розмірність	Значення параметру
Продуктивність при 15°C	$\text{м}^3/\text{год}$	10...11,9
Витрата води на 1 регенерацію	м^3	3,7
Вихідний тиск	атм	2...5
Втрата тиску	атм	0,5...1,5

Вимоги до якості води, яка подається на першу ступень зворотного осмосу, наведена в таблиці 6.4

Таблиця 6.4

Показник	Розмірність	Гранично допустиме значення, не більше
Мутність	мг/л	4
Окислюваність	мг/л	8
Залізо	мг/л	20
Марганець	мг/л	1
Залишковий хлор	мг/л	10
Рейтинг префільтра	мкм	200

Розрахунок механічного фільтру:

Використовується механічний фільтр з загрузкою антрациту, повсті та кварцового піску. Загальна площа фільтрів розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q}{v(T - n_0 \tau_{пр}) - 3,6 n_0 \tau_{пр} q}$$

де Q – корисна потужність станції, м³/добу;

T – час роботи станції протягом доби, год;

v – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год;

$\tau_{пр}$ – час простою фільтру у зв'язку з промивкою, год;

n_0 – число промивок кожного фільтру за добу;

q – інтенсивність промивки, дм³/с*м²;

$$F_{\phi} = \frac{240}{8 * (24 - 0,35 * 2) - 3,6 * 0,35 * 2 * 3,6} = 1,4 \text{ м}^2.$$

Розрахуємо необхідну кількість фільтрів :

$$N_{\text{тм}} = \sqrt{F_{\text{тм}}} / 2 = \sqrt{1,6} / 2 = 1.$$

Оскільки це підприємство з продуктивністю 240 м³/добу, тому ставимо, ще один фільтр, як резервний.

Загальну висоту корпусу фільтра отримують (в м) отримують за формулою:

$$H_{\phi} = h_0 + h + D_k + l_1 + l_2 + l_3$$

де h_0 – висота шару води, що знаходиться над утримуючою решіткою фільтрів, м;

h – висота запасу стінки корпусу фільтра над максимальним рівнем води в ньому, м;

D_k – діаметр колектора збірно-розподільчої системи, м;

$l_{1,2,3}$ – висота шару фільтруючого матеріалу, антрациту, повсті та кварцового піску відповідно;

$$H_{\phi} = 0,25 + 0,18 + 0,2 + 1,8 + 1,1 + 1,2 = 4,73 \text{ м.}$$

					РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

РОЗДІЛ 7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ISO 9000 ТА НАССР

7.1 Основи системи управління безпечністю харчової продукції НАССР

Контроль проводять із застосуванням стандартних приладів на основі методик аналізів і визначень, що регламентуються державними санітарними нормами та правилами.

Приладами повинні реєструватися:

1) витрати води: що надходить на станцію і відводиться від станції; на кожному відстійнику, освітлювачі зі зваженим осадом, фільтри і контактному освітлювачі; на технологічні потреби станції (на промивання фільтрів, відстійників, резервуарів, на приготування розчинів, реагентів тощо); на господарсько-побутові потреби станції від насосної станції другого підйому;

2) втрати напору: у фільтрах; у контактних освітлювачах;

3) рівні: води в очисних спорудах, промивному резервуарі (баці) та резервуарах чистої води; осаду в очисних спорудах для обробки осаду; розчинів реагентів - в реагентних баках.

Для контролю якості води в процесі її обробки необхідно передбачити встановлення пробовідбірних кранів у зручних для експлуатації місцях. Від них треба організувати постійне відведення води. Рекомендується застосування пристрою централізованого відбору проб, який розташовується поблизу від лабораторії.

Контроль якості води за фізико-хімічними та бактеріологічними показниками повинен проводитись в місцях водозаборів, у процесі обробки води, перед надходженням у водопровідну мережу, а також у самій мережі. Його здійснюють згідно із затвердженим графіком, який повинен забезпечити виявлення усіх можливих змін якості води на шляху її руху по водопроводах і спорудах. Контроль якості вихідної та очищеної води проводять за схемою скороченого та повного санітарно-технічного аналізу.

До обсягу скороченого санітарно-хімічного аналізу, залежно від місцевих умов, можуть входити такі показники: температура, кольоровість, запах, каламутність, залишковий хлор, водневий показник (рН), бактеріологічні та інші показники.

Обсяг показників повного санітарно-хімічного аналізу встановлюється згідно з вимогами державних санітарних норм та правил і узгоджується із структурними підрозділами з питань охорони здоров'я.

Якість вихідної води у разі відсутності коагулювання визначають:

- один раз на зміну - на каламутність і кольоровість;
- один раз на добу - на запах, присмак, рН, загальну кількість бактерій в 1 см³ та колі-індекс, загальне залізо (для підземних вод);
- один раз на місяць - на повний санітарно-хімічний аналіз.

Якість вихідної води при коагулюванні визначають:

					РОЗДІЛ 7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ISO 9000 ТА НАССР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54

- один раз на годину - на каламутність, кольоровість та лужність;
- один раз на зміну - на температуру, запах, присмак;
- один раз на добу - на окисненість, загальне залізо, рН, загальну кількість бактерій в 1 см³ та колі-індекс;
- один-два рази на місяць - на повний хімічний аналіз води.

Якщо знезалізнують воду фільтруванням, додатково роблять аналізи води з поверхні кожного фільтра (після збагачення киснем) на вміст загального та окисного заліза і розчиненого кисню - один раз на добу. Крім того, в цій же пробі періодично визначають вміст вуглекислоти.

Після змішувача кількість введених реагентів контролюють: при постійних дозах - кожну годину, при змінних дозах - кожні півгодини.

Якість освітленої води після відстійників чи освітлювачів зі зваженим осадом контролюють один раз на зміну. При цьому визначають каламутність, кольоровість і залишковий хлор (при попередньому хлоруванні), один раз на добу - запах і присмак.

Із загального колектора освітленої води, перед фільтрами, відбирають проби для аналізу: один раз на зміну при коагулюванні - на каламутність, кольоровість і залишковий хлор (при попередньому хлоруванні), на залишкові реагенти (при коагулюванні і введенні флокулянту), при відсутності коагулювання – на каламутність і кольоровість.

Після фільтрів якість води контролюють кожні 2 години на каламутність, кольоровість і залишковий хлор, залізо (при знезалізненні), кожні 7 діб - загальну кількість бактерій і колі-індекс.

У загальному колекторі фільтрованої води кожні 2 години при коагулюванні та кожні 4 години при його відсутності визначають каламутність і кольоровість, вміст заліза (при знезалізненні води); один раз на зміну - запах, присмак і залишковий хлор; один раз на добу - окиснюваність, залишкові реагенти, загальну кількість бактерій на колі-індекс.

7.2 Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення

Питна вода, що подається споживачам (після насосної станції другого підйому), повинна контролюватись згідно з вимогами державних санітарних норм та правил за узгодженням із структурними підрозділами з питань охорони здоров'я [42].

					РОЗДІЛ 7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ISO 9000 ТА НАССР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		55

Таблиця 7.1 – Органолептичні показники води.

Назва показника	Характеристика і норма	Метод контролювання згідно з
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без осаду, сторонніх включень	ГОСТ 23268.1
Колір	Безбарвна	ГОСТ 23268.1
Запах	Без запаху і сторонніх запахів	ГОСТ 23268.1
Смак	Характерний для питної води, без стороннього присмаку	ГОСТ 23268.1
Запах, бали за температури 20 ⁰ С за температури 60 ⁰ С	≤0 ≤1	ГОСТ 3351 ДСТУ EN 1420-1
Забарвленість, градуси	≤10	ГОСТ 3351 ДСТУ ISO 7887
Каламутність, НОК, мг/дм ³	≤0,5	ГОСТ 3351 ДСТУ ISO 7027
Запах і присмак, бали	≤0	ГОСТ 3351

Примітка: НОК- Нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК= 0,58 мг/дм³)

Таблиця 7.2 – Санітарно-хімічні показники безпеки та якості води.

Назва показника	Нормативи	Метод контролювання згідно з
1	2	3
1. Фізико-хімічні показники		
а) неорганічні компоненти		
Водневий показник, одиниці рН	6,5-8,5	ДСТУ 4077
Залізо загальне, мг/дм ³	≤0,2	ГОСТ 4011 ДСТУ ISO 6332 РД 52.24.81
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³ -вода питна оброблена -вода питна оброблена з оптимальним вмістом мінеральних речовин	1,0-1,7 1,8-3,0	ГОСТ 4151

-вода питна природна	3,5-5,5	
Йод, мкг/дм ³	≤50	ДСТУ ISO 10304-3
Кальцій, мг/дм ³	≤130	ДСТУ ISO 6058 ДСТУ ISO 11885
Магній, мг/дм ³	≤80	ДСТУ ISO 6059 ДСТУ ISO 11885
Марганець, мг/дм ³	≤0,05	ГОСТ 4974 РД 52.24.81
Мідь, мг/дм ³	≤1,0	ГОСТ 4388 ГОСТ 26931 РД 52.24.81
Поліфосфати (PO ³⁻⁴), мг/дм ³	≤0,6	ГОСТ 18309
Сульфати, мг/дм ³	≤ 250	ГОСТ 4389 ДСТУ ISO 10304-1
Сухий залишок, мг/дм ³ -вода питна оброблена -вода питна оброблена з оптимальним вмістом мінеральних речовин -вода питна природна	100-200 150-300 200-450	ГОСТ 18164
Хлориди ,мг/дм ³	≤ 250	ДСТУ ISO 10304-4 ДСТУ ISO 10304-1 ДСТУ 4079 ГОСТ 4245
Цинк, мг/дм ³	≤1,0	ГОСТ 18293 ГОСТ 26934 РД 52.24.81

Таблиця 7.3 – Санітарно-хімічні показники безпеки та якості води.

Назва показника	Нормативи	Метод контролювання згідно з
1	2	3
1. Фізико-хімічні показники		
неорганічні компоненти		
Водневий показник, одиниці рН	6,5-8,5	ДСТУ 4077
Залізо загальне, мг/дм ³	≤0,2	ГОСТ 4011 ДСТУ ISO 6332 РД 52.24.81
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³		ГОСТ 4151

-вода питна оброблена	1,0-1,7	
-вода питна оброблена з оптимальним вмістом мінеральних речовин	1,8-3,0	
-вода питна природна	3,5-5,5	
2. Санітарно- токсикологічні показники		
неорганічні компоненти		
Алюміній , мг/дм ³	≤0,1	ГОСТ 18165
Амоній , мг/дм ³	≤0,1(1,2)*	ГОСТ 4192 ДСТУ ISO 6778 ДСТУ ISO 7150-1
Кадмій, мг/дм ³	≤0,001	ГОСТ 26933 ДСТУ ISO 11885
Кремній , мг/дм ³	≤10,0	ГОСТ 26449.1
Миш'як , мг/дм ³	≤0,01	ГОСТ 4152 ГОСТ 26930 РД 118.02.28.88
Молібден, мг/дм ³	≤0,07	ГОСТ 18308-72
1	2	3
Натрій, мг/дм ³	≤200	ДСТУ ISO 11885
Нітрати, мг/дм ³	≤20(50)	ДСТУ 4078 ГОСТ 18826 ДСТУ ISO 7890-1 ДСТУ ISO 10304-1
Нітриди, мг/дм ³	≤0,5(0,2)**	ГОСТ 4192 ДСТУ ISO 6777
Ртуть, мг/дм ³	≤0,005	ГОСТ 26927 РД 52.24.30
Свинець, мг/дм ³	≤0,010	ГОСТ 18293 ГОСТ 26932
Срібло, мг/дм ³	≤0,025	РД 52.24.81 МВВ 08/12-0258
Фториди, мг/дм ³	≤1,5	ГОСТ 4386
Формальдегід, мг/дм ³	≤0,05	МВВ 081/12-0227
інтегральний показник		
Перманганатна окиснюваність, мг/дм ³	≤2,0	ГОСТ 23268.12

Примітка 1: *- для води зі значенням показника загальної жорсткості більше 1,5 ммоль/дм³;

** - для негазованої води;

Примітка 2: Формальдегід контролюється при обробці вод питних озоном в процесі водопідготовки

Таблиця 7.4 - Вміст радіонуклідів у воді

Назва показника	Допустимий рівень	Методики контролювання згідно з
Радіонукліди, Бк/дм ³ , не більше:		
Цезій (Cs ¹³⁷)	2,0	6.4
Стронцій	2,0	6.4

Таблиця 7.5 - Мікробіологічні показники безпеки води

Назва показника	Нормативи	Методики контролювання згідно з
1	2	3
Загальне мікробне число за температури 37 ⁰ С -24 год., КУО/см ³	≤20	МВ 10.2.1 – 113 МР 10.10.21- 155
Загальне мікробне число за температури 22 ⁰ С- 72 год., КУО/см ³	≤100	
Е. coli, КУО/100 см ³	відсутність	МВ 10.2.1-113
Ентерококи, КУО/100 см ³	відсутність	МУ № 2285
Синьогнійна паличка, КУО/ см ³	відсутність	МВ 10.2.1-113
Патогенні ентеробактерії, мг/дм ³	відсутність	МВ 10.2.1-113
Коліфаги, КУО/ см ³	відсутність	МВ 10.2.1-113
Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші , наявність 10 дм ³	відсутність	МВ № 284

При обробці води сріблом – вміст його в готовій продукції повинен бути не більше ніж 0,025 мг/дм³

При обробці води озоном – вміст його в готовій продукції повинен бути не більше ніж 0,3 мг/дм³

РОЗДІЛ 8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА

Будівля одноповерхова з несучими стінами та колонами. Відстань між колонами становить 6 м. Висота від підлоги до стелі становить 5,5 метрів з урахуванням найвищого обладнання + 4,3 м.

Стіни зовнішні-цегляні, товщина 500 мм та з легко бетонних панелей товщиною 400 мм ГОСТ22904-93. Стіни внутрішні та перегородки – цегляні, поштукатурені та облицьовані кахелем. Колони - збірні залізобетонні ГОСТ 8829-94. Блоки - збірні та залізобетонні з паралельними поясами прогоном 12.0 м ГОСТ 25628. Перекриття монолітні залізобетонні плити ГОСТ 9561-91. Сходові марші та площадки – монолітні залізобетонні та металеві ГОСТ 8717.0-84. Покрівля – трьохшарове руберойдне покриття ГОСТ 1093-93, прошарок гравію втопаного в гарячий бітум, пара ізолятор ГОСТ 30547-97. Підлоги – керамічна плитка , цемента стяжка, гідроізоляція 2 ш. руберойд ГОСТ 1093-93, бетонна підготовка 7.5...8,0, щебінь, ущільнювальний ґрунт. Внутрішнє опорядження – вапняна та цементна штукатурка, пофарбована емаліями, побілена, глазурована керамічною плиткою.

Зовнішнє опорядження – пофарбоване фасадними водоемульсійними фарбами.

Рами вікон - пластикові.

Двері, ворота - дерев'яні та металеві.

Вимощення – асфальтне.

Приміщення побутового обслуговування працюючих виробництва розташовані безпосередньо в будівлі головного виробничого корпусу.

За набором приміщень та санітарно-технічних устаткувань побутові приміщення відповідають вимогам СніП 2.09.04-87 «Адміністративні і побутові споруди»

Генеральний план.

Територія підприємства повністю огорожена, благоустроєна та має всі мережі інженерного забезпечення.

У відповідності до СніП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» район будівництва віднесений до П-В кліматичного району з наступними характеристиками:

- температура;
- середньорічна + 8.2° С;
- абсолютно-мінімальна -22° С;
- найбільш холодної доби -28° С;
- найбільш холодної п'ятиденки -22° С;
- пануючі напрямки вітрів:
- липень-північно-західний;
- січень - західний;
- річна кількість опадів – 675 мм;

					РОЗДІЛ 8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

- глибина промерзання ґрунтів – 0,8 м;
- сейсмічність району – не сейсмічний.

Згідно СНіП 2.01.07 -85 «Нагрузки и воздействия» майданчик відноситься:

- до П району по сніговому навантаженню – 0,7 кПа;
- до П району по вітровому навантаженню – 0,3 кПа.

Ділянка складної конфігурації з рівним спокійним рельєфом.

На території підприємства заходиться:

- адміністративно-побутовий корпус;
- головний виробничий корпус;
- відділ головного механіка;
- котельня;
- димова труба;
- каналізаційна насосна станція;
- склад;
- допоміжне приміщення;
- гараж;
- столярна майстерня;
- дизельна електростанція;
- трансформаторна підстанція;
- конденсаторна;
- градирня;
- газорегулюючий пункт (ГРП);
- прохідна;
- навіс стоянки велосипедів;
- артезіанські свердловини.

Проїзди та майданчики біля будівель якісно заасфальтовані. Територія підприємства озеленена, посаджені дерева, квіткові клумби, газони. Територія заводу обнесена з усіх сторін огорожею зі збірних залізобетонних плит.

Будівлі

Фундамент

Одним з основних елементів будівлі є фундамент, на який опираються стіни та колони. Фундамент сприймає навантаження від будівлі і передає його на основу ґрунту. Фундамент під колони плитний складається із безбалочної плити із монолітним стаканом. Між фундаментом і стіною існує гідролізаційний прошарок вище рівня підлоги на 50 мм.

Стіни і перегородки.

Стіни корпусу виконані із кирпичів на цементному розчині з розшивкою швів. Зовні стіни побілені, з середини в приміщенні пофарбовані фарбою та в приміщеннях підвищеного санітарного режиму обкладені плиткою.

Колони.

					РОЗДІЛ 8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

Залізобетонні колони корпусу приймають навантаження від технічного обладнання, покриття будівлі.

Підлога.

Підлога у виробничому приміщенні виконана із бетону, в складах та камерах із асфальтобетону, у побутових приміщеннях підлога виконана із керамічної плитки.

Теплоізоляція.

Для утеплення покрівлі опалювальних приміщень використаний пінобетон, складів – мінералізовані плити на бітумному мастилі.

Двері та ворота.

Двері у кімнату майстра, душові, санвузол виконано із пластику. В'їзні ворота на територію підприємства виконані із заліза і мають ширину 4,5 м.

Покриття і покрівлі.

Головний виробничий корпус має суміщене покриття (дах), тобто у якого паро-, тепло- і водоізоляційні шари укладені один по одному безпосередньо на поверхню несучих елементів покриття.

					РОЗДІЛ 8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		62

РОЗДІЛ 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Проблеми і вирішення забруднення водою

Загрозою для усього людства вважається виснаження і погіршення якості водних ресурсів - джерела питної води і основи життєдіяльності на планеті. Через 30 років половина населення Землі буде потерпати від нестачі води. Для України цей час може настати значно раніше, а для жителів 1228 міст, населених пунктів України, які користуються привізною водою, він уже настав. На сьогодні в Україні практично жодної поверхневої водойми за ступенем забруднення води, екологічним станом та основними санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками не можна віднести до водойм першої категорії, з яких можна приготувати чисту питну воду.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 25% населення Землі перебувають під ризиком захворювань, пов'язаних із споживанням недоброякісної питної води. В нашій країні близько 75% населення споживає воду з відкритих водоймищ, а із загальної кількості водопроводів 6% не відповідають санітарним нормам: відсутні зони санітарної охорони, повний комплекс очисних споруд та знезаражуючих пристроїв. Ця проблема є надзвичайно гострою.

Найбільш кризова ситуація сьогодні склалась у Луганській області, де 24% водопроводів не відповідають санітарним нормам, Донецькій - 17%, Херсонській - 16%, Полтавській - 13%, Житомирській - 12%, Івано-Франківській та Кіровоградській - відповідно 12 і 11%. Постійні відхилення якості питної води від гігієнічних нормативів за санітарно-хімічними показниками реєструються у Дніпропетровській, Кіровоградській, Миколаївській, Одеській, Сумській, Херсонській областях, за бактеріологічними показниками - у Тернопільській, Луганській, Закарпатській областях. Усе це стає причиною виникнення спалахів захворювань серед населення, що споживає недоброякісну питну воду. За останні п'ять років у країні зареєстровано 42 спалахи захворювань на гострі кишкові інфекції, пов'язані з недоброякісною питною водою.

Водні об'єкти України забруднені переважно нафтопродуктами, фенолами, органічними речовинами, сполуками нітрогену та важкими металами. Найбільш забруднені річки басейнів Західного Бугу, Приазов'я, Сіверського Дінця. Середньорічний вміст основних забруднювачів у води річок Західний Буг, Полтва, Кальчик, Кальміус, Кринка, Булавін, Уди, Міус, Лопань, Кривий Торець, Бахмут, Лугань перевищує гранично допустимі концентрації.

Найбільше забруднення води в Україні спостерігається у басейні Дніпра, а також на півдні країни та в Криму, де велика частка питної води надходить із зовнішніх джерел. Більшість притоків Дніпра забруднені переважно сполуками нітрогену, нафтопродуктами, фенолами, сполуками

					РОЗДІЛ 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		63

важких металів. Найбільш забруднені річки Горинь, Устя, Случ, Тетерів, що знаходяться поблизу промислових міст.

Найбільше скидається забруднених стоків у Дніпропетровській та Донецькій областях. Високий рівень забруднених стічних вод залишився у Луганській, Харківській та Одеській областях. Найбільша кількість забруднених скидів припадає на річки Дніпро, Кальміус, Міус, Дністер, Чорне та Азовське моря.

Високий рівень техногенного навантаження на водойми, використання застарілих технологій водопідготовки, недостатньо ефективні коригулянти призводять до надходження у питну воду значної кількості неорганічних та органічних забруднювачів, що негативно впливає на здоров'я. Внаслідок ендемічних особливостей, пов'язаних з недостатнім вмістом у воді йоду, фтору, заліза, страждає населення західних регіонів. Через підвищений вміст нітратів, високої мінералізації води страждає населення південних регіонів. Особливо ця проблема стосується сільського населення.

Що ж до Дніпра, водні ресурси якого становлять близько 80% водних ресурсів України і забезпечують водою більше 30 млн населення та 2/3 господарського потенціалу країни, то стан його викликає серйозне занепокоєння. Це зумовлено складною екологічною ситуацією на території басейну, оскільки 60% її розорано, на 80% трансформовано первинний природний ландшафт. Водосховища на Дніпрі стали акумуляторами забруднювачів. Значної шкоди завдано північній частині басейну внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС; у критичному стані перебувають малі річки басейну, значна частина яких втратила здатність до самоочищення.

Основними заходами щодо зменшення ступеня забруднення води є:

- очищення стічних вод
- використання стічних вод для зрошення
- впровадження замкнених технологій водозабезпечення
- скорочення обсягів скидання забруднювачів у водойми
- вдосконалення технологічних процесів
- нормування якості води, тобто розробка критеріїв її придатності

для різних видів водокористування.

Очищення стічних вод. Усі природні водойми здатні самоочищатися. Самоочищення води - це нейтралізація стічних вод, випадіння в осад твердих забруднювачів, хімічні, біологічні та інші природні процеси, що сприяють видаленню з водойми забруднювачів і поверненню води до її первісного стану.

Чинними законами України передбачається, що для різних господарських потреб має використовуватися вода певної якості. Недопустимо, наприклад, використовувати питну воду для охолодження блоків ТЕС, забороняється скидати у водойми стічні води, які містять цінні відходи, що можуть бути вилучені із застосуванням раціональної технології. Основний напрям захисту водного середовища - перехід підприємств до

роботи за схемою замкненого циклу водопостачання, коли вони після очищення власних стічних вод повторно використовують їх у технологічному циклі, і забруднені стічні води взагалі не потрапляють у водойми.

У сільському господарстві слід запровадити сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна суцільного поверхневого поливу на зрошуваних землях дощуванням або краплинним поливом дає змогу зробити ті самі врожаї з меншими в (5...7 разів) витратами води. Скоротити кількість пестицидів, фосфатів, нітратів, що потрапляють у водойми, можна частковою заміною хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби зі шкідниками і хворобами рослин, чітким дотриманням сівозмін, введенням більш продуктивних і стійких до хвороб та шкідників рослин.

Очищення стічних вод - це руйнування або видалення з них забруднювачів і знищення в них хвороботворних мікробів. Сьогодні застосовуються два методи очищення стічних вод: у штучних умовах (у спеціально створених спорудах) і в природних (на полях зрошення, в біологічних ставках тощо). Забруднені стічні води послідовно піддають механічному, хімічному і біологічному очищенню.

Механічне очищення полягає у видаленні з води нерозчинних речовин (піску, глини, мулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо. Сучасні передові методи із застосуванням найкращих закордонних установок дають змогу видаляти зі стічних вод до 95 % твердих нерозчинних забруднювачів.

Хімічне очищення стічних вод здійснюється після їх механічного очищення. В забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти. Ці речовини вступаючи в реакцію із забруднювачами утворюють нешкідливі речовини, які випадають в осад і видаляються.

Біологічне очищення стічних вод, як правило, завершальний етап. Органічна речовина, що міститься у стічній воді, окислюється аеробними бактеріями до вуглекислого газу і води, а також споживається гетеротрофними - консументами. Чим більше в очищувальній воді є гідробіонтів гетеротрофів і чим вища їхня біологічна активність, тим інтенсивніше відбувається процес очищення. Крім того, організми-фільтратори, поглинаючи й згодом осаджуючи різні суспензії, сприяють їх похованню на дні та освітлюють води. Біологічне очищення здійснюють у спеціальних гідротехнічних спорудах і установках - на так званих полях зрошення, виведеними бактеріями та водоростями. Комплекс організмівякі беруть участь у процесах біологічного очищення, називають активним мулом.

Деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами. Їх доводиться закачувати в підземні сховища, наприклад, відпрацьовані нафтові родовища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, оскільки ніхто не може дати

100 відсоткової гарантії, що отруйні води не потраплять колись у підземні водоносні горизонти.

Характеристика сучасного екологічного стану Київської області свідчить про необхідність прийняття відповідних заходів по його поліпшенню, особливо щодо відтворення і охорони водних ресурсів.

Перед розробкою заходів по відтворенню і охороні водних ресурсів слід, перш за все, уяснити, що розуміється під поліпшенням екологічного стану річок та водойм. Благополучний стан ріки, водоймища - це основа для оцінки результатів здійснення тих заходів, що пропонуються. Мабуть під ним слід розуміти такий стан, який мають природні не порушені діяльністю людини і не видозмінені річкові екосистеми. Оскільки таких ділянок основні річки області практично не мають, відсутні нормативні показники і критерії (до їх розробки науковці і проектувальники з ініціативи Держводгоспу тільки приступають), то критерії ефективності пропонованих заходів повинні базуватись на деяких загальноприйнятих положеннях, стандартах.

Такими слід прийняти стандарти якості води, стан руслової мережі, запобігання (зменшення) збитків від затоплення чи підтоплення земель і населених пунктів при повенях і паводках та при будівництві водойм для перерозподілу річного стоку для потреб населення і господарства, раціональне використання стоку, наявність прибережних водоохоронних смуг, інтенсифікацію процесів біологічного і фізичного самоочищення в річках та водоймах, запобігання (обмеження) змиву з території водозбору, поліпшення умов функціонування флори та фауни річок та водойм.

Не дивлячись на складність річкових систем, стан кожної річки зумовлюється одними і тими ж основними факторами, їх сумарною дією - природними геологічними, гідрогеологічними і географічними факторами, а також антропогенним впливом. Тому, перш за все, слід направити зусилля на в найближчі роки припинити скид в ріки і водойми неочищених стічних вод, припинити нове промислове будівництво, не пов'язане безпосередньо з задоволенням потреб населення у містах і населених пунктах з підвищеним рівнем забруднення природного середовища, першочергово здійснити в них реконструкцію і технічне переозброєння діючих виробництв із застосуванням новітніх технологічних процесів; здійснювати контроль за вибором видів, норм, термінів та методів внесення отрутохімікатів і добрив, обробкою зерна і посівів ядохімікатами, за термінами проведення поливів культур в ув'язці з термінами внесення добрив і обробки посівів отрутохімікатів; послідовно впроваджувати контурно - меліоративну організацію територій сільськогосподарських підприємств незалежно від форм власності. Комплексне здійснення цих заходів потребує диференціації сільськогосподарських угідь за еколого-технологічними групами залежно від крутості схилів, припинення використання у складі орних земель схилів, піщаних, кам'янистих та інших малопродуктивних земель. Слід залучити ці землі з подальшим використанням їх, як сіножатей та пасовищ, а найбільш

					РОЗДІЛ 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		66

еродовані землі відвести під суцільне заліснення; здійснити перехід до економічних методів управління природокористуванням, економічно стимулювати раціональне використання водних ресурсів, екологічно чисті виробництва, підприємства по переробці промислових та побутових відходів; забезпечити невідворотність відповідальності та відшкодування збитків, заподіяних діяльністю, що супроводжувалась порушенням чинного законодавства; забезпечити поступову реабілітацію сільськогосподарських угідь, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС.

Керуючись чинним законодавством терміново необхідно розпочати виділення земель водного фонду і здійснювати в їх межах відповідну водоохоронну діяльність. Прибережні захисні смуги річок і водойм стануть надійним захистом від замулення і забруднення.

Враховуючи стан енергопостачання доцільно розпочати реконструкцію і відновлення малих гідроелектростанцій на річках області, а також використання перепадів на існуючих гідротехнічних спорудах.

Для забезпечення якісною питною водою населення в ряді міст і населених пунктів області необхідно впровадити сучасні методи до очистки підземних вод від заліза.

					РОЗДІЛ 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		67

РОЗДІЛ 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Вихідною сировиною є артезіанська вода, яка надходить з двох свердловин, ще у схемі використовуються такі реагенти: гідрооксид натрію, перманганат калію та діоксид хлору.

Встановлено електрообладнання, використовується електрична, механічна, та теплова енергія.

Внутрішньоцеховий транспорт представлений промисловими трубопроводами.

Проект виконано з урахуванням охорони праці, пожежної безпеки. В даному розділі розроблено заходи, спрямовані на проектування та створення в цеху безпечних та здорових умов праці, на основі вимог виробничої санітарії, безпеки праці, пожежної профілактики.

Повітря робочої зони.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 роботи, що виконуються в цеху належать до II категорії важкості (IIa), тобто роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження.

Роботи, що виконуються в лабораторії, належать до I категорії важкості (Ia або Ib), тобто роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного навантаження; або ж роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання (екрани і т. ін.), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2°C за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт [43].

Санітарні норми параметрів мікроклімату для названих приміщень наведено в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату для названих приміщень згідно ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °C		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с.
		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	
Холодний період року	Легка Ia	22 - 24	19 - 21	60 - 40	65	не більше 0,1
	Легка Ib	21 - 23	18 - 20	60 - 40	65	не більше 0,1
	Середньої	19 - 21	16 - 19	60 - 40	65	не більше

	важкості 2а					0,2
	Середньої важкості 2б	17 - 19	14 - 16	60 - 40	65	не більше 0,2
	Важка 3	16 - 18	13 - 15	60 - 40	65	не більше 0,3
Теплий період року	Легка 1а	23 - 25	20 - 22	60 - 40	65	0,1
	Легка 1б	22 - 24	19 - 21	60 - 40	65	0,2
	Середньої важкості 2а	21 - 23	18 - 20	60 - 40	65	0,3
	Середньої важкості 2б	20 - 22	17 - 19	60 - 40	65	0,3
	Важка 3	18 - 20	15 - 17	60 - 40	65	0,4

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація - передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання та укриття місць пиловидалення із пристроєм місцевих відсмоктувачів.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри.

Відповідно дотехнології виробництва передбачається наявність наступних шкідливих речовин: гідрооксиду натрію, перманганату калію та діоксиду хлору.

Електробезпека.

Ураження людини електричним струмом може відбутися в наступних випадках: при однофазному (одноразовому) дотику ізольованого від землі людини до неізовльованих струмоведучих частин електроустановок, що знаходяться під напругою; при одночасному дотику людини до двох неізовльованих частин електроустановок, що знаходяться під напругою; при наближенні людини, неізовльованої від землі, на небезпечну відстань до струмоведучих, не захищених ізоляцією частин електроустановок, що знаходяться під напругою; при дотику людини, не ізовльованої від землі, до не струмоведучих металевих частин (корпусів) електроустановок, які опинилися під напругою через замикання на корпусі; при звільненні іншої людини, що знаходиться під напругою.

Живлення електроустаткування здійснюється від 4-х провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухо заземленою нейтральною напругою 380/220 В.

Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання.

З боку технологічних процесів, на підприємстві є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм:

- обертів деталі;
- апарати під тиском (до 0,6 МПа).

Можливі падіння людей з висоти, тому вони вони огорожені перилами висотою до 1 м.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму, неправильній експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Головні причини аварійних ситуацій:

- порушення герметичності установок;
- прорив транспортних труб;
- припинення подачі технологічної води;
- захаращеність робочих місць, порушення технологічного режиму;
- відключення електроенергії;
- невиконання правил з техніки безпеки та інші.

Тому передбачаємо:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, які чинять на них небезпечний та шкідливий вплив;
- заміну технологічних процесів та операцій пов'язаних з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих чинників, процесами та операціями, при виконанні яких ці чинники відсутні або мають меншу інтенсивність;
- застосування комплексної механізації, автоматизації та комп'ютеризації виробництва;

					РОЗДІЛ 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ	Арк.
					ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		70

- застосування дистанційного керування технологічними процесами та операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих чинників у робочій зоні;
- застосування засобів колективного захисту працюючих;
- раціональну організацію праці та відпочинку з метою профілактики монотонності (одноманітності дії та сприйняття інформації) та гіподинамії (обмеження рухової активності), а також зниження важкості праці;
- своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих чинників на окремих технологічних операціях;
- запровадження систем керування технологічними процесами, які забезпечують захист працівників та аварійне вимкнення виробничого устаткування;
- своєчасне видалення та знешкодження відходів виробництва, які є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих чинників;
- забезпечення пожежо- та вибухобезпеки.

Пожежна безпека.

Можливими причинами пожежі в цеху можуть бути [45]:

- механічне пошкодження електромережі та в результаті хімічної дії реагентів на електрообладнання;
- теплова дія;
- перенавантаження електрообладнання та його нагрівання;
- прямий удар блискавки в будівлю.

Протипожежними заходами передбачено:

- погодження проектів реконструкції з пожежною інспекцією;
- відкриття реконструйованих споруд лише після дозволу пожежної інспекції;
- експлуатацію споруд, обладнання і механізмів відповідно до протипожежних вимог (згідно з правилами, інструкціями тощо);
- виконання будь-яких робіт лише підготовленими, в тому числі з питань пожежної безпеки, фахівцями;
- установлення адміністративної відповідальності керівників усіх структур за неадекватне виконання необхідних протипожежних заходів;
- інструктаж працюючих на підприємстві;
- забезпечення споруд (відділень) засобами пожежо-охоронної сигналізації та засобами пожежогасіння;
- створення відповідних структур пожежогасіння, добровільних дружин та ланок пожежогасіння;
- затвердження заходів протипожежної профілактики.

В якості сигналізації установлені датчики типу ПОСТ 1 та телефонний зв'язок. В цеху для пригнічення пожежі є вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри. Протипожежне забезпечення виконане у вигляді

					РОЗДІЛ 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		71

пожежного гідранта. В цеху є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі.

Для уникнення пожеж необхідно також розробити заходи пожежної безпеки внутрішнього обладнання будівель (систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, електричного обладнання тощо), а також протипожежні пристрої (протипожежне водопостачання, блискавкозахист з використанням тросових або стрижньових блискавковідводів, розташованих на будівлі або окремо від неї; заземлення металеві покрівлі; пожежний зв'язок та системи електричної пожежної сигналізації, автоматичні установки пожежогасіння).

					РОЗДІЛ 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		72

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих способів підготовки питної води для підприємств із виробництва фасованих вод.

Нами запропоновано наступні заходи для забезпечення мети кваліфікаційної роботи:

- встановлення озонаторної установки для знезараження води. Озонування води засноване на застосуванні озону, який легко розкладається з утворенням атомарного кисню, що є одним з найбільш сильних окислювачів. Перевагою методу є те, що озон не змінює природних властивостей води, надлишок озону не погіршує її якість. Озон отримують в озонаторах безпосередньо на водоочисних станціях при пропуску через осушене повітря електричного розряду. Витрата озону для знезараження води становить 1 ... 2 мг / л за умови її надійного попереднього освітлення і знебарвлення. Витрата озону при знебарвленні становить 3 ... 5 мг / л. Озоновану суміш вводять в трубопровід за допомогою ежектора або спеціальний контактний резервуар. Час контакту води з озоном 5 ... 7 хв.;

- встановлення механічних фільтрів на основі кварцового піску в яких відбувається очищення води від механічних домішок;

- у фільтрах-знезалізнювачах замінили засипний матеріал «Pyrolox» на завантаження «Greensand Plus» для очищення води від сполук заліза, марганцю, а також сірководню;

- встановлення іонообмінного фільтру для комплексного очищення води від загальної твердості;

- зворотно-осмотична установка дозволяє усунути з води розчинені речовини, органічні речовини, колоїдні часточки та бактерії .

Після комплексної очистки, вода відповідає усім показникам ДСанПіН 2.2.4-171-10 та ДСТУ 7525:2014.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		73

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості;
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком;
3. Знезалізнення підземних вод в баштах-колонах з пінополістирольним фільтром : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Н. Л. Мінаєва; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. - Рівне, 2010.
4. Знезалізнення підземних вод для питних цілей : Моногр. / В. О. Орлов, О. М. Квартенко, С. Ю. Мартинов, Ю. І. Гордієнко. - Рівне : УДУВГП, 2004.
5. Технологии очистки воды на основе оксидов железа: дис. ... д-ра техн. наук : 11.00.11 / Терновцев Виталий Емельянович ; Киев. гос. техн. ун-т строительства и архитектуры. - К., 1993.
6. Обезжелезивание воды фильтрованием через модифицированную загрузку: дис...канд.техн.наук:05.23.04 / Дэн Хойпинь ; Киевский ун-т строительства и архитектуры. - К., 1993.
7. Разработка технологии обезжелезивания подземных вод на башенных установках в локальных системах сельскохозяйственного водоснабжения: дис... канд. техн. наук: 05.20.05 / Муромцев Леонид Николаевич ; УААН, Институт гидротехники и мелиорации. - К., 1998.
8. Использование закрепленной микрофлоры для очистки подземных вод с повышенным содержанием железа: дис... канд. техн. наук: 05.23.04 / Квартенко Александр Николаевич ; Украинская гос. академия водного хозяйства. - Ровно, 1997.
9. Розробка технології знезалізнення підземних вод на пінополістирольно-цеолітових фільтрах: дис... канд. техн. наук: 05.23.04 / Хомутецька Тетяна Петрівна ; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. - К., 2000.
10. Левківський, Степан Степанович; Падун, Микола Миколайович (2006). У Ковтуненко; Кацовенко. Раціональне використання і охорона водних ресурсів (українська). Київ: Либідь. с. 280.
11. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона / За ред. В. К. Хільчевського. – К.: ВПЦ "Київський університет". – 2015. – 154 с.
12. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. – К.: Інтерпрес, 2014. – 164 с.
13. Орлов В.О. Водоочисны фильтры с зернистой засипкою: [Монографія] / Валерій Олегович Орлов. – Рівне: Видавничий центр НУВГП, 2005, – 163 с.
14. Знезалізнення підземних вод для питних цілей: [Монографія під загальною редакцією В.О. Орлова] / В.О. Орлов, О.М. Квартенко, С.Ю. Мартинов, Ю.І. Гордієнко. – Рівне: Видавничий центр УДУВГП, 2004. – 153 с.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	74

15. Орлов В.О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. [Монографія] / Валерій Олегович Орлов. – Рівне: Видавничий центр НУВГП, 2008. – 158 с.

16. Дослідження контактного знезалізнення на пінополістирольних фільтрах / В. О. Орлов, С. Ю. Мартинов, С. О. Куницький, М. М. Меддур // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - 2012. - Вип. 45. - С. 176-181.

17. Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Меддур М.М., Куницький С.О. Технологія знезалізнення води для питних потреб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/32156/1/7.pdf>.

18. Айрапетян Т.С. Конспект лекцій з дисципліни «Особливості водопостачання і водовідведення промислових підприємств» : для студ. Денної та заочної форм навч. Спец. 7.092601 «Водопостачання та водовідведення». – Х. : ХНАМГ, 2007 – 70с.

19. Андоньев С.М. Особенности промышленного водоснабжения / С.М. Андоньев, В.М. Жильцов. – К. : Будивельник, 1967. – 254 с.

20. Браславский И.И. Проектирование бессточных схем промышленного водоснабжения / И.И. Браславский, В.Д. Семенюк, А.М. Когановский и др. – К. : Будивельник, 1977. – 204 с.

21. Душкин С.С. Водоподготовка и процессы микробиологии : учеб. пособие / С.С. Душкин. – К. : Выща шк., 1996. – 164 с.

22. Чернова Н. М. Розрахунок глибини видалення іонів Mn^{2+} з води при застосуванні сорбента-каталізатора / М. Н. Чернова, О. В. Мамченко // Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. – 2012. – № 4 (10). – С. 4–11.

23. Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 18-19 листопада 2015 р. К.: «Центр учбової літератури», 2015. – 187 с.

24. Когановский А.М. Обратное водоснабжение химических предприятий / А.М. Когановский, В.Д. Семенюк. – К. : Будивельник, 1975. – 231 с.

25. Кульский Л.А. Технология очистки природных вод / Л.А. Кульский , П.П. Строкач. – К. : Выща шк., 1986. – 352 с.

26. Найманов А.Я. Водоснабжение / А.Я. Найманов и др.. – Донецк : Норд-Прес, 2004. 649 с.

27. Орлов В.О. Водопостачання та водовідведення / В.О. Орлов, Я.А. Тугай, А.М. Орлова. – К. : Знання, 2011. – 359 с.

28. Орлов В.О. Дослідження витрат води на одиницю продукції на ПрАТ «Костопільський завод скловиробів» : звіт із господарсько-договірної теми № 3-117 / В.О. Орлов, Л.А. Волкова, Л.Л. Литвиненко. – Рівне : НУВГП, 2010. – 48 с.

29. Тугай А.М. Водопостачання / А.М. Тугай, В.О. Орлов. – К. : Знання, 2009. – 735 с.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	75